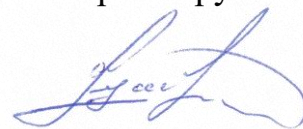


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный центр
садоводства, виноградарства, виноделия»

На правах рукописи



Руссо Дмитрий Эдуардович

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И
ПРОДУКТИВНОСТИ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ В ЗОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО
ВИНОГРАДАРСТВА РОССИИ**

Специальность 4.1.4 Садоводство, овощеводство, виноградарство и
лекарственные культуры

Диссертация на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант
доктор сельскохозяйственных наук
Петров Валерий Семёнович

Краснодар – 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМ, ПРОДУКЦИОННЫМ И АДАПТИВНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА	15
1.1 Зонирование агротерритории для оптимизации размещения насаждений, улучшения использования природных ресурсов агротерриторий и биологических особенностей генотипов в продукционных процессах винограда, повышения агроценотической устойчивости	15
1.2 Влияние нормирования нагрузки кустов винограда побегами и гроздьями на ростовые и продукционные процессы, качество винограда.....	17
1.3 Роль микроудобрений и регуляторов роста в улучшении продуктивности и качества винограда столовых сортов.....	22
1.4 Влияние генотипов на продукционную, адаптивную и агроценотическую устойчивость ампелоценозов.....	30
1.5 Оптимизация размещения сортов для повышения уровня реализации продукционного потенциала винограда и качества продукции.....	35
1.6 Адаптационный потенциал растений винограда в условиях температурного и водного стрессоров.....	45
1.7 Адаптационная устойчивость винограда к стрессам зимнего периода ..	52
1.8 Адаптационная устойчивость растений винограда к стрессам летнего периода	58
1.9 Математическое моделирование в виноградарстве	63
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, ПРЕДМЕТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	66
2.1 Объекты исследования	66
2.1.1 Сортные особенности растений винограда, используемых в рамках экспериментальных технологических регламентов.....	66
2.1.2 Характеристика сорто-подвойных комбинаций изучаемых растений винограда	73
2.2 Предмет исследования.....	75
2.2.1 Интерреляции в коадаптивной системе «почва-среда-растение- урожай» ампелоценоза при применении агрохимикатов полифункционального действия	75
2.2.2 Воздействие биолого-агрохимических способов и средств на адаптивную и генеративную функцию растений винограда в ампелоценозе.....	77
2.2.3 Изменение показателей качества винограда и виноматериалов в зависимости от некорневых обработок	80
2.3 Агроклиматические ресурсы Черноморской зоны Краснодарского края..	81
2.3.1 Сезонная динамика гидротермических факторов	83

2.3.2	Особенности эдафических факторов региона, оказывающих экологическое воздействие на функциональное состояние растений в ампелоценозе	92
2.4	Методологические подходы к реализации экспериментальных данных исследования	96
2.4.1	Организация и планирование экспериментальных работ	98
2.4.2	Методика проведения агробиологических учетов и наблюдений в ампелоценозе	100
2.4.3	Методика изучения эдафических факторов	101
2.4.4	Методика физиолого-биохимических исследований растений винограда в ампелоценозе	104
2.4.5	Методика оценки товарного качества хозяйственного урожая ...	106
2.4.6	Методика химического анализа винограда и виноматериала	107
2.4.7	Методика статистической обработки экспериментальных данных .	108
2.4.8	Методика энергетической и экономической эффективности специальных технологических приемов в системе производства продукции винограда	109
2.4.9	Методика моделирования и прогнозирования эффективности приемов, направленных на повышение устойчивости и продуктивности растений винограда в ампелоценозе	110
ГЛАВА 3 РЕГУЛИРОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ВИНОГРАДА СОРТОВ РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ИНДУЦИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ		112
3.1	Влияние эдафических факторов на эффективность использования агрохимикатов и экологическое воздействие на функциональное состояние растений в ампелоценозе	112
3.2	Протекторное действие биоминеральных агрохимикатов при абиотическом стрессе у растений винограда в ампелоценозе	124
3.3	Водный режим растений винограда в летний период при системном применении агрохимикатов некорневым способом	133
3.4	Динамика содержания фотосинтетических пигментов в листьях винограда на фоне некорневых обработок растений биоминеральными агрохимикатами полифункционального действия	140
3.5	Метаболическая активность растений винограда сортов различного эколого-географического происхождения при применении агрохимикатов полифункционального действия	146
3.6	Количественные изменения катионов металлов в листьях побегов винограда при применении агрохимикатов полифункционального действия	154
3.7	Показатели вегетативной продуктивности, как фактор устойчивости растений винограда к стрессовым ситуациям климата	158

ГЛАВА 4 РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ ВИНОГРАДА В АМПЕЛОЦЕНОЗЕ МЕТОДОМ СИСТЕМНОЙ ОБРАБОТКИ ВЕГЕТРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ АГРОХИМИКАТАМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ..	167
4.1 Сопряженность адаптивной и генеративной функций у растений винограда на фоне абиотических стрессов летнего периода	167
4.2 Последовательность наиболее активного потребления элементов питания растениями винограда на различных этапах формирования урожая	177
4.3 Влияние применяемых агрохимикатов на закладку и дифференциацию эмбриональных соцветий	186
4.4 Анализ продуктивности побегов винограда на фоне обработок растений агрохимикатами полифункционального действия	192
4.5 Динамика хозяйственного урожая винограда в зависимости от применяемых агрохимикатов	200
ГЛАВА 5 КАЧЕСТВО УРОЖАЯ И ВИНМАТЕРИАЛОВ.....	212
5.1 Основные показатели (товарного) качества винограда (в стадии съемной зрелости)	212
5.2 Динамика содержания сухих веществ и сахаронакопления виноградом в связи с применением агрохимикатов.....	220
5.3 Качественные характеристики виноматериалов.....	225
ГЛАВА 6 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМА ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА АГРОХИМИКАТАМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	232
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	245
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	253
Список использованных источников	255

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Наблюдаемое изменение климата, в регионе, где сосредоточено более 95 % промышленных насаждений винограда Российской Федерации, сопровождающееся значительными перепадами температуры воздуха в позднелетний и ранневесенний периоды, повышением температуры с одновременным недостатком влаги в летний период и ростом продолжительности действия негативных абиотических факторов в целом, ведёт к снижению уровня реализации потенциала продуктивности ампелоценозов и качественных показателей получаемого урожая винограда. На этом фоне решение проблемы, связанной с преодолением дестабилизации функционирования ампелоценозов, осложняет снижение уровня эффективного плодородия почв в условиях монокультуры и интенсивность эрозионных процессов, вызванных интенсивным техногенным прессингом. Существующая в отрасли проблематика способствует значительному росту затрат на проведение дополнительных специальных агротехнологических приемов поддержания продуктивности насаждений, нарушению механизмов рентабельного функционирования производства и, как следствие, вызывает сокращение площадей промышленных виноградников, несовместимое с наметившимися тенденциями поступательного развития виноградо-винодельческой отрасли и ее конкурентоспособности на отечественном и мировом рынке.

Научный поиск решения существующих в настоящее время проблем, обусловленных нарушением баланса в агроэкосистеме сосредоточен преимущественно в области совершенствования региональных технологических регламентов обеспечения устойчивой продуктивности ампелоценозов. Практическая методология поиска решений проблемы предполагает системное обобщение и анализ многолетнего эмпирического материала в данной предметной области, создание биологических, информационных и прогностических моделей устойчивой продуктивности ампелоценозов.

Научным базисом продуктивной организации научного поиска являются объективные новые знания о взаимосвязях и взаимодействиях в коадаптивной системе «почва-среда-растение-урожай», позволяющие разработать алгоритм осуществления принципиально важных практических приемов управления продукционным и адаптивным потенциалом виноградных растений в определенной временной последовательности. Данный подход в условиях глобального изменения климата соответствует мировой стратегии повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов, последовательно реализуемой по ряду направлений:

- районирование виноградопригодных территорий в соответствии с агроэкологическими и эдафическими условиями, соответствующими биологии культуры;
- оптимизация конструкции насаждений и степень нагрузки кустов винограда побегами;
- системы, способы и сроки применения специальных агрохимикатов направленного и пролонгированного действия;
- обеспечение экологической безопасности производства продукции виноградарства;
- эффективное влияние биотических и абиотических факторов в продукционном процессе винограда;
- использование цифровых технологий и прогнозного моделирования.

Руководствуясь существующим подходом к решению проблемы стабилизации ампелоценозов на всех этапах его функционирования, формируется перечень актуальных вопросов, не имеющих достаточного освещения в научной литературе или научно-методического обоснования, требующего экспериментального подтверждения – основного результирующего компонента логической структуры научного исследования. В этой связи возрастает **актуальность** углубленного изучения комплексного воздействия абиотических, эдафических и антропогенных факторов на физиологические процессы роста винограда, регенерации, изменение состава компонентов энергетического метаболизма растений, определяющих сте-

пень адаптивности, стрессоустойчивости, репродуктивной стабильности. Аспектная область данного тематического направления исследований основана на комплексном характере актуальной отраслевой проблемы и предполагает решение ряда научных вопросов.

Актуальность тематики диссертационной работы, непосредственно связанной с созданием научно-обоснованных прогрессивных технологических систем, согласуется с приоритетами долгосрочной федеральной программы «Стимулирование развития виноградарства и виноделия», разработанной Минсельхозом РФ и утвержденной Правительством РФ 29 марта 2022 г. № 3040п-П11, предполагающей значительное (на 35 %) расширение площадей плодоносящих виноградников к 2030 г.; Программой МСХ Краснодарского края от 18 мая 2022 г. № 187 «О предоставлении субсидий на стимулирование развития виноградарства и виноделия», направленной также на расширение площадей виноградников и подготовлена в рамках выполнения Государственного задания НИР, выполняемого ФГБНУ СКФНЦСВВ в соответствии с тематическими заданиями: «Разработка принципов повышения устойчивости ампелоценозов и их структурных элементов на биологическом и физиолого-биохимическом уровнях» (номер госрегистрации АААА-Б19-219022190066-6), «Моделирование и экспериментальная оценка устойчивых ампелоценозов по критериям и уровням реализации потенциала хозяйственной продуктивности винограда, природопользования, ресурсозатрат» (номер госрегистрации АААА-Б20-220032590049-0), «Разработка научно обоснованных механизмов и технологий управления средообразующим потенциалом ампелоценозов, онтогенезом винограда, устойчивостью и продуктивностью насаждений, качеством продукции (номер госрегистрации 221040700125-8), «Обоснование методологии управления устойчивостью и продуктивностью ампелоценозов, качеством продукции в условиях антропогенной интенсификации производства, глобального и локального изменения климата» (номер госрегистрации 222021800086-9), «Научное обоснование биологических методов управления биоценотической, экологической и эдафической устойчивостью, продукционным и адаптивным потенциалом ампелоценозов в нестабильных погодных условиях и техногенной интенсификации производства» (номер госрегистрации 223020300328-7).

Степень разработанности темы исследований

Локальное изменение климата, наблюдаемые в последние десятилетия, сопровождается повторяющимися продолжительными погодными аномалиями (гипертермия, засухи, суховеи, повышенная солнечная инсоляция), оказывающими негативное воздействие на растения винограда, снижая способность противостоять стрессиндуцированному повреждению фотосинтетического аппарата и его восстановительную способность. Помимо этого, имеет место нарушение общего антиоксидантного потенциала растений, что вызывает снижение генетически обусловленных репродуктивных возможностей интенсивных сортов винограда различного эколого-географического происхождения в условиях разнотипных терруаров Черноморской зоны виноградарства Краснодарского края. Отраслевая проблематика, связанная с преодолением дестабилизирующих устойчивое функционирование ампелоценозов абиотических факторов, является приоритетной для исследователей. Значительный вклад в развитие теории эндо- и экзогенной активации защитных реакций виноградного растения в условиях гипертермии, дефицита воды, неблагоприятных эдафических факторов внесли такие ученые как Н.И. Ненько, К.А. Серпуховитина, В.С. Петров, Р.Э. Казахмедов, А.Ф. Хисамутдинов, С.В. Левченко, М.Б. Панова и др. Исследователями были научно обоснованы различные агротехнологические приемы и методы повышения стрессоустойчивости винограда группы столовых и технических сортов в различных почвенно-климатических условиях.

Отечественными учеными созданы и районированы новые высокопродуктивные сорта винограда, исследована их реакция на экологические факторы среды произрастания (Н.В. Матузок, В.С. Петров, Л.П. Трошин, А.М. Авидзба, Е.А. Рыбалко и др.), изучен потенциал агротерриторий (А.А. Лукьянов, Г.Ю. Алейникова и др.), режимы питания, нагрузки кустов побегами (К.А. Серпуховитина, В.С. Петров, Т.П. Павлюкова, А.Б. Исмаилов, П.П. Радчевский и др.).

Однако вопросы, связанные с методологическими аспектами комплексного применения агротехнологических приемов совместно с агрохимикатами полифункционального действия нового поколения во взаимодействии с абиотическими

и эдафическими факторами, в настоящее время освещены недостаточно полно и требуют междисциплинарного научного подхода. Вместе с тем, современный уровень развития отрасли виноградарства предполагает активное внедрение цифровых технологий для использования результатов агробиологического мониторинга при разработке прогнозных моделей функционирования ампелоценозов, возделываемых по прогрессивным агротехнологиям.

Научная новизна диссертационного исследования

Представленное исследование лежит в основе формирования нового научного направления: обоснование устойчивого развития ампелоценозов на основе комплексного управления функциональными взаимодействиями в системе «почва-среда-растение-урожай» в условиях климатических изменений и интенсификации производства.

Впервые исследован механизм воздействия физиологически активной композиции веществ агрохимикатов полифункционального действия на интенсивность ассимиляционных и метаболических процессов у растений винограда различного эколого-географического происхождения.

Сформулированы, теоретически и экспериментально обоснованы принципы продукционной устойчивости ампелоценозов в зависимости от целевого воздействия агрохимикатов, их последствий в сочетании со специальными агротехническими приемами.

Раскрыты особенности и установлена математическая зависимость устойчивости ампелоценозов, ростовых и продукционных процессов от функционально сопряженных абиотических и антропогенных факторов.

Созданы биологические, информационные и прогнозные математические модели продуктивности ампелоценозов, основанные на результатах многофакторных экспериментальных исследований.

Теоретически и экспериментально обоснованы биологические аспекты создания устойчивого развития ампелоценозов, базирующиеся на всестороннем анализе многолетних (2011-2023 гг.) экспериментальных исследований адаптивных реакций растений винограда на различных фонах обеспеченности нутриентами.

Цель исследования заключается в теоретическом и экспериментальном обосновании методологических аспектов повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов в изменяющихся условиях среды, интенсификации производства, деградации почвы и увеличения ресурсозатрат на основе минерального питания, систематизации и совершенствования методов функционирования ампелоценозов и их структурных элементов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Сформировать логическую структуру поэтапной реализации поставленной цели исследования с использованием принципа, отражающего наиболее существенные свойства процесса взаимодействия компонентов системы «почва-среда-растение-урожай».

2. Осуществить фактологический анализ эдафических факторов с позиции экологического воздействия на функциональное состояние растений в ампелоценозе в промышленных насаждениях винограда, возделываемых в разнотипных терруарах Черноморской зоны.

3. Исследовать влияние климатических параметров разнотипных агроэкологических зон виноградарства Краснодарского края на адаптивную и генеративную функцию растений винограда.

4. Выявить биологические механизмы целевого экзогенного воздействия на растения винограда биоминеральных агрохимикатов различных составов в сочетании со специальными агротехнологическими приемами по критериям: адаптивная функция, ассимиляционная и метаболическая активность, продуктивность, качество урожая.

5. Установить математически выраженные устойчивые зависимости и параметры варьирования биопродуктивности, качества винограда и винопродукции в разнотипных терруарах с различным уровнем адаптивных реакций растений на технологические приемы, направленные на повышение устойчивости ампелоценозов.

6. Разработать принципы и модели управления физиологическим состоянием растений, уровнем реализации потенциала хозяйственной продуктивности ампелоценозов и качеством виноградной продукции при применении современных биоминеральных агрохимикатов.

7. Обосновать методы управления продукционным и адаптивным потенциалом виноградных растений на основе комплексной системы новых биологизированных агротехнологических приемов возделывания винограда на фоне стрессового воздействия меняющихся условий среды.

8. Обосновать энергетическую и эколого-экономическую эффективность комплекса специальных агротехнологических приемов, направленных на более полную реализацию биологического потенциала винограда в условиях моноотраслевого производства.

Теоретическая значимость обусловлена:

– новым научным знанием, дающим целостное представление о закономерностях и существенных корреляционных связях компонентов агроэкосистемы «почва-среда-растение-урожай», выявленных в результате обобщения и анализа длительных экспериментальных исследований функционирования ампелоценозов;

– совершенствованием системы регуляции продуктивной функции винограда, основанной на усилении неспецифической устойчивости растений, индуцированной сопряженным действием специальных агротехнологических приемов и биоминеральных агрохимикатов;

– разработкой параметрической (цифровой) модели ресурсного потенциала агротерриторий, созданием принципиальной схемы интенсификации отрасли.

Практическая значимость заключается:

– в снижении интенсивности процесса агротехногенного преобразования региональных почв под монокультурой винограда вследствие системного использования биоминеральных агрохимикатов пролонгированного действия, а также способов их внесения;

– в разработке рекомендаций по эффективному использованию специальных агротехнологических приемов в сочетании с применением агрохимикатов полифункционального действия некорневым методом;

– в совершенствовании сортовой технологии производства винограда;

- в создании методов управления устойчивостью ампелоценозов, обеспечивающих биологически и экономически обоснованный уровень реализации продуктивного потенциала растений винограда в условиях изменений климата;
- в выделении групп агрохимикатов, определении схем, сроков и доз их применения в ампелоценозе, обеспечивающем повышение качественных характеристик винограда;
- в определении ассортимента винограда, наиболее отзывчивого на прием некорневой обработки растений водными растворами специальных агрохимикатов;
- в создании информационно-описательных моделей с перспективой анализа и выделения связей внутри и между набором данных, их классификации и определении отношений между ними.

Методология и методы исследований

В основе исследования лежит системный подход, а также комплекс общепризнанных и апробированных методов, традиционно применяемых в виноградарстве, в частности:

Полевые исследования, направленные на изучение объектов в их естественной среде с учетом влияния биотических и абиотических факторов.

Лабораторные методы включающие изучение физиолого-биохимической адаптации винограда к условиям среды и агротехнике. На основе общепринятых и авторских методик проводился анализ качества урожая для определения перспектив его практического использования.

Математико-статистическая обработка данных, включающую регрессионный и дисперсионный анализ для оценки изменчивости исследуемых показателей.

Оценка экономической и энергетической эффективности включала сравнение новых решений со стандартами. Методом экономического анализа определялись совокупные энергозатраты по вариантам опытов для выявления наиболее ресурсоэффективных технологий, способствующих устойчивости промышленного виноградарства.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Активация защитных реакций растений винограда под действием агрохимикатов полифункционального действия.
2. Взаимосвязи между эдафическими факторами, климатическими параметрами разнотипных агроэкологических зон виноградарства юга России и функциональным состоянием растений в ампелоценозе
3. Принципы повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов.
4. Алгоритм повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов в коадаптивной системе «почва-среда-растение-урожай».
5. Энергетическая и экономическая эффективность агрохимикатов различных составов в ампелоценозах

Апробация результатов исследования

Апробация результатов исследований на различных этапах выполнения научно-исследовательских работ осуществлялась в 2011-2023 гг. на различных уровнях:

региональных, всероссийских и международных конференциях: Международная научно-практическая конференция «Повышение конкурентоспособности продукции виноградарства и виноделия на основе создания новых сортов и технологий», г. Новочеркасск, 2012 г.; «Инновационные технологии и тенденции в развитии и формировании современного виноградарства и виноделия», г. Анапа, 2013 г.; International Scientific Conference “Biologization of the intensification processes in horticulture and viticulture” (BIOLOGIZATION 2021, Bio Web of Conferences); Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии», г. Ялта, республика Крым, ВНИИВиВ «Магарах»; «Научное обеспечение отрасли виноградарства», г. Новочеркасск, ВНИИВиВ, 2023 г.; IV Международная научная конференция «Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего», г. Санкт-Петербург, ФГБНУ АФИ, 2022 г., 2023 г., Ученых советах ФГБНУ СКФНЦСВВ.

По результатам исследований опубликовано 64 печатные работы общим объемом 51,52 п.л. (личный вклад автора – 30,3 п.л.), которые отражают основное содержание диссертации, в том числе: 25 – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК РФ, 2 – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science; опубликована 1 монография, 2 методические рекомендации, получено в соавторстве свидетельство на регистрацию базы данных RU 2018620924, 26.06.2018. Заявка № 2018620537 от 07.05.2018.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных литературных источников, состоящих из 386 наименований. Основной текст диссертационной работы изложен на 296 страницах, включая 28 таблиц и 79 рисунков.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМ, ПРОДУКЦИОННЫМ И АДАПТИВНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

1.1 Зонирование агротерритории для оптимизации размещения насаждений, улучшения использования природных ресурсов агротерриторий и биологических особенностей генотипов в продукционных процессах винограда, повышения агроценотической устойчивости

Нестабильные погодные условия юга России вследствие изменений климата являются причиной неудовлетворительного уровня реализации потенциала хозяйственной продуктивности винограда – по Краснодарскому краю показатель составляет 60 % [55]. Одним из способов увеличения данного показателя является оптимизация размещения насаждений с учетом агроэкологических условий местности.

Районирование виноградопригодных территорий по агроэкологическим условиям представлено во многих странах мира, чаще всего оно представлено массивами метеорологических данных или специализированными агрометеорологическими показателями, осредненными за 20 и более лет [364, 344, 373].

По результатам агроклиматического зонирования сравниваются виноградопригодные территории [344], оптимизируется размещение сортов винограда различного происхождения с учетом экстремальных факторов и фенологических фаз [249].

Помимо общепризнанных агрометеорологических индексов в виноградарстве, создаются новые для зонирования территорий, в том числе и с учетом рельефа [230, 358].

Зонирование выполняется по прогнозу даты достаточного сахаронакопления в ягодах [235, 237, 236], оптимизация размещения – по связи биохимических показателей в ягодах и метеорологических условий [308].

Кроме зонирования территорий, проводятся комплексные оценки терруаров с учетом климатических условий и системы «растение-почва-вода» с применением геоинформационных систем.

Пригодность земель в США моделируются с помощью экологических, климатических, топографических и землеустроительных данных [330, 374].

Зонирование территорий виноградных насаждений также происходит и на микроуровне по водному состоянию растений [244]. Создаются специальные проекты по обеспечению производства и научных организаций метеорологической и климатической информацией (MED-GOLD, <http://www.med-gold.eu/project/>).

Зонирование виноградопригодных земель проводилось еще в СССР (Потепенко и др., 1960), но на уровне зон регионов. Агроклиматическое районирование в Молдавии было выполнено с использованием данных по микроклимату [99, 100, 101, 102]. В настоящее время в Молдавии выполнена систематика ампелозэкологических типов земель по 7 критериям и исключены непригодные территории [28]. Агроэкологическое зонирование 1960 г. улучшено для Краснодарского края в 2018 г. На основании метеорологических данных 18 станций края и почвенных условий выделено пять зон и сорок семь подзон для размещения и эффективного возделывания винограда [11]. Для Темрюкского района были выделены микрозоны для производства вин по качественным показателям виноматериалов [10]. В Крыму с помощью математического моделирования и средств ГИС выполнено зонирование по суммам температур выше плюс 10 °С и морозоопасности, ампелозэкологическая оценка территории по рельефу, микроклимату и почвам. Выделено 14 экотопов для винограда с рекомендациями сортимента по морозоустойчивости и периоду созревания. Также по шести параметрам (Индекс Хуглина, Индекс Уинклера, сумма температур воздуха выше плюс 10 и 20 °С, отношение суммы температур выше плюс 20 °С к сумме температур выше плюс 10 °С и средняя температура вегетационного периода) выделены пять классов теплообеспеченности территории Крымского полуострова [3, 22, 168, 169, 170, 174, 175, 173, 171, 172].

Агроэкологические факторы играют важную роль в оптимизации размещения винограда, они оказывают большое влияние на продуктивность и устойчивость ампелоценозов, которое необходимо учитывать при закладке виноградников, особенно в виду происходящих изменений климата.

Все это обуславливает актуальность и острую необходимость в разработке параметрических моделей агроэкологического зонирования агротерритории Краснодарского на уровне подзон виноградарства.

1.2 Влияние нормирования нагрузки кустов винограда побегами и гроздьями на ростовые и продукционные процессы, качество винограда

В результате многовекового опыта было установлено, что для облегчения ухода за виноградным растением ему необходимо придать определенную форму в виде компактного куста и поддерживать ее на протяжении всего периода эксплуатации виноградника. В то же время для получения высоких урожаев хорошего качества важно научиться регулировать рост и соотношение вегетативных и генеративных органов. Следует отметить, что полученные в процессе изучения данной проблемы знания позволили ученым и практикам разработать достаточно эффективные агротехнические приемы по уходу за виноградными растениями, такие как обрезка, нагрузка, обломка, подвязка и др. [25, 27, 37, 44]. При этом многие ученые сходятся на том, что ежегодная обрезка виноградных кустов - сильнодействующий прием с помощью, которого решаются задачи ограничения полярности [93, 259, 211, 213], регулируют рост побегов и генеративных органов, величину урожая и его качество, параметры принятой формы в зависимости от биологических особенностей сорта и условий выращивания [6, 91, 92, 103, 105, 104, 120].

Данные многих исследователей свидетельствуют о том, что регулирование роста виноградного куста и его отдельных частей, прежде всего, достигается установлением правильной длины обрезки плодовых лоз и установлением оптимальной величины нагрузки [36, 47, 48, 125, 212, 214, 246, 273, 320, 346, 349].

Важным условием определения длины обрезки является размещение эмбриональных соцветий по длине побега. Как отмечают в своих работах А.П. Дикань [49], А.П. Дикань, О.Г. Замета [50], О.Е. Ждамарова, П.П. Радчевский [59], Е.И. Захарова, Л.П. Машинская [62], М.К. Караев, Ш.Г. Халипаев [66], эмбриональные соцветия в почках глазков нижних узлов на побеге формируются в период с конца мая до середины июня, в верхней части зеленых побегов – значительно позже. Поэтому плодоносность глазков по длине побега сильно варьирует: обычно в нижней зоне побега она пониженная, а в средней наиболее высокая и затем опять снижается. Повышение плодоносности зимующих почек, от нижних к средним и выше расположенным узлам побега, составляет непреложную биологическую закономерность развития виноградного растения и имеет важное практическое значение, поскольку определяет длину обрезки плодовых стрелок.

По мнению ряда авторов, пониженная плодоносность глазков нижней зоны побега объясняется тем, что они формируются в весенний период и в начале лета, когда листовая поверхность кустов недостаточно развита, а интенсивный рост побегов способствует перераспределению питательных веществ в пользу вегетативных органов куста. Средние и верхние глазки на лозе формируются летом в наиболее благоприятных тепловых и световых условиях при лучшем углеводном питании и полностью развитом ассимиляционном аппарате. Поэтому плодоносность глазков в средней части лозы выше [82, 215].

В связи с этим К.В. Смирнов, Л.М. Малтабар, А.К. Раджабов, Н.В. Матузок [26] сорта винограда по уровню плодоносности глазков на однолетнем побеге предложили делить на группы. К первой группе относятся сорта с высокой плодоносностью нижних глазков от основания плодовой стрелки, ко второй группе относятся сорта с удовлетворительной плодоносностью нижних глазков и высокой средних, к третьей группе относятся сорта с высокой плодоносностью глазков средней и верхней зон побега.

Как показывает анализ литературных источников и наши исследования, кроме длины обрезки побегов, в регулировании роста виноградного куста и его отдельных частей важную роль играет установление правильной величины нагрузки растений глазками и побегами [279, 7, 43, 121, 124, 142].

Как отмечают в своей работе К.В. Смирнов, Л.М. Малтабар, А.К. Раджабов, Н.В. Матузок [26], в конечном итоге нагрузка (побегами и урожаем) – это количество, развившихся на кусте и оставленных на нем после обломки, побегов и соцветий.

Во многих руководствах по виноградарству приводятся сведения о том, что правильное установление нагрузки кустов побегами в соответствии с природными условиями, биологическими особенностями сортов, силой роста растений и применяемой агротехникой является необходимым условием получения высоких урожаев винограда при хорошем качестве гроздей [17, 46].

По данным Ш.Н. Гусейнова, В.Б. Чигрика, В.Н. Гордеева [45], А.Б. Исмаилова [65] и других, оптимальной нагрузкой считается та, при которой количество оставленных глазков при обрезке или побегов и соцветий после обломки обеспечивает получение высокого урожая винограда требуемых кондиций без снижения силы роста куста и побегов, а также его плодоношения в последующие годы.

Только при оптимальной нагрузке создаются благоприятные условия светового, воздушного и корневого питания, что приводит к развитию на кустах большого числа полноценных побегов, обеспечивающих рациональное соотношение между листовой поверхностью и урожаем.

На основании исследований учеными было установлено, что на количество и качество урожая винограда большое влияние оказывает не только общая мощность и сила роста куста, но и состояние каждого побега. При этом исследователи сходятся во мнении на том, что более плодоносными побегами, обеспечивающими получение качественной продукции, считаются те, которые имеют среднюю длину около 150 см и диаметр 7 – 12 мм. Такие побеги с наличием на них 15 – 20 листьев в полной мере обеспечивают продуктами ассимиляции находящиеся на них грозди, а также нормальную закладку и дифференциацию соцветий в почках [57, 58].

В связи с этим основная задача регулирования нагрузки при обрезке плодовых лоз и обломке зеленых побегов состоит в выращивании необходимого количества плодородных побегов оптимальной длины и диаметра.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что нормально развитые побеги обеспечивают своей листовой поверхностью питание гроздей, высокую закладку плодородных органов в глазках и накопление достаточного запаса питательных веществ в тканях однолетней лозы. Слабые побеги с малым числом листьев не обеспечивают питанием даже свои грозди и не могут пополнить запасов куста. Жирющие, излишне длинные побеги в большей степени расходуют питательные вещества на рост большой вегетативной массы в ущерб урожаю [57].

Влияние на урожай оказывает не только величина обрезки, но и ее сроки. В Бразилии возможен сбор винограда зимой (июнь-октябрь Южного полушария), поэтому проводилось исследование по росту побегов в зависимости от времени обрезки (конец марта, начало апреля, середина апреля) и обработки цианамидом водорода. В результате, рост побегов был более медленный при ранней обрезке в конце марта [240].

Для каждого сорта, в зависимости от зоны наибольшей продуктивности на побеге и способа ведения кустов, необходима своя обрезка [192]. Обрезка на 8-10 глазков наиболее оптимальна для сорта Кримсон сидлис в Египте [218]. Большая обрезка у сорта Бьюти сидлис способствует более раннему росту распусканию почек и цветения. Более высокая нагрузка лозы почками у сорта Кишмиш белый овальный уменьшает скорость роста побегов и сахаристость ягод. На длину лозы сорта Шарад сидлис в значительной степени влияет время и интенсивность обрезки, при этом наибольшая урожайность отмечается при обрезке на 8 глазков, также, как и наибольшая кислотность [352].

У сорта Перлетт, чем выше нагрузка лозы почками, тем меньше содержание N, P, K в черешках. При этом, при нагрузке на куст 12 лозами с обрезкой по 4 почки на каждой, у сорта Перлетт получается максимальный урожай на куст. При обрезке 4 почки на лозу отмечалось наибольшее соотношение сахара и кислоты [352].

Обрезка на 4 глазка красных и белых сортов бессемянного винограда при шпалере показывает наилучший результат по качеству в Иране [341].

При нагрузке кустов сорта Кишмиш белый овальный побегами в 30 шт. на куст содержание NPK в черешках минимальное, при нагрузке 35 шт. на куст – максимальное, аналогично по урожайности. Максимальное количество ягод на гроздь была при нагрузке 35 побегов на куст (121,4), наименьшая – при нагрузке 30 побегов на куст (106,2). Самый высокий сахар отмечается при нагрузке 35 побегов на куст, самый маленький – 40 побегов на куст, титруемая кислотность – наоборот. При нагрузке 35 побегов на куст отмечалась наибольшее соотношение сахара и кислоты [352].

Замечено, что увеличение количества гроздей на кусте (с 30 до 50) привело к снижению массы 25 ягод (с 21,75 до 19,82 г) у сорта Шарад сидлис. При увеличении с 4 до 12 лоз на куст количество гроздей линейно увеличивалось с 8,92 до 22,5 на куст у сорта Фестивал сидлис. У сортов Флейм сидлис и Кримсон сидлис при увеличении нагрузки кустов побегами росло и число гроздей на куст [79].

Прореживание ягодных гроздей, когда ягоды сорта БРС Витория имеют диаметр от 7 до 18 мм, эффективно для снижения компактности гроздей, так как это приводит к более высокому количеству средне рыхлых и более низкому количеству очень плотных гроздей с оптимальным урожаем, в то время как следует избегать прореживания или чистки цветочных гроздей перед цветением потому что это способствует более высокому образованию очень рыхлых гроздей с пониженным урожаем [345]. Также для этого сорта определена оптимальная плотность гроздей 6 на м², при которой достигается урожайность в 25 т/га [255]. Для кустов с двойным за год урожаем, оптимальной нагрузкой является 5 гроздей на м² [220].

Для клона сорта Джумба сидлис в Индии, несмотря на высокие качественные показатели самой маленькой нагрузки 23 грозди на куст при схеме посадки 3 x 1,66 м, рекомендуется нагрузка в 27 гроздей для оптимальных продуктивности и качества [359].

Одним из способов снижения компактности грозди является затенение при цветении, которое действует на сорта Супериор сидлис, Кримсон сидлис и Кишмиш круглый овальный [268], а также обработка гиббереллином в то же время для сорта Кишмиш круглый овальный, благодаря которой увеличивается также размер ягод [317].

В Ташкенте для сорта Кишмиш Батир оптимальной нагрузкой осенью при схеме посадки 3х2,5 м составляет 160 штук глазков на куст, или 9 глазков на отдельный побег [119].

В Краснодарском крае было проведено исследования влияния нагрузки кустов гроздьями сорта Бессемянный Магараха, которое выявило существенное различие в величине грозди и их товарности, но не повлияло на цену их реализации [81].

1.3 Роль микроудобрений и регуляторов роста в улучшении продуктивности и качества винограда столовых сортов

Минеральные удобрения – мощный фактор повышения урожайности. Чтобы добиться положительного эффекта, необходимо соблюдать ряд условий, одним из которых является гармоничность сочетаемых макро- и микроудобрений. Дефицит отдельно взятого элемента приводит к нарушению жизнедеятельности растения и, как следствие, к недополучению урожая, в количественном и качественном выражении.

В Северо-Кавказском регионе и в Краснодарском крае в частности с его почвенно-климатическим многообразием, один из путей повышения результативности применения минеральных удобрений может стать расширение их ассортимента, причем не только за счет увеличения форм азотно-фосфорно-калийных удобрений, но и за счет новых видов удобрений, содержащих в своем составе помимо NPK и микроэлементы [187].

Как сообщает Lott [316], опрыскивание растений винограда сульфатом магния, равно как и внесение сульфата и ацетата магния в почву, увеличивает содержание этого элемента в листьях винограда. Однако им не было установлено никакой прибавки урожая под действием удобрения магнием.

А.С. Внукова и В.К. Рыжа [29] установили, что наиболее эффективна подкормка винограда борными и марганцевыми удобрениями при их совместном внесении с фосфором и калием. Р.А. Полищук [143] и П.М. Бушин [23] отмечают, что бор и марганец способствуют повышению урожайности на 6-20 % при отдельном и совместном внесении с другими минеральными удобрениями.

Ряд исследователей, изучая влияние цинка на урожай и качество винограда, приходят к выводам, что применение сернокислого цинка в количестве 1,5 кг/га повышает среднюю массу грозди и содержание сахара в ягодах [51].

Л.В. Колесник и И.П. Колин [70] исследовали влияние молибдена на урожай винограда при внекорневом питании. Этот элемент заметно увеличивает урожай и сахаристость ягод. При этом повышение урожайности обуславливается не только повышением плодоносности, но и увеличением массы грозди и размера ягод. Молибден в дозе 2 кг/га в сочетании с азотом, фосфором и калием повышает интенсивность фотосинтеза и дыхания виноградных лоз [69].

По данным О.К. Добролюбского и В.К. Рыжа [52] микроудобрения с марганцем увеличивают среднюю массу ягоды и сахаристость сока, но действуют подавляюще на спиртовое брожение.

Н.А. Лагутинская [83], изучая влияние цинка и марганца на продуктивность винограда, установила, что внесение цинка в почву незначительно повышает урожай и качество винограда сорта Каберне Совиньон, а марганец оказывает положительное действие на повышение урожайности и средней массы грозди. Положительные результаты были получены так же при корневой подкормке бором, особенно в условиях засухи.

Изучению микроэлементов на виноградниках Кубани посвящены исследования, выполненные С.Ф. Серпуховитиной на Анапской ЗОС ВиВ. Результаты опытов К.А. Серпуховитиной и А.И. Колесниченко [190], показывают, что применение

микроудобрений сопровождается прибавкой урожая и улучшением его качества. На сорте Рислинг в условиях Анапского района, они показали увеличение урожая на 12-18 % и сахаристости сока ягод на 0,5-0,7 г/100 см³. По данным О.П. Рябчун, некорневая подкормка кустов винограда борной кислотой совместно с бордоской жидкостью увеличивала прибавку урожая ягод на 24 %. Об эффективности микроудобрений на виноградниках отмечается в работах О.П. Рябчун [176], Э.Н. Худавердова [206], Э.Н. Худавердова и М.А. Грюнера [207].

Исследования А.П. Трюхановой, 1976 [204]; Т.П. Павлюковой, 1981 [122]; К.А. Серпуховитиной, 1982 [191]; А.С. Арутюняна, 1983 [13] показывают, что микроудобрения повышают устойчивость центральных и замещающих почек глазка к низким температурам, способствуют стабильному состоянию виноградного растения в экстремальных условиях почвенной и воздушной засухи.

А.С. Арутюнян [13] в условиях Армении установил, что микроэлементы оказывают существенное влияние на урожай и качество винограда, Бор и молибден даже на почвах, обеспеченных этими элементами, оказывают положительное влияние на качество красных столовых и десертных вин, повышая в них содержание углеводов и красящих веществ. С внесением марганца и кобальта изменяется содержание дубильных веществ.

Повышение урожайности винограда при применении марганцевых удобрений объясняют энергичным накоплением в растениях хлорофилла и аскорбиновой кислоты, в результате чего повышается жизнедеятельность растений, приводящая не только к повышению урожая, но и к улучшению его качества.

У кустов, обработанных растворами борной кислоты и сернокислого марганца, ягоды были более интенсивно окрашены, заметно повысилось содержание в них антоцианов. Бор и марганец способствовали накоплению ароматических соединений, повысилась сахаристость винограда.

Проведение некорневых подкормок, как сообщает С.Г. Бондаренко [21] в нормальных условиях не дает таких сильных эффектов по сравнению с основными удобрениями, но умелый подбор элементов для конкретного сорта всегда помогает активизировать работу многих ферментов в листьях и урожае, позволяет увеличить

сахаристость ягод на 1-2 % и ускоряет вызревание лозы. Даже если подкормки не приведут к увеличению урожая, что возможно, то ради ускорения вызревания лозы и повышения качества урожая следует их применять.

Согласно исследованиям К.А. Серпуховитиной, В.В. Кудряшовой, А.А. Красильникова (2007), изучавшим действие препарата Теллура М на сорте Красностоп анапский, установлено положительное его влияние на восстановление растений винограда пострадавших от заморозков. Образование репродуктивных органов из зацветающих почек глазков повышало продуктивность кустов, сокращая разрыв между урожаями растений сохранившихся, и подверженных действию заморозков.

В вариантах с некорневой подкормкой препаратом Теллура М листовая поверхность кустов была выше контроля в 1,2 раза, что, положительно сказалось на фотосинтезе, последующей продуктивности, и, как следствие, отмечено более высокое содержание сахара в соке ягод [183].

По данным М.Р. Бейбулатова, А.П. Игнатова, Р.А. Буйвала, Н.А. Тихомировой [18] применение жидких комплексных удобрений оказало положительное влияние на процессы роста и развития, величину урожая и его качество.

Применение данных удобрений способствовало усилению роста побегов на 9,9-10,7 % и улучшению вызревания однолетнего прироста на 13 %.

Действие микроудобрений на виноградное растение освещено в работах К.А. Серпуховитиной, Э.Н. Худавердова, А.А. Красильникова, В.В. Кудряшовой, Ю.В. Панежа [178]. Микроудобрения, исследуемые отдельно, в смеси и на фоне НРК увеличивают коэффициент плодоносности, массу грозди и продуктивность побега, повышают урожай и его качество в значительно большей степени на фоне НРК, чем при раздельном внесении. Они создают комфортные условия для формирования потенциальной продуктивности растений винограда и последующей их реализации в реальный урожай. Так, по изучаемым сортам Бианка, Первенец Магарача, Кунлеань, Амур прибавка урожая составила от 0,5 до 2,7 т/га, средняя масса грозди возросла на 8,3-10,2 %, содержание сахаров увеличилось от 0,6 до 2,2 г/100 см³.

В последнее десятилетие в сельском хозяйстве стали применяться микроудобрения нового поколения. Их отличительной особенностью является, то, что микроэлементы представлены в хелатных формах – сложных органических комплексных соединениях, которые действуют в живых организмах и почве.

Изучение действия микроудобрений нового поколения на виноград отражены в исследованиях К.А. Серпуховитиной (1999-2010 гг.), Э.Н. Худавердова (1999-2010 гг.), А.А. Красильникова (1999-2010 гг.), Т.И. Гугучкиной (2007 гг.), П.Н. Кондратьева (2009 г.), А.П. Хмырова (2007 г.), В.В. Кудряшовой (2005 г.).

Так Т.И. Гугучкина, К.А. Серпуховитина и др. [41] изучали реакцию растений винограда сорта Мерло на применение новых агрохимических средств. Установлено, что удобрения бороплюс, нитрофоска фолиар, нитрофоска солуб, фетрилон комби оказывают положительное воздействие на продуктивность сорта Мерло, урожай и его качество, а так же качество полученных виноматериалов. Прибавка урожая практически по всем вариантам превышала контроль на 0,5-3,3 т/га, максимальная сахаристость достигла 23,4 г/100 см³, в контроле – 22,3 г/100 см³.

Полученные виноматериалы по физико-химическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ, а также оказали положительное влияние на содержание и состав ароматических веществ.

Аналогичные исследования проводились К.А. Серпуховитиной, Э.Н. Худавердовым, А.А. Красильниковым [179] на сорте Бианка, в которых так же подтверждается высокая эффективность микроудобрений, повышающая урожай на 22,5-35,5 % и качество винограда, формирование плодовых образований урожая следующего года.

Оценке эффективности новых видов микроудобрений и БАВ при оптимизации факторов продуктивности столовых сортов винограда Надежда АЗОС и Августин посвящена работа П.Н. Кондратьева [189]. Автор утверждает, что удобрения оказывают существенное влияние на продуцирующую систему винограда. Под их действием увеличивается количество соцветий, коэффициенты плодоношения и плодоносности; они оптимизируют условия закладки плодовых образований в почках зимующих глазков, увеличивая их количество.

Удобрения однозначно оказали влияние на увеличение средней массы грозди, которая была выше во всех вариантах на 13-19 г, что в пересчете на 1 га дает серьезные прибавки урожая – от 11,0 до 17,7 ц [180].

Физико-химический анализ виноматериалов, полученных из винограда сорта Мерло, свидетельствует о качестве: крепость – 9,8-12,0 об.%, титруемая кислотность – 6,2-6,8 г/дм³, летучие кислоты – 0,20-0,24 мг/дм³.

Исследования авторов показали, что концентрация общей суммы фенольных веществ колеблется от 1929,3 мг/дм³ (контроль) до 2268,9 мг/дм³.

В исследуемых виноматериалах обнаружено содержание антоцианов на уровне 286,4-375,1 мг/дм³, что вследствие комплексообразования с ионами металлов влияет на высокую оценку цвета вина: в опытных образцах, где виноград был обработан микроудобрениями, вино имеет нарядную, насыщенную, темно-рубиновую окраску с малиновым оттенком.

Влияние микроудобрений на качество виноматериалов сорта Шардоне изучали Т.И. Гугучкина, А.В. Прах, А.А. Красильников, Е.А. Белякова [42] Все представленные образцы столовых сухих белых виноматериалов, выработанных из винограда сорта Шардоне обладали характерными для данного сорта органолептическими показателями и были оценены от 7,60 балла (контроль) до 7,80 балла. Образцы с максимальной дегустационной оценкой имели соломенную окраску с ярким сортовым ароматом, в котором выделялись тона белых цветов и фруктов (банан); вкус полный, гармоничный.

Авторами подтверждено влияние новых удобрений – Нутривант плюс, Бо-роплюс, Свит и Аминокат 10 %, внесенных некорневым способом, на качество вина.

Исследованиями К.А. Серпуховитиной, Э.Н. Худавердова, А.А. Красильникова, Д.Э. Руссо [182] установлено положительное действие на повышение устойчивости виноградного растения к низким температурам и более быстрое их восстановление от применения агрохимических средств нового поколения, содержащих в своем составе бор, марганец, магний, цинк и др. элементы.

Микроудобрения повышают устойчивость центральных почек к низким температурам, способствуют стабильному состоянию виноградного растения в экстремальных условиях отрицательных, критических температур зимнего периода, почвенной и воздушной засух [150].

Продуктивность кустов в вариантах с применением удобрений выше контрольного. Средняя масса грозди по сорту Бианка при обработке бороплюсом и мегафолом, солубором и тремя препаратами в смеси – бороплюсом, мегафолом и брексиллом Fe превышает контроль на 10-13 г. При среднем количестве – 42-45 гроздей на кусте расчетная прибавка урожая составляет 380-390 – 494-507 г, что совпадает с фактической величиной собранного урожая. При незначительной разнице между вариантами, различия между контролем и вариантами существенны и составляют 0,8-1,47 кг/куст или 16,4-29,4 ц/га.

Увеличение сахаристости на 1,1-2,5 г/100 см³ по отношению к необработанному контролю – 20,4 г/100 см³ – существенно, т.к. позволяет значительно улучшить качество винопродукции [188].

Подводя итог вышесказанному, можно отметить общее положительное влияние некорневого внесения агрохимических средств, на продуктивность винограда и его качество. Однако эти исследования должны быть четко регламентированы по составу элементов в удобрениях и их направленному воздействию на прирост вегетативной массы, листовую поверхность кустов, закладку плодовых образований под урожай будущего года, урожайность сортов и качество.

Добиться этого возможно путем исключения из испытаний препаратов слабого, одностороннего действия, показавших наиболее слабое влияние на продуктивность. Отработка наиболее эффективных доз, частоты применения и, главное, проверки продолжительности эффективного действия позволят рассматривать микроэлементы как фактор, дополняющий систему минерального питания винограда [150].

Использование регуляторов роста – один из основных агротехнических приемов, применяемых на столовых сортах винограда, особенно на бессемянных, с целью увеличения размера ягод. Данный метод широко распространен по всему миру – от Испании до Египта [251, 267, 375, 266, 356].

Помимо гиббереллина, также используют тидиазурон, в комплексе или отдельно [242, 241, 98], а также с салициловой кислотой [222] и форхлорфенурином [339]. Гиббереллин также применяют с кольцеванием [289, 219, 258].

В России также развито направление гиббереллина для столовых сортов, однако в меньшей степени для бессемянных [94]. В Татарстане изучение влияния гиббереллина на продуктивность и качество проводили на сортах Кишмиш 342, Юпитер, Кишмиш запорожский и Венус [64]. В условиях Южного берега Крыма изучено влияние биологически активных веществ гиббереллина, форхлорфенурина и стрептомицина на механический состав, транспортабельность и органолептические характеристики бессемянных сортов винограда Южнобережный, Венера, Кишмиш Е-311 и Кишмиш Е-342 [84], для сорта Южнобережный лучшим вариантом является обработка соцветий раствором форхлорфенурина концентрации 20 мг/л после цветения [33]. Влияние гиббереллина на продуктивность и качество винограда изучалось на сортах местной селекции в Краснодарском крае [14, 15].

В Италии для улучшения накопления антоцианов была исследована обработка гроздей белками Харпин (HrP) и фитогормонами (S-ABA), которая показала улучшение цвета ягод при высоком уровне качественных характеристик [257]. В Чили провели эксперимент обработки гроздей сорта Кримсон сидлис абсцизовой кислотой и/или сахарозой для увеличивая содержания антоцианов в кожице [331].

1.4 Влияние генотипов на продукционную, адаптивную и агроценотическую устойчивость ампелоценозов

Столовые сорта винограда

При создании виноградников важная роль отводится подбору сортов для создания устойчивых ампелоценозов, управлении их биологическим, продукционным и адаптивным потенциалом в условиях проявления природных биотических и абиотических стрессоров.

К числу наиболее актуальных проблем современного сортимента относится, главным образом, его пополнение и улучшение новыми сортами, сочетающими высокую продуктивность и качество с устойчивостью к морозам, болезням, вредителям и технологичностью их возделывания. Основным положением при его разработке является соответствие биологических и сортовых особенностей генотипов экологическим условиям места их возделывания [114].

Один из наиболее быстрых и эффективных методов улучшения сортимента винограда – интродукция. На сегодняшний день факт создания и постепенного интродуцирования новых, в том числе устойчивых к болезням и вредителям сортов, бесспорен. Учитывая резкое сокращение расходов на их возделывание, объясняющееся минимальным использованием дорогостоящих средств защиты, экономией затрат на их внесение и проведение других операций, в нынешней кризисной ситуации отказываться от этих сортов неразумно.

Однако следует учитывать, что любой сорт винограда, попадая в новые для него условия под действием внешней среды, может выявить особенности и черты, не свойственные ему в месте своего произрастания. Сорта винограда под влиянием внешней среды изменяют степень выраженности своих признаков и свойств в различной мере и на различных кустах. Эти изменения улучшают или ухудшают их, могут накапливаться из года в год и вызываются, прежде всего, мутациями, которые внешне мало проявляются.

В хозяйственном отношении важное значение имеют биологические свойства сортов – срок созревания, урожайность, вкусовые достоинства ягод, сила роста кустов, зимостойкость, устойчивость против грибных болезней и вредителей. Решающим являются условия зимовки и обеспеченность их теплом в период вегетации. Соответствие требований сорта винограда определенному количеству и качеству тепла, необходимого для полного созревания ягод, вызревания однолетних побегов и обеспеченность теплом района его интродукции, является важнейшим условием успеха переноса сортов из одной местности в другую [72].

В.А. Драновский и Л.П. Трошин считают, что сорта винограда под влиянием внешней среды изменяют степень выраженности своих признаков и свойств в различной мере. Эти изменения улучшают или ухудшают их, могут накапливаться из года в год и вызываются, прежде всего, мутациями, которые внешне мало проявляются [203].

Различают сорта с узким ареалом возделывания, приспособленные к ограниченной экологической зоне, и экологически пластичные с широким адаптивным потенциалом. Под экологической пластичностью подразумевают способность сортов сохранять в различных эколого-географических районах высокий уровень продуктивности, то есть высокую урожайность в сочетании с высоким качеством урожая. Наиболее широким диапазоном приспособления обладают сорта, происходящие из северных районов виноградарства и районов с горным рельефом. Это объясняется формированием их генотипов в условиях резких изменений климатических факторов [24, 126, 209].

При выращивании винограда на Кубани возникает ряд проблем. Во-первых, это недостаточное сахаронакопление, особенно в годы, когда наблюдается недобор суммы активных температур воздуха за вегетационный период; во-вторых, подмерзание почек зимующих глазков и однолетней древесины в морозные зимы; в-третьих, слабая закладка эмбриональных соцветий в почках зимующих глазков нижней зоны побегов, что обычно наблюдается в годы с прохладной погодой в начале лета [199].

Успех создания новых сортов, в значительной степени, определяется исходным гибридным материалом, полученным от направленных скрещиваний, комплексная оценка которого позволяет выделить сорта для оптимизации сортимента, способного конкурировать с интродуцированными сортами [60].

Наблюдения показали, что наиболее широким диапазоном приспособления обладают сорта, происходящие из северных районов виноградарства и районов с горным рельефом. Это объясняется формированием их генотипов в условиях резких изменений климатических факторов и погодных условий [56].

У европейских и межвидовых гибридов винограда столового направления использования сахаронакопление существенно зависит от погодных условий года, особенно от количества тепла и осадков за период созревания урожая. Лимитирующим фактором при этом является количество осадков во время созревания урожая. В значительной степени накопление сахаров связано с наличием или отсутствием семян в ягоде. Так в ягодах семенных сортов сахаронакопление в большей степени зависит от среднего веса ягод, несколько слабее от массы грозди и длительности вегетационного периода [68].

По мнению Ш.А. Абрамова и др. на формирование углеводов столовых сортов винограда оказывают влияние биоэкологические факторы. Они считают, что формирование углеводов в ягодах тесно связано с биохимическими и физиологическими процессами, происходящими в виноградном растении, что зависит от биологических особенностей сорта, теплообеспеченности, типа и минерального состава почвы [1].

В настоящее время ценность сорта, представляемого на государственное сортоиспытание, наряду с качеством и количеством урожая в обязательной мере определяется его комплексной устойчивостью [201]. Комплексная устойчивость винограда – групповой иммунитет винограда, одновременная устойчивость сорта, вида, рода винограда к нескольким абиотическим (засуха, засоленность, морозостойкость) факторам.

По Н.И. Вавилову комплексный иммунитет или устойчивость растений вырабатывается в ходе эволюции там, где присутствует инфекционный фон паразитных заболеваний или экологически, абиотические факторы, способствующие отбору растений, приспособленных к данным условиям.

Роль комплексно-устойчивых сортов возрастает в связи с индустриализацией виноградарства и охраны окружающей среды. Внедрение в производство комплексно-устойчивых сортов позволяет сократить использование пестицидов, уменьшить затраты на производство виноградной продукции.

В улучшении сортиментов винограда определенную роль играют ампелографические коллекции (генофонды). Длительное изучение биологических особенностей многочисленных сортов винограда, разного происхождения, в различных экологических условиях, позволяет выявить требования их к важнейшим факторам среды, в особенности к климату [200].

Бессемянные сорта винограда

Бессемянные сорта винограда – особая группа винограда, в ягодах которых отсутствуют семена [198]. В энциклопедии виноградарства отмечается, что данная группа сортов малочисленна. По данным В.А. Носульчака, к концу 2021 года насчитывалась не менее 600 сортов, однако ряд исследователей утверждает, что на настоящий момент их не более 150 или около 180 [118].

Доказательством того, что бессемянные сорта есть результат спонтанных мутаций на семянных сортах в процессе окультуривания винограда, является отсутствие в настоящее время диких бессемянных форм винограда. Бессемянность свойственна только одному виду – *Vitis vinifera* L.

По генетическому происхождению бессемянные сорта подразделяются на сорта народной селекции, гибридизированные *V. vinifera* и межвидовые *Vitis*. По срокам созревания они представлены очень ранними, ранними, ранне-средними и средними сортами. Благодаря гибридизации появилось много сортов с крупной гроздью и крупной ягодой, однако больший процент занимают сорта со средней ягодой.

Большинство сортов имеет белую окраску (более половины), на втором месте – черная. Крупной гроздью и ягодой в основном обладают сорта *V. vinifera*, а повышенной устойчивостью к морозам и болезням – сорта межвидовой гибридизации.

По данным государственного реестра селекционных достижений, разрешенных к использованию на территории Российской Федерации, из 412 сортов и 20 подвоев *Vitis* L. только 15 сортов относятся к бессемянным сортам разного класса бессемянности. Восемь сортов очень раннего периода созревания, два – раннего, пять – среднего, поэтому важен поиск генотипов с более поздним созреванием для введения в реестр [40].

Два бессемянных сорта могут возделываться только в Центрально-черноземном регионе, № 5 (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области), восемь – в Северо-Кавказском, №6 (Кабардино-Балкарская республика, Карачаево-Черкесская республика, республика Адыгея, республика Дагестан, республика Ингушетия, республика Крым и Краснодарский край), один – в Северо-Кавказском и Нижневолжском, № 8 (Астраханская, Волгоградская и Саратовская области, республика Калмыкия), три – во всех регионах. Три сорта по условиям выращивания подходят больше для садово-огородных условий – Коктейль, Кубаттик и Память Домбковской.

Бессемянные сорта винограда изучаются по всему миру, как в основных европейских странах-производителях винограда и вина [252, 288, 379, 304], так и в странах Латинской Америки и Азии [254, 260, 315, 262, 269], есть исследования и в России [86, 114]. Направления различны: генетика, селекция и сортоизучение [258, 94, 64], подбор подходящих сортоподвойных [33, 84], нормирование кустов урожаем [17, 45, 46, 57, 65, 142], использование регуляторов роста [183, 18], прочие агротехнические приемы [122]. Рассматриваются вопросы хранения и переработки [188, 213].

1.5 Оптимизация размещения сортов для повышения уровня реализации производственного потенциала винограда и качества продукции

Терруар – понятие и правовой статус

Более 99 % виноградных насаждений Российской Федерации сосредоточено в эколого-географических регионах Северного-Кавказа и Республики Крым. Территорию Северо- Кавказского региона по природным условиям делят на 5 зон: черноморскую, предгорную, центральную, западную и северную. В большинстве эколого-географических зон виноградарство находится в довольно жестких климатических условиях: недостаточно высокая тепло- и влагообеспеченность, суровые зимы, вынуждающие на половине площадей виноградных насаждений укрывать кусты на зиму. В зону укрывной культуры винограда входят центральные и северные районы Краснодарского края, северная часть Дагестана, Ставропольский край, Ростовская область, Чеченская республика и Кабардино-Балкария. В неукрывной культуре возделываются виноградники на побережье Азовского и Черного морей (от г. Темрюка до г. Сочи) Краснодарского края, в южных районах Дагестана, в Крыму на южном берегу от Феодосии до Севастополя и на западном побережье от Балаклавы до Тарханкутского полуострова. Краснодарский край, являясь ведущим регионом России по возделыванию винограда, располагает более благоприятными почвенно-климатическими условиями [192].

Федеральным законом «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» от 27.12.2019 N 468-ФЗ введены следующие основные понятия о делении территорий с виноградными насаждениями:

- виноградо-винодельческая зона – территория Российской Федерации, обладающая относительно одинаковыми геофизическими, климатическими и почвенными характеристиками, обуславливающими сходство сортового состава виноградных насаждений и технологических приемов виноградарства и виноделия;

- виноградо-винодельческий район – территория в составе виноградо-винодельческой зоны, обладающая особыми геофизическими, климатическими и почвенными характеристиками, обуславливающими получение продукции виноградарства и продукции виноделия определенного качества;

- виноградо-винодельческий терруар – ограниченная территория в составе виноградо-винодельческого района, которая охватывает виноградные насаждения определенных сортов, находящиеся в одинаковых геофизических, климатических и почвенных условиях, и в границах которой применение одинаковых технологических приемов виноградарства и виноделия определяет особые органолептические характеристики винодельческой продукции;

- вино с защищенным наименованием места происхождения – вино, крепленое вино, игристое вино, которые изготовлены из свежего винограда сорта или смеси сортов винограда вида *Vitis vinifera*, а также сортов, полученных скрещиванием сортов *Vitis vinifera* с сортами других видов рода *Vitis*, за исключением гибридов прямых производителей, выращенных в границах и регламентированных для определенного виноградо-винодельческого терруара Российской Федерации, с использованием регламентированных для данного виноградо-винодельческого терруара технологических приемов виноградарства и виноделия и при изготовлении которых операции первичного и вторичного виноделия осуществляются в границах данного виноградо-винодельческого терруара [205].

В соответствии с требованиями Федерального закона «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» своим распоряжением от 30 декабря 2020 года № 3720 правительство Российской Федерации утвердило территориальное деление виноградопригодных земель. В субъектах Российской Федерации определены виноградо - винодельческие зоны: в Республике Дагестан – Дагестан, в Ростовской области – «Долина Дона», в Кабардино – Балкарской Республике – «Долина Терека», в Республике Крым и городе Севастополь – «Крым», в Краснодарском крае – «Кубань», в Республике Северная Осетия – Алания – «Северная Осетия – Алания», в

Ставропольском крае – «Ставрополье». Зоны имеют следующее количество виноградо-винодельческих районов: Дагестан – 28, Долина Дона – 55, Долина Терека – 4, Крым – 14, Кубань – 9, Северная Осетия – Алания – 2, Ставрополье – 1.

При этом в виноградо-винодельческих зонах впервые установлены виноградо-винодельческие терруары: в зоне «Дагестан» – Дербентский терруар, в «Долине Дона» – терруар Арпачин, в зоне «Крым» – 37 терруаров, в зоне «Кубань» – 11 (терруары Виноградники Геленджика, Дивноморское, Долина Лефкадия, Абрау-Дюрсо, Мысхако, Семигорье, Голубицкая стрелка, Курень Титаровский 1794, Сенной, Тмутаракань, Южный берег Тамани), в зоне «Ставрополье» – 1 (терруар Зункарское). В виноградо-винодельческих зонах «Долина Терека» и «Северная Осетия – Алания» виноградо-винодельческие терруары не определены.

Терруар (фр. *terroir*) – это сочетание природных условий, в которых растёт виноград и которые определяют букет и потенциал вина перед его выдержкой. Термин произошёл от лат. *terra* – «земля», «почва». Наиболее лаконичное определение дал известный американский винный эксперт Хью Джонсон: терруар – это среда происхождения.

Понятие терруар впервые появилось в сфере виноделия. Французские мастера под термином «терруар» понимают всю совокупность характеристик и условий одного участка, на котором выращивается виноград. Они по старой традиции используют такое название как «апеллясьон д'орижине», что в переводе с французского означает «наименование места происхождения».

В понятие терруар входит:

1) Почвы. Почва, на которой расположен виноградник – включая все факторы, важные для винодела: тип и состав почвы; количество, толщина и уровни слоёв; содержание питательных веществ; способность впитывать и отдавать влагу, прогреваться, отражать солнечный свет и т.д.

2) Климат. Средние и пиковые значения температуры воздуха и влажности, количество осадков, наличие туманов, длина светового дня и т.д.

3) Расположение и окружение виноградника: высота над уровнем моря, наклон виноградника к солнцу, близость леса и водоёмов.

4) Биологическая среда. Растения, животные, микроорганизмы, которые населяют местность около виноградников.

5) В понятие терруар входят и действия винодела, проще говоря, традиции и методы производства вина, принятые в этой местности.

В 2020 г. Корнелис ван Левен (C. van Leeuwen) на XIII Международном терруарном конгрессе представил доклад, в котором отметил последние достижения в понимании влияния терруаров на современное виноградарство.

По его мнению, преобладающими терруарными факторами являются климат, почва и сорт виноградной лозы. Можно считать, что влияние климата и почвы выражается через сорт виноградной лозы. Хотя существуют некоторые общие тенденции для разных сортов, каждый из них имеет специфический ароматический состав. Следовательно, эффект терруара необходимо рассматривать для каждого сорта отдельно [342].

Температурный режим при созревании винограда имеет большое значение для типизации аромата вина. Температуру можно рассматривать в широком масштабе, при этом винодельческие регионы характеризуются от прохладных до теплых с помощью агроклиматических показателей [284]. Недавно была изучена структура температуры внутри винодельческих регионов, которая показала, что в мезомасштабе может существовать значительная изменчивость температуры [238] или даже в микромасштабе [261].

Радиация меняется в зависимости от облачности и увеличивается с высотой. Высокие уровни радиации получают виноградники, посаженные в Андах Аргентины, где эффект низкой облачности сочетается с эффектом большой высоты. На температуру во время созревания винограда влияет фенология, при этом ранняя фенология заставляет виноград созревать в самое теплое время лета. В данном месте температура и радиация меняются от года к году (так называемый «винтажный эффект») и в результате изменения климата могут со временем увеличиваться в большинстве винодельческих регионов.

Типичность вин по отношению к терруару во многом определяется ароматическими соединениями. За последние десятилетия опубликовано большое количество литературы по молекулярным основам ароматов вина. Многие из этих исследований касаются ароматических профилей конкретных сортов и того, как на них влияют факторы окружающей среды и методы управления. Влияние нескольких факторов окружающей среды в этих исследованиях, к сожалению, зачастую не так просто выявить. Многие исследования влияния света на ароматические соединения проводятся с помощью испытаний по удалению листьев, когда обычно повышается температура гроздей, подвергающихся большему воздействию солнечного света. В опытах с орошением или азотными удобрениями энергия роста часто увеличивается. В таких ситуациях трудно сказать, является ли наблюдаемый эффект от обработки прямым или косвенным. Очевидно, что необходим улучшенный план эксперимента, при котором влияние каждого фактора можно было бы изучать без вмешательства других факторов [247].

Терруарные вина – это вина, в букете которых ясно различимы особенности, общие для вин с этой территории. Когда говорят о терруарных винах и терруарах, подразумевают небольшие территории, часто отдельные виноградники. Важное условие терруарных вин – производство вина в той же местности, где выращен виноград. Если винодельня с технологическим циклом находится близко или совсем рядом с виноградником, то ягоды винограда не успевают потерять накопленных свойств во время транспортировки. Терруар отчётливо влияет на вкус вина. Один и тот же сорт винограда, произрастающий на одном терруаре, даёт одно вино, а на другом – совершенно другое. Или, например, вина из разных сортов, выращиваемые в одной местности, становятся очень похожими на вкус.

Как отмечает в своей статье E. Vaudour «An overview of the recent approaches to terroir functional modelling, footprinting and zoning» понятия терруара и их концептуализация через агроэкологические науки стали популярными во многих частях мира. Климат, геология, геоморфология и почва являются основными факторами окружающей среды, которые в разных масштабах составляют эффект терруара. Природные компоненты терруара, которые часто считаются неизменными в

культурном отношении, на самом деле представляют собой набор процессов, которые вместе создают хрупкое равновесие и регулируют его влияние на продукты как в пространстве, так и во времени. Из-за потребности в лучшем понимании вариаций в виноградарстве от региона к местности, так и роста технологий пространственного анализа, изучение терруара перешло от преимущественно описательной региональной науки к более прикладной, технической области исследований. Стремительный рост доступности пространственных данных и технологий зондирования сделал исследования в рамках поля более ценными для отдельного производителя. Результатом стало более широкое внедрение этих технологий. В настоящее время в научных исследованиях терруаров применяют использование новых инструментов для раскрытия биогеохимических циклов макро- и микроэлементов, биологических и химических сигнатур терруаров (то есть метагеномного подхода и регионального дактилоскопирования); зонирование терруаров в различных масштабах: картографирование терруаров и использование технологий дистанционного и прокси-зондирования для мониторинга качества почвы и управления системой сельскохозяйственных культур для улучшения качества продуктов питания. Обе реализации технологий химического и биологического следа терруара и геопространственных технологий являются многообещающими для управления единицами терруара, особенно удаленными и прокси-данными в сочетании с пространственной статистикой. Действительно, управляемые зоны будут обновляться, а влияние методов виноградарства и / или управления почвами будет легче контролировать. Перспектива облегченного пространственного мониторинга терруара позволяет решить еще одну серьезную проблему в ближайшие годы: проблему устойчивости терруара и создание эффективных стратегий управления почвами / виноградниками, которые можно оценивать и применять в различных масштабах управляемые зоны будут обновляться, а влияние методов виноградарства и / или управления почвами будет легче контролировать [366].

Индикаторы безопасности продукции в технологии органического виноградарства

Современной тенденцией обеспечения экологической безопасности в мировом агропромышленном производстве остается развитие органического земледелия, основанного на применении природных саморегулятивных процессов, предполагающего отказ от применения пестицидов, минеральных удобрений и получение экологически чистой (органической) продукции. Это связано с постоянно растущим интересом к потреблению натуральных продуктов, а также стремлением снизить негативное антропогенное влияние на экосистему нашей планеты [377, 318].

По прогнозам Grand View Research, объём рынка органических продуктов к 2025 г. может составить от 15 до 20 % от мирового рынка сельскохозяйственной продукции [314, 97].

Данные современной статистики по экологическому земледелию показывают стремительное увеличение площадей, занятых под органическими виноградниками. Такие виноградники составляют 8 % площади от всего мирового органического производства, из которых почти 90 % находится в Европе, остальные – в Азии, Северной и Латинской Америке. Самыми крупными производителями органического винограда являются Испания, Италия и Франция. Значительная часть виноградников находится в процессе конверсии, перехода от традиционной технологии возделывания культуры на экологически ориентированную. Следовательно, нужно ожидать увеличения площадей, занятых органическими виноградниками [378, 61].

В странах Европы, в США, Японии разработаны законы и директивные положения по производству и контролю органической продукции, обеспечивающие гарантии прав операторов и потребителей рынка [272].

На сегодняшний день в России производство и реализация органических пищевых продуктов регламентируют ГОСТ Р 56104, ГОСТ 33980, ГОСТ 33980-2016, принятая «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.» (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 г.

№ 1264-р) и Закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (вступивший в силу с 1 января 2020 г.), направленные на развитие отечественного органического рынка. Органическое виноградарство в Крыму имеет важное социальное, экономическое значение (развитие экотуризма, сельских территорий, премиального сегмента сельскохозяйственного производства, создание новых рабочих мест, улучшение здравоохранения, рекреации). На Южном берегу Крыма (ЮБК) 11,5 % площади составляют сельскохозяйственные земли, большая часть которых занята виноградниками (до 4 тыс. га), большинство которых находятся вблизи рекреационной зоны, в связи с чем органическое виноградарство должно стать актуальным направлением во всех регионах Крыма [216]. Земледелие по органическим регламентам важно в Крыму и с точки зрения сохранения и улучшения ландшафтного и видового биоразнообразия территории. Крымский полуостров является одним из признанных в мире центров биологического разнообразия флоры и фауны, в связи с чем имеет важный международный статус [80].

На сегодняшний день в Крыму уже около 40 га виноградников сертифицированы, согласно ГОСТ 33980-2016, ряд виноградников возделывается органическими технологиями, но без сертификации или находятся на стадии конверсии (более 20 га).

Производство органического винограда регламентируется рядом параметров, которые могут отличаться в зависимости от системы сертификации. Но базовыми принципами органического сельского хозяйства является использование природных ресурсов для защиты и удобрения растений (минеральных продуктов и продуктов растительного происхождения) и отказ от пестицидов и синтетических удобрений. Современные тенденции экологических исследований, связанные с проблемами климатических изменений и антропогенной нагрузки, предполагают формирование нового мировоззрения, акцентируя внимание на популяризацию таких подходов как органическое виноградарство, биодинамическое виноградарство, устойчивое развитие (sustainability) агроэкосистемы, «разумное сельское хозяйство» (agriculture raisonnee), комплексная борьба с вредителями (IPM) и «точное

виноградарство» (*precision viticulture*), что предполагает сокращение до минимума синтетических средств защиты и применение природных саморегулятивных процессов в агроэкосистеме.

В органическом виноградарстве важное место отводится сохранению и повышению естественного плодородия и биологической активности почвы. Полное исключение пестицидов, негативно влияющих на флору дрожжей почвы и поверхности ягод, предполагает получение более качественных и эксклюзивных терруарных вин [30].

Сегодня существенную роль в питании органических виноградников занимают микробиологические препараты на основе штаммов микроорганизмов с полезными свойствами. К ним относятся препараты микоризообразующих грибов, симбиотические или свободноживущие азотфиксаторы, мобилизаторы фосфора, калия и других сложнодоступных для растений винограда элементов в почве. Сегодня всё больше производителей микробиологических удобрений проходят органическую сертификацию, что делает возможным их широкое применение в органическом виноградарстве.

Органическое сельское хозяйство представляет собой целостную систему управления производством, которая содействует развитию и укреплению здоровья агроэкосистемы, включая биоразнообразие и биологическую активность почвы. При этом наиболее сложным является поддержание продуктивности искусственно созданного агроценоза без применения пестицидов для защиты от вредных организмов. Появление новых виноградников в Крыму с экологически направленным ведением культуры и отказом от традиционных схем защиты предполагает, как следствие, поиск новых решений. Решением этого вопроса является переход от общепринятой борьбы с комплексом вредителей и полного их истребления к ограничению численности вредителя, достижению сбалансированных отношений между организмами и созданию стабильно продуктивного производства. Такие агроценозы приближаются по устойчивости к природным системам, где сбалансированность компонентов обеспечивает их стабильность, саморегуляцию и не допускает массовое развитие одного вида [16, 31, 32].

Основное место в производстве органической продукции занимают физические, механические методы защиты растений и биологический метод, основанный на применении гиперпаразитов патогенных грибов и бактерий, использовании готовых микробиологических препаратов и биологически активных веществ, экстрактов растений.

Исследованиями проведенными в Краснодарском крае Т.Н. Воробьевой, А.А. Волковой, Ю.А. Ветер установлено, что пополнение почвы органическими и микробиологическими удобрениями повысило плодородие, активизировало биопроцессы модификации структуры опасных химикатов. Это значительно улучшило пищевую безопасность продукции и качество ее по химическим показателям. Многосторонний эколого-токсикологический и биохимический анализ винограда показал, что применение комплексного органического удобрения, обеспечившего очищение почвы от токсичных остатков, позволило получить экологически безопасную продукцию, значительно улучшить качество винограда [35]. Ими было установлено, что при 3-летнем применении биотехнологии степень миграции опасных химикатов из почвы в ягоды уменьшается с 60 до 90 %, содержание токсичных остатков не превышает установленных норм. Качество винограда по отдельным биохимическим показателям улучшается в 1,5-3 раза в сравнении с продукцией промышленных участков [34].

Преобладающая научная направленность исследований терруаров – это взаимосвязь между растениями и окружающей средой, обусловленная изменчивостью участков, а также влияние методов производства во взаимодействии с окружающей средой на состав сельскохозяйственных культур [248].

Подход к изучению взаимосвязи между терруаром и особенностями вина зависит от масштаба, поскольку различные факторы влияют на выбор сельского хозяйства и производительность винограда на региональном уровне или уровне виноградников. В последнее время наука перешла от описательной региональной науки к области технических исследований, сфокусированных на изучении вариаций биофизических характеристик участка виноградника (почва, климат, топография и т. д.) и его взаимодействия с виноградной лозой. Большая часть этой работы

связана с методологиями точного земледелия [243]. В настоящее время большая часть этих биофизических исследований, связанных с терруаром, основана на зонировании и описании взаимодействий между растениями и окружающей средой на данном участке [367, 376].

Методология формирования терруаров заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность винограда и качество продукции. Количество их зависит от сложности экологической обстановки и уровня планируемой урожайности.

Чтобы разработать эффективный механизм управления процессом возделывания винограда, необходимо иметь глубокое и четкое понимание самого процесса. Это особенно актуально для технологического процесса в терруарах. В Российской Федерации целенаправленных научных исследований по изучению параметров продуктивности и качества винограда и винопродукции в терруарах до настоящего времени велось мало.

1.6 Адаптационный потенциал растений винограда в условиях температурного и водного стрессоров

Развитие современного виноградарства не представляется возможным без изучения адаптационных способностей сортов и гибридов винограда. Стрессовые условия приводят к значительному снижению продуктивности виноградных насаждений. Изучение адаптационного потенциала растений при воздействии высоких температур и на фоне дефицита доступной влаги позволяет определить наиболее перспективный сортимент для конкретной зоны возделывания культур. Учитывая вышеизложенное, использование физиолого-биохимических методов исследования, дающих наиболее полную информацию о функциональном состоянии растений, представляется важным этапом разработки систем снижения последствия абиотических стресс-факторов, в том числе засухи и субоптимальных температур.

Засуха является одним из наиболее вредоносных факторов для сельского хозяйства во всем мире, а повышение урожайности в условиях дефицита воды является одним из важных направлений селекции растений [253]. У растений в процессе эволюции возникли способы физиологической адаптации к дефициту воды в почве. Реакция растений зависит от длительности и интенсивности засухи и меняется от кратковременных физиологических изменений [347] до глубокой акклиматизации и общей адаптации к засухе [223].

Засуха является физиологической формой дефицита воды, при которой почвенная влага становится недостаточной для растения, что приводит к ряду нарушений на молекулярном, клеточном и тканевом уровне [312]. Выделяют три типа стратегии ответной реакции растений на дефицит воды: избегание засухи, предотвращение засухи и устойчивость к засухе [233, 333]. Первая заключается в том, что растение заканчивает свой жизненный цикл или прекращает рост и развитие до наступления засухи, тем самым избегая воздействия данного стрессового фактора. Стратегия предотвращения засухи основана на увеличении водопоглощения и снижении потерь воды благодаря работе устьиц и корневой системы. Устойчивость к засухе позволяет растению переносить низкое содержание влаги в тканях, регулируя осмотическое давление и активируя антиоксидантную систему защиты.

Последние две стратегии характеризуют как разную экологическую принадлежность растений, так и являются разными этапами ответной реакции на засуху в зависимости от ее продолжительности. При незначительном дефиците воды растениям достаточно усилить всасывающую способность корневой системы и снизить фотосинтетическую активность листьев. Если же засуха продолжается в течение длительного периода, включаются другие механизмы адаптации, обеспечивающие накопление защитных белков и низкомолекулярных осмолитов, детоксификацию активных форм кислорода (АФК) путем синтеза антиоксидантных ферментов, а также увеличивается экспрессия генов засухоустойчивости [312, 296].

Таким образом, для оценки устойчивости растения к дефициту воды учитывают показатели фотосинтетической активности листьев, работы как ферментативных механизмов защиты, направленных на нейтрализацию окислительного

стресса, так и не ферментативных, а также параметры водного режима и экспрессию генов транскрипционных факторов, выполняющих ключевые регуляторные функции. К примеру, у трансгенных форм яблони, характеризующихся сверхэкспрессией транскрипционного фактора MdNAC1, исследователи отмечали более высокие показатели содержания воды и пигментов в листьях относительно дикого типа и, в тоже время, сниженные значения выхода электролитов и концентраций АФК при воздействии засухи [293]. Для сорта яблони Фуджи были исследованы фотосинтетические характеристики листа при различных уровнях недостатка влаги, которые снижались по мере усиления засушливости условий произрастания, а накопление АФК и активность антиоксидантных ферментов, напротив, увеличивались [370]. В исследованиях по засухоустойчивости миндаля и сливы было обнаружено снижение двух параметров – индекса стабильности мембран (MSI) и относительного содержания воды (RWC) в листьях [302, 357,]. Уменьшение RWC и дегидратация клеток приводят к некоторым нарушениям клеточного метаболизма, что инициирует образование активных форм кислорода (АФК). АФК повреждает клеточную мембрану и другие клеточные структуры, что приводит к снижению индекса мембранной стабильности. Косвенная оценка выработки АФК может проведена на основе измерения содержания малонового диальдегида (МДА). Данный параметр широко используется в качестве маркерного признака развития вторичного окислительного стресса в клетках растений, подверженных негативному воздействию [334, 383, 292].

Наряду с перечисленными показателями фотосинтез является наиболее чувствительным к изменению факторов окружающей среды. Снижение эффективности большинства фотосинтетических реакций сопровождается понижением содержания воды в тканях растений, вызванное даже незначительной засухой. Хлорофилл является одним из основных фотосинтетических пигментов растений. Содержание хлорофилла резко снижается при возникновении и развитии окислительного стресса, ингибирования синтеза предшественников хлорофилла, усиления деградации хлорофилла в условиях засухи [319, 227, 264, 311]. Однако, Mohan с соавто-

рами сообщили, что стресс может не оказывать существенного влияния на содержание хлорофилла в тканях растений, в то время как индекс стабильности хлорофилла (CSI) является более точным показателем устойчивости пигментного аппарата к действию стресс-фактора [323].

Температура - один из факторов окружающей среды, ограничивающих географическое распространение и напрямую влияющих на рост, развитие и метаболизм растений. Воздействие низких стрессовых температур приводит к повреждению тканей и гибели растений, что влечет за собой существенные экономические потери в сельскохозяйственном производстве.

Важным компонентом низкотемпературного стресса является вторичный окислительный стресс. Причиной его возникновения является образование в клетках растений активных форм кислорода (АФК), и в большинстве случаев окислительный стресс сопровождается другими видами стрессов [281]. АФК – продукты неполного восстановления O_2 , обладающие повышенной химической активностью. К основным АФК относятся: синглетный кислород 1O_2 , супероксидный анионорадикал $O_2^{\bullet-}$, перекись водорода H_2O_2 и гидроксильный радикал $\bullet OH$ [363]. Они образуются в живых организмах в цепях переноса электронов, в побочных химических реакциях, в некоторых ферментативных реакциях, а также при фотосенсибилизации. В норме в клетке существует динамическое равновесие между скоростями образования и удаления АФК, приводящее к низкой постоянной концентрации АФК. В умеренных концентрациях АФК служат передатчиками сигналов в растении [328]. Концентрация АФК может повышаться при увеличении скорости образования АФК или при ослаблении защитных механизмов. Такое состояние приводит к накоплению окислительных повреждений клеточным составом и называется окислительным стрессом [232].

При снижении температуры увеличивается вязкость липидных мембран, что приводит к нарушению функционирования мембранных цепей переноса электронов [71]. Как следствие, электроны из цепей переноса переходят на молекулярный O_2 с образованием его активных форм. Пониженная температура также снижает активность ферментов, включая цикл Кальвина и антиоксидантные ферменты, и

таким образом усиливает или вызывает окислительный стресс на свету [232]. При стрессах, в том числе холодовых, активируется мембранная НАДФ-оксидаза, производящая АФК. В растительной клетке местами образования АФК являются хлоропласты, пероксисомы, митохондрии, плазматическая мембрана, эндоплазматическая сеть и клеточная стенка [353]. Хлоропласты являются одним из главных источников АФК и окислительного стресса в растении из-за высокой интенсивности фотосинтетических реакций и наличия в фотосинтетическом аппарате многих мест, где O_2 вступает в побочные реакции с образованием АФК [225].

Для противодействия окислительному стрессу в растении существует антиоксидантная система. Она включает антиоксидантные ферменты [321], альтернативную оксидазу митохондрий, неферментные низкомолекулярные антиоксиданты, полифенолы, а также многофункциональные защитные вещества (пролин, низкомолекулярные сахара, белки дегидрины). Антиоксидантные ферменты служат для устранения АФК. Супероксиддисмутаза (СОД) катализирует диспропорционирование супероксидного анионорадикала $O_2^{\bullet-}$ до H_2O_2 и O_2 . Перекись водорода устраняется пероксидазами и каталазой. На многих видах растений показано, что при закаливании увеличивается экспрессия генов и активность антиоксидантных ферментов – СОД, каталазы, различных пероксидаз, глутатионредуктазы [71]. Экспериментальные данные последних лет показывают, что уровень активности пероксидазы является показателем устойчивости растения к низким температурам [329, 290, 307]. Более того, описаны случаи, когда сверхэкспрессия пероксидазы в растении приводит к увеличению устойчивости растения к низкотемпературному стрессу [350]. Ранее проведенный нами анализ изоформ пероксидазы во флоэме лозы винограда сортов, отличающихся по зимостойкости, позволил обнаружить отличия в изоферментном спектре [87]. Согласно исследованиям Gu с соавт., активность супероксиддисмутазы, каталазы и аскорбатпероксидазы у растений винограда с контрастной морозостойкостью была сходной, однако, активность пероксидаз III класса отражала устойчивость растений к низким температурам воздуха [287]. Для винограда было показано повышение активности пероксидаз и СОД при холодовом стрессе [350, 1].

Аскорбат и глутатион – самые важные водорастворимые низкомолекулярные антиоксиданты растений. В хлоропласте они обезвреживают H_2O_2 , образующуюся при восстановлении O_2 от насыщенной хлоропластной цепи переноса электронов. В аскорбат-глутатионовом цикле участвуют ферменты аскорбатпероксидаза, монодегидроаскорбатредуктаза, дегидроаскорбатредуктаза, глутатионредуктаза [226]. Показано увеличение содержания аскорбата и восстановленного глутатиона при холодной адаптации многих видов растений. Также показано накопление других низкомолекулярных антиоксидантов – флавоноидов, антоцианов, каротиноидов и токоферола [71].

Альтернативная оксидаза митохондрий окисляет убихинол и восстанавливает O_2 до воды в обход комплекса III, из-за чего уменьшается образование АФК. Было показано, что при низкой температуре увеличивается транскрипция и содержание альтернативной оксидазы у разных видов [212].

Увеличение ёмкости антиоксидантной системы для повышения устойчивости к холоду - общая закономерность, наблюдаемая у различных видов растений. Однако существуют видовые и сортовые особенности в поведении различных компонентов антиоксидантной системы [212, 87]. Также не всегда существует зависимость между характеристиками антиоксидантной системы и морозостойкостью. Поэтому выявление маркера морозостойкости среди антиоксидантов у каждого вида растений требует отдельного исследования.

Воздействие низкой температуры прежде всего сказывается на клеточной мембране, ее повреждение провоцирует ряд физиологических и биохимических реакций [361], активирует сложные сигнальные каскады, провоцирующие серию физиологических и биохимических трансформаций и изменение экспрессии генов, что в конечном итоге повышает устойчивость к низким температурам [354]. У большинства растений морозостойкость повышается после воздействия низкой не повреждающей температуры в течение некоторого времени – закаливания или акклиматизации [285]. В процессе акклиматизации растениями воспринимается внешнее воздействие, что приводит к запуску ряда защитных механизмов, которые

включают изменение состава, структуры и функции мембран; синтез молекул криопротекторов, таких как растворимые сахара, белки и пролин и другие, повышение активности антиоксидантных ферментов [282, 270, 371, 298]. Соединения, обладающие криопротекторными свойствами, участвуют в снижении содержания свободной формы, тем самым препятствуя образованию кристаллов льда в клетках [282, 298]. Образование особых защитных белков антифризов (AFP), дегидринов (DHN) и белков теплового шока (HSP) является одной из важнейших реакций растений на низкотемпературный стресс [306, 291]. Эти белки усиливают обезвоживание клеток, стабилизируют мембраны, защищают ферменты и поддерживают метаболические процессы при воздействии стрессового фактора [291]. Таким образом, изменение содержания в криопротекторных компонентах в тканях растений при воздействии стресса может быть использовано в качестве физиолого-биохимических индикаторов морозостойкости винограда.

Анализ климатических изменений за более чем 30-летний период, проведенный ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» по данным метеорологических бюллетеней, свидетельствует о нарушении цикличности природно-климатических процессов, формирующейся тенденции усиления континентальности климата на юге России, что приводит к разбалансировке биологических циклов в развитии растений, усилению метеострессовых повреждений, повышенному риску потери растений и урожая [127].

Как результат, наблюдается выраженное снижение реализации продукционного потенциала растений в разные годы, что приводит к существенному осложнению прогнозирования урожая и качества плодов, повышению издержек при производстве. Раскрытие механизмов формирования устойчивости растений к стрессовым факторам является сложной задачей для многолетних древесных культур в связи с длительностью процесса развития, крупными размерами растений, сложной генетической структурой. Большинство возделываемых сортов винограда обладает низкой адаптивностью к экологическим стрессовым факторам. Зачастую, замена

этих сортов в сортименте является невозможной, особенно в виноградарстве технических сортов, так как существуют технологические регламенты переработки конкретного сорта и сортовые технологии виноделия.

Решением перечисленных выше проблем может стать разработка технологий снижения последствий абиотических стрессовых факторов. Поиск способов оценки состояния растений и наиболее чувствительного к воздействию стресс-фактора физиологического процесса растений винограда является необходимым элементом в разработке таких технологий.

1.7 Адаптационная устойчивость винограда к стрессам зимнего периода

Низкотемпературные стрессы приводят к серьезным повреждениям и снижению урожайности виноградного куста. Прогнозы зарубежных исследователей свидетельствуют, что в будущем виноградная лоза будет еще менее морозостойкой [224].

Формирование свойств холодо- и морозостойкости происходит в условиях длительного действия низких температур при закалке, при этом закаливающие температуры должны быть несколько выше повреждающих.

При закаливании, прежде всего, происходят биохимические изменения, направленные на поддержание стабильности мембран и предотвращение утечки ионов из клеток, что связано с изменениями состава и содержания мембранных липидов [286].

Установлено, что зимостойкость виноградной лозы в значительной степени зависит от степени вызревания ее тканей и их оводненности к началу зимнего покоя [134]. К моменту полной зрелости побегов (конец сентября-начало октября) содержание в них воды стабилизируется на довольно низком уровне (в среднем около 50 % в пересчете на сырой вес) и удерживается на нем в течение ряда холодных месяцев с тенденцией к некоторому дальнейшему снижению в период устойчивой

морозной погоды зимой. Содержание общей воды в побегах винограда сортов Chardonnay, Concord, Semillon, Cabernet Sauvignon (в Вашингтоне), Riesling (в Нью-Йорке), Niagara (во Фредонии) к началу зимнего периода по данным M.C. Goffinet составляло около 50 % [285].

При этом изменяется соотношение между различными формами воды в сторону уменьшения свободной воды и повышения доли связанной воды. Более морозостойким сортам свойственна, как правило, более низкая общая оводненность вызревших побегов и пониженное содержание в них фракции свободной воды. Увеличение процента связанной воды в побегах и почках винограда коррелирует с повышением их морозостойкости [325, 326].

Полностью вызревшие побеги являются более зимостойкими, чем слабо вызревшие. Сорта винограда, у которых вызревание побегов начинается рано и проходит энергичными темпами обладают обычно повышенной морозостойкостью по сравнению с сортами, у которых вызревание побегов запаздывает или осуществляется очень медленно. Темпы, сроки и степень вызревания побегов обуславливаются многими обстоятельствами и, прежде всего, процессами роста, которые в свою очередь находятся в прямой зависимости от агротехнического ухода за растениями, условий питания и водообеспечения, факторов внешней среды и, в частности, от фотопериода.

Гистохимические определения показали, что в первую очередь и в наибольшей степени (обычно полностью) крахмал расщепляется в тканях луба, тогда как в тканях древесины значительная часть крахмала сохраняется.

При повышении в холодное время года температуры характер внутриклеточного обмена веществ меняется и растения могут полностью или частично потерять состояние закалки. При последующем устойчивом понижении температуры растения способны вновь стать закаленными, если только оттепели не вызвали начала ростовых процессов. Следовательно, морозоустойчивость растений есть обратимое физиологическое состояние. К весне морозостойкость зимующих растений заметно (часто очень сильно) снижается, а способность к закаливанию у них ослабевает. Наивысшая степень устойчивости проявляется растением в самые морозные месяцы.

Относительно высокие среднесуточные и максимальные температуры октября (не говоря уже о сентябре) препятствуют прохождению второй фазы закаливания, а, следовательно, и развитию морозостойкости. Поэтому в октябре, а тем более в сентябре) черенки различных, в том числе и очень устойчивых сортов и видов винограда, подвергавшиеся периодическому воздействию искусственных морозов небольшой интенсивности (8-10 °C), имеют очень значительный выпад глазков и морозобойные пятна на коре [195, 196].

Наступающее в ноябре похолодание способствует гидролизу крахмала, накоплению в растительных клетках защитных веществ, перестройке коллоидов цитоплазмы и заметно повышает, особенно во второй половине месяца, морозостойкость, но оказывается еще недостаточным для развития этого свойства в полной мере, поскольку понижение температуры в ноябре нередко прерывается довольно значительным прогреванием воздуха в дневные часы. Межсортные различия по отношению к морозам сказываются в ноябре уже более отчетливо [196].

Физиолого-биохимические превращения, происходящие в органах и тканях виноградного растения в течение вегетационного периода, в значительной степени обеспечивают их зимостойкость. Ассимиляты, образовавшиеся в течение лета виноград использует на поддержание жизненных процессов и вегетативный рост. Значительную долю продуктов ассимиляции виноград, как и большинство других древесных растений, накапливает в древесине, сердцевинных лучах и клетках коры в виде запасных веществ, преимущественно углеводов (крахмала, сахаров), гемицеллюлоз и др. [327].

Низкие температуры инициируют в растениях изменения углеводного метаболизма. Углеводы, которые накапливаются в период низкотемпературной адаптации выполняют ряд защитных функций. С содержанием растворимых углеводов отрицательно коррелирует гибель почек. Установлено, что боковые побеги снижают устойчивость бутонов к низким температурам, поэтому рекомендуется удалять боковые побеги во время летней обрезки [305].

Уменьшение количества крахмала и повышение содержания сахаров в растениях связаны с морозостойкостью. Сахара играют большую роль в развитии морозостойкости, они препятствуют образованию или уменьшают концентрацию токсических веществ, которые образуются при обезвоживании клеток посредством льдообразования; они являются основным субстратом для энергетических и биосинтетических процессов, происходящих в период закаливания при низких положительных температурах. Показано, что у морозостойких сортов винограда сорта при действии низких температур усиливается гидролиз крахмала и накопление в цитоплазме растворимых сахаров [309, 271].

Сахара, накапливаемые в большом количестве, действуют, прежде всего, как осмолиты для поддержания клеточного гомеостаза (осморегуляторная функция). В результате повышения общего содержания сахаров, точка замерзания содержимого клеток снижается (антифризная функция), и образование льда происходит в межклетниках. При этом протопласт постепенно обезвоживается, что препятствует внутриклеточному образованию льда.

Зимостойкость корнесобственных растений *Vitis amurensis* Rupr. из Китайской Национальной коллекции генетических ресурсов винограда коррелировала с общим содержанием растворимых сахаров в побегах [381].

В условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края увеличение содержания водорастворимых сахаров происходило с ноября по январь, затем содержание этих углеводов начало снижаться, свидетельствующее об активном их участии в защитной функции от замерзания [325, 326].

Изменения клеточных мембран являются, по-видимому, наиболее ранней реакцией на действие гипотермии и рассматриваются как определяющие. При действии пониженных температур происходит фазовый переход мембран клеток неустойчивых растений из эластичной жидкостно-кристаллической в твердо-гелевую структуру. Это приводит к значительным изменениям свойств мембран и активности мембраносвязанных ферментов [297].

Воздействие низких температур приводит в первую очередь к инактивации систем активного транспорта и усилению пассивного выхода из клеток ионов и сахаров [134]. При этом значительно возрастает пассивный выход ионов калия и сахаров из клеток через поврежденные клеточные мембраны.

Высокая концентрация калия во внеклеточном растворе ведет к инфильтрации ткани водой, набуханию протоплазмы, хлоропластов, митохондрий. Увеличивающаяся утечка ионов кальция из поврежденных морозом клеток приводит к значительным повреждениям мембранных структур. Обнаружено, что углеводный обмен и ионы кальция играют определенную роль в перезимовке виноградной лозы [294, 301].

В различных эколого-географических условиях выявлена связь между морозостойкостью и увеличением концентрации сахарозы и пролина в зимующих почках виноградной лозы [231].

Установлено, что важная роль в адаптации растений к низким температурам принадлежит фитогормону абсцизовой кислоте (АБК). Содержание АБК повышается в почках винограда при переходе растений в состояние покоя и уменьшается с началом ростовых процессов [299, 310].

Наряду с абсцизовой кислотой фенольные соединения входят в состав так называемого β -ингибиторного комплекса, который ответственен за физиологический покой. Выявлено, что фенолкарбоновые кислоты (хлорогеновая, кофейная) препятствуют неконтролируемой потере воды у винограда [360].

Другие фенольные соединения – антоцианы и халконы вовлечены в защитный механизм, экранирующий вредное УФ-излучение, что предполагает их специальную тканевую локализацию в верхнем эпидермисе и коре виноградной лозы [228]. При обработке сульфатом калия увеличивается содержание общих фенолов и зимостойкость [300].

Пероксидазу можно причислить к числу широко изученных среди оксидоредуктаз ферментов виноградной лозы, однако сведения относительно ее связи с морозоустойчивостью растений разноречивы. Исследования показали, что зимой ак-

тивность пероксидазы в лубе высокая и в 5-6 раз превосходит активность полифенолоксидазы, а в ксилеме их активность примерно одинаковая. Исследования на других сортах и гибридах подтвердили эту закономерность. Оказалось, что осенью уровень активности пероксидазы и ее отношение к активности полифенолоксидазы в лубе морозоустойчивых сортов и гибридов винограда, как правило, выше, чем у слабоустойчивых (более чем в 2 раза). Превосходство в активности пероксидазы в сортовом разрезе сохраняется в условиях умеренно-холодных и суровых зим. Однако максимум активности пероксидазы не всегда совпадает с годовой минимальной температурой [196].

Энергетическое превосходство метаболических реакций морозоустойчивых сортов доказывается комплексом признаков: высоким уровнем содержания нуклеотидов, белков, органических кислот, оксидоредуктаз при воздействии критических морозов.

По полученным данным из многообразных и взаимосвязанных звеньев метаболизма (крахмал – сахароза, сахароза – моносахара, крахмал – липид, белок – аминокислота и др.) важную роль в создании повышенной морозоустойчивости лозы, видимо играет сопряженность процессов обмена в звеньях фосфолипид липопротеид – белок. Остальные изученные звенья совместно с этим вносят определенный вклад в реализацию потенциала морозоустойчивости.

В связи с этим биохимическое понимание морозоустойчивости виноградной лозы в определенной степени может объяснить механизм сохранения клеточных структур при воздействии низких температур. Совокупность проведенных исследований показывает специфичность и сравнительную энергетическую эффективность всего комплекса углеводного, липидного, белкового, нуклеотидного обмена в формировании высокой морозоустойчивости растений. Следовательно, морозоустойчивость обуславливается не только способностью растений винограда к накоплению низкомолекулярных веществ, входящих в "молекулярный актив" защитного механизма, но и способностью непрерывного биосинтеза биополимеров (олигосахаридов, белков, фосфолипидов, триглицеридов, нуклеиновых кислот, нуклеотидов, липопротеидов). Весь комплекс этих соединений создает водоудерживающие силы.

В последние годы ученые успешно используют достижения молекулярной биологии и биотехнологии в создании мутантных и трансформированных растений для изучения роли отдельных генов и выявления ключевых белков, способных повышать устойчивость к низкой температуре. Недавними исследованиями выявлено, что ген белка U-бокса VaPUB быстро реагировал как на холодовой стресс, так и на атаку патогенов в виноградной лозе, а также значительно влиял на накопление белков, связанных с устойчивостью [295].

Применение геномных подходов позволило идентифицировать несколько генов, экспрессия которых связана с зимним покоем. Проведенный анализ холодоустойчивости 18 диких видов *Vitis*, обитающих в Китае и 7 видов *Vitis* родом из Америки на содержание растворимых сахаров, растворимых белков, малонового диальдегида, свободного пролина в однолетних побегах показал, что дикий китайский вид *V. amurensis* является наиболее морозоустойчивым, затем идут *V. yehanensis*, а затем *V. adstricta* [384].

1.8 Адаптационная устойчивость растений винограда к стрессам летнего периода

Важной составляющей адаптивного потенциала сортов винограда является устойчивость к летним стрессам (повышенным температурам и засухе). Многими исследованиями подтверждено заметное влияние недостатка влаги и повышенной температуры на рост, обмен веществ, физиологические процессы, продуктивность и качество винограда. Изучено влияние глобальных изменений климата на физиологические процессы растений, включая фотосинтез, дыхание, эффективность использования влаги, химические компоненты и др. Рассмотрено действие и взаимодействие изменений концентрации CO₂ в атмосфере, температуры и засухи на физиологические процессы [275].

В отличие от многих растений виноград, культивируемый в засушливых условиях, не обнаруживает признаков подвядания, так как способен хорошо приспособляться к изменению влажности. Этому способствует мощно развитая, глубоко проникающая в почву корневая система, хорошо развитая водопроводящая сосудистая система, а также регулирующие транспирацию механизмы (устьица, вододерживающие силы, натяжение водных нитей в сосудах и пр.), предохраняющие растения от чрезмерного обезвоживания.

В условиях водного стресса у винограда происходит нарушение ассимиляции CO_2 , закрываются устьица, происходит нарушение клеточных структур и макромолекул, следствием чего является нарушения в росте и продуктивности. Постепенное увеличение дефицита воды, в течение вегетационного периода, приводит к постепенному закрытию устьиц таким образом уменьшая потерю воды транспирацией и усвоением углерода. Выявлено, что устьичная регуляция в условиях нехватки воды формирует кратковременную адаптацию растений к водному стрессу [386].

При изучении водного режима, газообмена и аккумуляции органических растворимых веществ и ионов в листьях *Vitis vinifera* при нормальном водоснабжении (контроль) и водном стрессе установлено, что осмотический потенциал при полном тургоре и в точке его потери, интенсивность фотосинтеза и устьичная проводимость существенно снижались у стрессовых растений в сравнении с контрольными. Концентрация крахмала снижалась почти в 3 раза у стрессовых растений, но не было существенных различий в накоплении сахаров [336].

Показано, что значения водного дефицита варьируют у сортов винограда в пределах от 15,48 до 52,19 %. Минимальный водный дефицит отмечался у подвоя Berlandieri x Ripana, а максимальный – у гибрида Solonis x Othello. Сорта Bainshiari, Bhokri, Black Monukka, Cheemashebi, Kishmish Raso, Motia и подвой Berlandieri x Riparia и Riparia x Rupestris оказались существенно более устойчивыми к засухе, чем остальные генотипы [337].

Промышленные бессемянные сорта винограда Tas-A-Ganesh и Thompson Seedless по показателям водного дефицита (соответственно 42,45 и 38,51 %) были

сравнимы с сортами, имеющими семена в ягодах, которые обладают средней степенью восприимчивости к засухе. Среди изученных генотипов 8 были устойчивыми, 32 толерантными. 22 восприимчивыми в средней степени и 3 восприимчивыми к засухе [382].

У устойчивых к засухе сортов отмечен более высокий водный потенциал за счет удержания воды осмотически активными веществами, а также использования других механизмов. Выявлено, что стабильным механизмом адаптации к водному стрессу было снижение нарастания площади листьев, позволявшее стрессовым растениям меньше терять воды. В течение годового цикла содержание влаги в листьях значительно снизилось (до 21 %), а также уменьшилась площадь листьев [274].

Повышенные температуры и засуха приводят к адаптивным изменениям гормональной системы растений. Показано, что в условиях водного стресса интенсивность транспирации листьев виноградной лозы регулируется абсцизовой кислотой (АБК), формирующейся в клетках мезофилла. Экзогенная АБК стимулирует гидроактивное движение замыкающих клеток устьиц, понижая благодаря этому общую потребность растений в поступлении воды [239].

Сохранение жизнедеятельности растений при недостатке воды тесно связано с функционированием пигментных систем. В засуху отмечается подавление синтеза хлорофилла и увеличение содержания каротиноидов. Соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов, отражающее степень приспособленности растений к неблагоприятным факторам среды является индикатором стрессового состояния или повреждения фотосинтетического аппарата. После засухи синтез каротиноидов продолжался еще 30 дней до созревания ягод винограда, после чего произошло значительное снижение соотношения хлорофиллы/каротиноиды ($2,62 \pm 0,31$) [274].

Обзор исследований суточных, сезонных и метамерных (возрастных) изменений фотосинтеза, как и влияния некоторых агротехнических и экологических факторов на фотосинтетическую активность листьев позволяет сделать следующие выводы. В течение дня наступают значительные изменения ассимиляционной активности листьев виноградной лозы.

Многие авторы установили, что начиная с низких значений в ранние утренние часы ассимиляция постепенно усиливается, достигая максимума около полуденных или в первые послеполуденные часы. После полудня интенсивность фотосинтеза снова постепенно понижается, вследствие чего суточный ход фотосинтеза представляет типичную одновершинную кривую, почти параллельную дневным изменениям инсоляции. В результате этого к во второй половине вегетации большую роль в питании виноградной лозы и накоплении сахара в ягодах играют листья средних и верхних частей побега, более молодые и жизнедеятельные.

В ходе вегетации содержание мальтозы, фруктозы в листьях винограда возрастает до фазы формирования и роста ягод, а в процессе созревания несколько снижается. В начале созревания в ягодах преобладает фруктоза, позже – глюкоза. Обнаружено, что в конце вегетационного периода сахароза является основным сахаром в виноградных листьях. Концентрация глюкозы превышала концентрацию фруктозы в 1,3-2,4 раза в период быстрого роста листьев, однако это соотношение снижалось до 1,0, когда листья полностью сформировывались. В листьях винограда, находящегося в засушливых условиях, содержится больше сахаров, чем в листьях орошаемого винограда, в связи с чем происходит снижение интенсивности фотосинтеза.

Основным веществом, переносящим ассимиляты, является сахароза. Во флоэме виноградной лозы ее количество в 12-14 раз больше по сравнению с глюкозой и фруктозой. В ксилеме сахарозы в 6-20 раз больше, чем моносахаридов [196].

Температура листьев выше оптимальных значений (выше 28-30 °C) в сочетании с недостаточным водообеспечением растений вызывает депрессию газо- и водообмена, ухудшает минеральное и воздушное питание, исключает возможность нормального самоохлаждения листьев в процессе транспирации и приводит к опасному перегреву тканей, резкому нарушению в них метаболизма, смещению ферментного равновесия в сторону гидролиза. Следствием этого является накопление в листьях сахаров и других осмотически активных продуктов расщепления высокополимерных соединений.

У многих сортов в засушливые годы во вторую половину лета наблюдается почти полное засыхание листьев на основных побегах; сохраняются лишь как более засухоустойчивые закончившие свой рост листья верхних ярусов и пасынков. Массовое отмирание, засыхание и опадение под действием сильной засухи листьев связано, скорее, с перегревом, чем с их обезвоживанием, поскольку содержание воды в полусохших листьях мало отличается от содержания воды в листьях, не поврежденных засухой.

Во время засухи сосущая сила листьев превышает сосущую силу растущих ягод, происходит оттягивание воды листьями от ягод, тургесцентность их ослабляется. Благодаря постоянному водному дефициту рост ягод замедляется, и они не достигают такой величины, как при поливе [250].

Водным отношениям в ягодах винограда, накоплению в них сахара, антоцианов при действии повышенных температур и засухи придается большое значение, поскольку величина урожая является итоговым показателем приспособленности растений к засушливым условиям местообитания [372, 229, 263, 278].

Показано, что катионы калия участвует в фотосинтезе и выполняют многочисленные функции, связанные с водными отношениями в ягодах, включая процессы роста, тургора и флоэмного транспорта. Накопления калия имеет сильное влияние на pH сока и поэтому также имеет важное значение для ягод, сока, кислотности и цвета вина [368].

На сегодня получено немало фактов, свидетельствующих о том, что адаптация растений к стрессовым условиям коррелирует с усилением антиоксидантной защиты, компонентами которой являются пролин, пероксидаза, каротиноиды, аскорбиновая кислота и др. Эти метаболиты могут служить маркерами развития окислительного стресса и диагностическими критериями засухоустойчивости винограда.

Обнаружено, что в лозе винограда в период созревания ягод пероксидаза имела наиболее высокую активность (0,20-0,51 Ед/мг), возможно, из-за участия в деградации хлорофилла, в то время как общее содержание фенолов начинало в это время снижаться [274].

В последние годы сделаны значительные успехи в изучении генома винограда, в обнаружении генов, экспрессия которых повышалась в условиях засухи, локализации локусов, регулирующих сеть генов, активирующихся при водном стрессе [380, 385].

Данный обзор литературы свидетельствует о разрозненности исследований отдельных звеньев метаболизма, что не позволяет получить целостной картины адаптации растений винограда к абиотическим факторам.

В связи с этим, разработка нового методологического подхода, представляющего собой комплексное изучение водного режима, белкового, углеводного и вторичного обмена веществ в виноградной лозе в годичном цикле позволит дать более полную характеристику процессов формирования адаптационной устойчивости винограда, выявить сорта, перспективные для селекции и возделывания в экологических условиях Краснодарского края.

1.9 Математическое моделирование в виноградарстве

Математическое моделирование в виноградарстве выражается в различных формах, как в виде простых формул на основе регрессионного анализа [335], так и в формате сложных динамических моделей [245]. Направления моделирования в виноградарстве можно условно разделить на пять групп: самого растения (его морозостойкости, засухоустойчивости, внутренних биохимических процессов) фенологические, продуктивности, качества и комплексные [134]. Отдельно следует учитывать и погодно-климатические модели, для зонирования территорий и определения текущих и будущих агроклиматических индексов, связанных с виноградарством [276, 369].

Основой моделирования чаще выступают крупные массивы данных – базы данных зависимых и независимых переменных. К первой группе относятся показатели виноградного растения – фенология [265, 303], коэффициенты плодоношения

и плодородности, урожайность [20] и др. [338], ко второй – природные и антропогенные агроэкологические факторы [234], например, климатические и почвенные [9, 85].

Фенологические модели в основном используют температурные параметры: среднесуточные температуры [322], суммы температур выше определенного предела [340], низкие или высокие температуры воздуха, ограничивающие прохождение фаз вегетации [283]. Благодаря данным моделям возможно определение как отдельных фенологических дат, например, дата распускания почек на основе температур воздуха периода покоя почек [280, 313], так и всего вегетационного периода [324, 256, 343]. С помощью математического аппарата уточняются базовые температуры для фенологических фаз [332]. Существуют модели прогнозирования количества дней до начала фенологических фаз на основе уравнений множественной регрессии [351]. Для виноградарства в тепличных условиях также проводятся исследования [221].

Математическая модель продуктивности с целью управления урожайностью, разработанная для Северо-Восточного лесостепного региона Украины (Харьковская область), использует в качестве независимых переменных данные о солнечной радиации, сумму эффективных температур и годовую сумму атмосферных осадков года, предшествующему году сбора урожая [355].

Качество винограда в основном представлены моделями содержания сахара в ягодах. Иногда в моделях включены общая кислотность, яблочная и винная кислоты, доступный азот дрожжей, pH и гниль гроздей как параметры; в независимые параметры помимо климатических включены почвенные и агротехнические [234]. Есть модели на основе дегустационных оценок [365].

Одним из главных примеров комплексных моделей как винограда, так и сельскохозяйственных культур является модель STICS [245]. Она моделирует онтогенез растения, продуктивность и качество. Используя данную модель, проводились исследования влияния волн тепла на состояние виноградных насаждений в Европе по настоящим данным погоды, почвы и рельефа с 1986 по 2015 г. и модифицированным по температурам [276].

Моделирование используется и для страховых рисков по урожайности на основе неэкстремальных и экстремальных погодных явлений [369].

Математическое моделирование в нашей стране представляло собой в основном формулы для прогноза [265]. В настоящее время подобными исследованиями занимаются Л.Ю. Новикова и Л.Г. Наумова: тенденции в изменении продолжительности вегетации, урожайности и качества сортов винограда [106, 107, 116, 117, 115]; модель температурной регуляции развития винограда; динамическая модель сезонного развития винограда. В Крыму разработаны математические модели пространственного распределения теплообеспеченности и морозоопасности на территории республики для эффективного размещения виноградных насаждений [165, 166]. Выполнен корреляционный анализ влияния агрометеорологических условий в динамике на урожайность и качество сорта Мускат Белый [167]. Создана многофакторная модель зависимости урожайности винограда от агроэкологических (климатических, почвенных и пространственных) факторов [2]. В Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия также изучается влияние агрометеорологических условий и изменения климата на виноградное растение и его продукцию [5, 110, 129, 139]. Читаов Р.М. разработал многофакторную модель зависимости продуктивности и качества винограда от метеорологических условий по фазам вегетации [210].

Несмотря на многообразие исследований по связи климата и виноградного растения, уровень моделирования в России и мире, существующие математически выраженные закономерности влияния погоды или климата на виноградное растение носят частный характер и требуют дополнительной параметризации.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, ПРЕДМЕТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследования

Объектами исследований являются насаждения столовых и технических сортов и клонов винограда отечественной и зарубежной селекции.

2.1.1 Сортвые особенности растений винограда, используемых в рамках экспериментальных технологических регламентов

Существующие современные и перспективные технологические регламенты возделывания винограда в регионе являются преимущественно сортоориентированными, направленными на формирование полуавтономной саморегулирующейся агроэкосистемы ампелоценоза [54, 128]. Данный подход предполагает доминирование вопроса выбора сорта винограда для экспериментальных исследований, связанных с решением научно-практических задач выявления эндогенной реакции сортов на специальные агротехнические приемы и разработки методов повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов с перспективой создания прогнозных биологических и математических многофакторных моделей стабильного функционирования агроэкосистемы. В этой связи этап разработки алгоритма поисковых исследований был связан с анализом биологических особенностей изучаемых сортов винограда, изложенных в реестре селекционных достижений и соответствующих рекомендациях [193, 202].

Критерии биологических особенностей изучаемых сортов винограда:

- потенциал хозяйственной продуктивности;
- уровень устойчивости растений к основным вредоносным заболеваниям;

- качественные характеристики ягод винограда, их соответствие требованиям нормативных документов;
- уровень интенсивности, соответствующим требованиям специализации предприятий, ориентированных на высокодоходное производство востребованной продукции;
- степень доминирования сорта в промышленных насаждениях Краснодарского края;
- зональноориентированные клоны и сорта селекции СКФНЦСВВ и АЗОСВиВ, обладающие наследственно обусловленными признаками высокой адаптивности, продуктивности и качества для создания экономически устойчивых ампелоценозов.

Комплекс этих характеристик дополнил показатель уровня сортовой отзывчивости растений на систему инновационных агротехнологических приемов, направленных на оптимизацию условий протекания физиологических процессов роста, регенерации, развития, реализации продуктивного потенциала винограда (табл. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1 – Сорта винограда западноевропейской эколого-географической группы, всемирно признанные, возделываемые в рамках современных технологических регламентов, соответствующих агроэкологическим условиям и биологии растений

Сорт винограда	Происхождение и биологические особенности сорта	Площади промышленных насаждений, в т.ч. в регионе	Устойчивость к основным вредоносным заболеваниям	Основные показатели продуктивности/индекс продуктивности	Качественные характеристики винограда, соответствующие вышнему, первому и второму товарному сорту согласно ГОСТ
Столовые сорта винограда					
Августин раннего срока созревания (Плевен Устойчивый, V-25-20, Феномен)	Получен от родительской пары сортов Плевен и гибридной формы Виллар Блан в Болгарии. Сильнорослый сорт, цветки обоеполые, технологичен, формирует большое количество лоз и требует системного ограничения нагрузки	> 1900 га	Благодаря наследственным признакам устойчив к грибковым заболеваниям, милдью, оидиуму. Иногда (при высокой влажности) поражается серой гнилью	Стабильно урожаен, хозяйственная урожайность ~ 13-14 т/га	Грозди массой 400-500 г, содержание сахара в соке ягод до 20-22 %, вкус гармоничный, транспортабелен благодаря плотной коже ягод
Молдова позднего срока созревания	Получен от родительской пары: Гузарь кара и Виллар блан в Молдавии. Полное плодоношение наступает на 2-3 год, цветки обоеполые. Сильнорослый сорт, технологичен, формирует большое количество лоз и требует системного ограничения нагрузки. Обладает высоким уровнем регенерации.	> 4700 га, доминирует в общем ассортименте	Устойчив к грибковым заболеваниям, гнилям. Повреждается оидиумом, страдает от известкового хлороза	Высокоурожайный сорт. Хозяйственная урожайность стабильно достигает 15 т/га.	Грозди средних размеров 350 г и более, плотные. Обладает достаточно гармоничным сладким вкусом. Универсален. Сорт транспортабелен благодаря плотной структуре ягод и наличию воскового налета.

Сорт винограда	Происхождение и биологические особенности сорта	Площади промышленных насаждений, в т.ч. в регионе	Устойчивость к основным вредным заболеваниям	Основные показатели продуктивности/индекс продуктивности	Качественные характеристики винограда, соответствующие вышему, первому и второму товарному сорту согласно ГОСТ
Технические сорта винограда					
Мерло раннего срока созревания	Получен от родительской пары винограда Каберне Фран и Мадлен Нуар де Шарант. Кусты средней силы роста и сильнорослые в зависимости от почвенно-климатических условий, цветки обоеполые	Один из наиболее распространенных и популярных сортов винограда. Площадь возделывания >1800га	Относительно устойчив к наиболее распространенным болезням, гнилям, вредителям. Иногда поражается оидиумом.	Урожайность устойчивая, высокая.	В соке ягод высокое содержание сахара. Химический состав ягод позволяет получать насыщенный букет вин, не требующих длительного созревания. Грозди предрасположены к горошению.
Шардоне	Предположительно получен от родительской пары винограда Пино нуар и Гуэ блан. Сорт неприхотлив, технологичен, требует системной обрезки, недопущения загущения.	Широко распространенный, «интернациональный» сорт винограда, распространен на площади > 3500 га	Обладает относительной устойчивостью к основным болезням.	Урожайность средняя	Ягоды небольшого размера с тонкой плотной кожицей, восковым налетом, гроздь средней величины (~100 г), с варьирующей плотностью, виноград достаточно транспортабелен. Химический состав ягод позволяет получать виноматериалы для производства разнообразных по стилистике вин и использовать виноград в качестве основы для игристых вин.

Сорт винограда	Происхождение и биологические особенности сорта	Площади промышленных насаждений, в т.ч. в регионе	Устойчивость к основным вредным заболеваниям	Основные показатели продуктивности/индекс продуктивности	Качественные характеристики винограда, соответствующие вышему, первому и второму товарному сорту согласно ГОСТ
Каберне Совиньон средне-позднего срока созревания в условиях региона.	Предположительно получен от родительской пары винограда Каберне Фран и Совиньон Блан. Сорт среднерослый, цветки обоеполые	Один из наиболее распространенных и культивируемых в мире винных сортов винограда. Неприхотлив в уходе, обладает относительно сдержанным ростом, засухоустойчив.	Обладает повышенной устойчивостью к милдью и серой гнили. Относительно устойчив к филлоксере	Один из самых мелкоплодных винных сортов винограда. Урожайность средняя.	Ягоды средней величины обладают гармоничным вкусом. Восковой налет на ягодах и плотная кожица обуславливают высокую транспортабельность сорта.
Технический сорт европейско-амурского происхождения					
Кристалл раннего срока созревания.	Сорт межвидового происхождения венгерской селекции: Амурский х Чаллоци Лойош и венгерский сорт Виллар блан. Кусты сдержанной силы роста. Обладает фенотипической изменчивостью	Перспектива расширения площадей в условиях Северного Кавказа. Перспективен для возделывания по индустриальной технологии	Обладает высокой пластичностью, повышенной зимостойкостью (до -29 °С) Устойчив к милдью, серой гнили	Высокая плодоносность побегов и хозяйственная урожайность	Средний размер грозди Получение качественных столовых и крепленых вин, коньячных виноматериалов

Таблица 2.2 – Зональноориентированные перспективные сорта и клоны селекции СКФНЦСВВ (г. Краснодар), АЗОСВиВ (г. Анапа), возделываемые в рамках современных технологических регламентов, соответствующих агроэкологическим условиям и биологии растений

Сорт винограда	Происхождение и биологические особенности сорта	Площади промышленных насаждений в регионе (% в общем ассортименте)	Устойчивость к основным вредоносным заболеваниям	Основные показатели продуктивности/индекс продуктивности	Качественные характеристики винограда, соответствующие высшему, первому и второму товарному сорту согласно ГОСТ
Надежда АЗОС	Получен от родительской пары: Молдова и Кардинал (АЗОСВиВ, Анапа). Сильнорослый сорт винограда раннего срока созревания. Цветок обоеполый.	Перспектива расширения площадей	Относительно устойчив к милдью. Устойчив к оидиуму, серой гнили. Зимостоек.	Урожайность до 15 т/га	Грозди крупные, рыхлые массой от 450 до 600 г. Ягоды крупные (до 8 г) с пруиновым налетом. Транспортабельность средняя. Обладает сбалансированным вкусом, дегустационная оценка ~ 9 баллов.
Шардоне Мильстрим ранне-среднего срока созревания.	Клон Шардоне, (СКФНЦСВВ, Краснодар). Получен методом индивидуального клонового отбора	Перспектива расширения площадей	Высокая адаптивность к абиотическим стрессам в условиях региона позволяет снижать пестицидную нагрузку до 25 %	Превосходит европейские аналоги по продуктивности (~ на 19%)	Получение высококачественных столовых вин и шампанских виноматериалов. Производство биопродукции для здорового и лечебно-профилактического питания

Сорт винограда	Происхождение и биологические особенности сорта	Площади промышленных насаждений в регионе (% в общем ассортименте)	Устойчивость к основным вредоносным заболеваниям	Основные показатели продуктивности/индекс продуктивности	Качественные характеристики винограда, соответствующие высшему, первому и второму товарному сорту согласно ГОСТ
Каберне Тамани средне-позднего срока созревания	Клон Каберне Совиньона (СКФНЦСВВ, Краснодар). Кусты средней силы роста, превосходит европейские аналоги по уровню адаптивных свойств и продуктивности ~ на 15 %.	Высокоадаптивный сорт винограда. Перспектива расширения площадей	Устойчив к основным заболеваниям винограда благодаря адаптивным свойствам, обеспечивающим снижение пестицидной нагрузки.	Урожайность средняя.	Вкус гармоничный, сбалансированный, виноград используется для приготовления высококачественных столовых и десертных вин
Каберне АЗОС позднего срока созревания	Селекционная форма филлоксероустойчивого «Джемте» и Каберне Совиньона (АЗОСВиВ, Анапа). Сильнорослый сорт, листья сильно паутинисто опушенные. Цветки обоеполые.	Высокоадаптивный сорт винограда. Перспектива расширения площадей	Относительно устойчив к филлоксере.	Урожайность высокая, до 13 т/га	Ягоды средней величины имеют сочную мякоть и плотную кожицу. Содержание сахаров в соке ягод достигает 19-20 г/100 см ³ . Используется преимущественно для приготовления сухого марочного вина.
Каберне Кубани среднепозднего срока созревания. Кусты средней силы роста	Клон Каберне Совиньона (СКФНЦСВВ, Краснодар). Получен методом индивидуального клонового отбора	Перспектива расширения площадей	Устойчив к основным заболеваниям винограда	Превосходит исходный сорт-аналог по продуктивности в среднем на 10 %.	Урожай винограда используется для приготовления столовых десертных высококачественных вин

В связи с перспективой разработки методологии повышения физиологической стабильности и продуктивности ампелоценозов для применения в системе органического сельского хозяйства на основе новых возможностей использования органических и органоминеральных агрохимикатов полифункционального действия, учитывали фактор устойчивости сортов винограда к болезням и вредителям на возможность снижения пестицидной нагрузки в годы низкого и среднего уровня развития вредоносных видов, сокращения потерь в годы эпифитотий.

2.1.2 Характеристика сорто-подвойных комбинаций изучаемых растений винограда

Экспериментальные исследования в ампелоценозах, проводимые при монокультуре методом стационарных, длительных, полевых и производственных опытов, связанные с изучением эффективности агрохимикатов различного физиологического действия, осуществляются продолжительный период времени (от вступления растений винограда в плодоношение до устойчивого снижения продуктивности, связанного с возрастными изменениями физиологии растений). В этой связи роль сорто-подвойной комбинации в регуляции основных жизненно важных для растений процессах, обеспечивающих их функциональную долговечность, наиболее важна. Научно обоснованы значимые для разнообразия почвенно-климатических условий региона промышленного возделывания винограда агробиологические характеристики подвоев, обладающие высоким аффинитетом с основным районированным ассортиментом, обеспечивающие эффективное взаимодействие сорта и подвоя, как единой устойчивой во времени саморегулирующейся системы [194]:

- устойчивость к корневой форме филлоксеры;
- морозоустойчивость;
- засухоустойчивость;

- устойчивость к высокому содержанию легкорастворимых форм извести (до 20 % по шкале Друино-Гале);

- регенерационная способность и усиление ростовой активности привоя на бедных (с низким содержанием органических и подвижных форм минеральных веществ) и легких почвах;

- функциональная активность, обеспечивающая усвоение корнями воды с растворенными в ней питательными веществами, регуляцию процессов транспирации надземной части растения, содержание в органах растения общей воды и водный баланс, интенсивность обменных и синтетических процессов.

Руководствуясь данными представлениями о роли корневой системы, исследования проводили в промышленных массивах плодоносящих виноградников, привитых на подвойном сорте Берландиери х Рипария Кобер 5ББ (Кобер 5ББ), характеризуемом как наиболее распространенный в регионе сильнорослый подвойный сорт винограда. Исследователями установлено, что в условиях Краснодарского края подвойный сорт винограда Кобер 5ББ отзывчив на внесение удобрений (активация развития корневой системы) [113].

Сорт обладает низкой порослеобразовательной способностью, формирует мощную, глубоко проникающую в почву (до 7 м), достаточно разветвленную корневую систему (важный фактор для насаждений на склонах), устойчив к корневой форме филлоксеры, морозостоек, засухоустойчив, нетребователен к уровню плодородия почвы: хорошо растет и развивается на почвах с различным содержанием биофильных элементов, удовлетворительно растет на щебенчатых почвах, выдерживает высокий уровень содержания в почве легкорастворимых форм извести.

В условиях региона сорто-подвойные комбинации на основе подвойного сорта винограда Кобер 5ББ обладают достаточно высокой ростовой и регенерационной способностью, устойчивостью к морозам, удовлетворительной реализацией генеративного потенциала и товарными качествами урожая в пределах нормативных показателей.

2.2 Предмет исследования

Предмет исследования – ростовые и физиологические процессы растений винограда, параметры изменчивости метаболизма и основных элементов продуктивности растений, качественные характеристики ягод, а также особенности реализации эндогенного потенциала адаптивных свойств и генеративного ресурса растений в условиях климатических изменений и эдафического разнообразия под влиянием применения агрохимикатов полифункционального действия, агротехнических факторов: система формирования и уровень нагрузки кустов побегами.

Многоплановый характер методологических подходов, принципов и методов решения проблемы повышения физиологической устойчивости и продуктивности ампелоценозов в изменяющихся условиях среды обусловлены особенностями реализации эндогенного потенциала адаптивных свойств и генеративного ресурса растений винограда различных сортов под действием специальных агроприемов, эдафических факторов и систем применения агрохимикатов. Комплекс применяемых методов исследования позволил максимально объективно оценить многомерную интерреляцию компонентов системы «почва-среда-растение-урожай», выявить уровень корреляционных связей, фенотипическую пластичность растений винограда различных сортов, репрезентативность результатов исследований, разработать новые эффективные методы управления продуктивностью растений и современные сортоориентированные элементы агротехнологии, создать варианты прогнозных моделей различного уровня.

2.2.1 Интерреляции в коадаптивной системе «почва-среда-растение-урожай» ампелоценоза при применении агрохимикатов полифункционального действия

Всестороннее познание интерреляции взаимодействующих на различных уровнях элементов системы «почва-среда-растение-урожай», представленное на рисунке 2.1 в виде биоценотического взаимодействия с точки зрения основных по-

казателей влияния на урожай, позволяет использовать соответствующие методологические подходы в процессе постановки многофакторных стационарных, полевых опытов, направленных на оптимизацию условий функционирования ампелоценозов. Формируемая схематически упрощенная концептуальная модель решения региональной проблемы, основанная на принципах междисциплинарного подхода, обретает свойство общего характера.



Рисунок 2.1 – Схематическое изображение структуры биоценоотического взаимодействия компонентов системы «почва-среда-растение-урожай» ампелоценоза

Данный подход предполагает применение статистического метода анализа системы, позволяющего связать адаптивные реакции виноградного растения, выраженные количественными значениями, и массу урожая с эдафическими, климатическими (температурные экстремумы, количество атмосферных осадков) факторами, агротехническими приемами, свойствами вносимых агрохимикатов полифункционального действия (антропогенные факторы средового компонента). Многофакторные опыты, включающие различные сочетания агроприемов, послужили надежным методом выявления их эффективности во взаимосвязи с условиями среды. Установление связей и закономерностей, представленных в математиче-

ском выражении, с учетом почвенно-климатических условий, явились необходимым компонентом при выработке стратегии управления элементами урожая. Математические модели позволили связать конечный результат (урожай и его качественные характеристики) с действующими величинами на основании тесноты связей, выраженной коэффициентами корреляции.

2.2.2 Воздействие биолого-агрохимических способов и средств на адаптивную и генеративную функцию растений винограда в ампелоценозе

Изучение характера воздействия специальных агротехнологических приемов на эндогенную устойчивость к действию негативных абиотических факторов и реализацию генеративной функции растений винограда в ампелоценозах предполагало необходимость проведения многолетних полевых и экспериментальных научных исследований, выявление структуры адаптивного потенциала сортов в меняющихся условиях среды и уровня соответствия факторов жизнеобеспечения их биологическим требованиям. Ввиду сложности выявления эффективности применяемых агрохимикатов в условиях многолетней культуры и постоянно протекающих процессов открытой агроэкосистемы ампелоценоза, был выбран метод редукционизма в исследованиях, предполагающий на первом этапе выявление специфических взаимосвязей в блоках: «почва-агрохимикат-корневая система»; «корневая система-растение»; «среда-агрохимикат-растение (лист^{*})», «агрохимикат-лист-урожай» с применением актуальных диагностических методик, используемых в почвоведении, агрохимии, агрометеорологии, сельскохозяйственной биологии и методов статистического анализа, позволяющих в результате получить новые исчерпывающие знания о свойствах целостной системы «почва-среда-растение-урожай» в конкретных зонах промышленного виноградарства [161]. Схематически процесс

* Лист рассматривается как основной полифункциональный орган биосинтезов в растении (Лебедев, 1961)

изучения воздействия биолого-агрохимических способов и средств на адаптивную и генеративную функцию растений в ампелоценозе представлен на рисунке 2.2.

Воздействие биолого-агрохимических способов и средств на *адаптивную* функцию винограда различных сортов связано с анализом специфики сезонной динамики определенных диагностируемых химических соединений в индикаторных органах, наиболее достоверно характеризующих физиологическое состояние растений [109].



Рисунок 2.2 – Методологический подход к изучению влияния факторов на функционирование биосистемы ампелоценоза

Критериями оценки реакции растений на действия факторов в летний период служили сопряженные показатели:

- водный режим растений винограда;
- содержание органических кислот, характеризующих активность дыхания в период высокотемпературного стресса и низкой влагообеспеченности;
- динамика содержания зеленых пигментов в листьях и наличие признаков

ксероморфной организации, как показателя устойчивости к засухе и каротиноидов, защищающих хлорофилл от разрушения;

- легкоподвижных аминокислот – участников биосинтеза белка, в том числе динамика содержания осмопротектора пролина;
- углеводов – главного субстрата дыхания;
- катионов: кальция, играющего важную роль в сохранении целостности протоплазматических мембран; магния, участвующего в обменных процессах, активации ферментов, входящего в состав хлорофилла; калия – активатора ферментов, гидролитической и синтетической деятельности.

Информативность показателей эндогенной устойчивости винограда подтверждена результатами полевых экспериментов ряда авторов, исследовавших влияние биолого-агрохимических способов воздействия (макро- и микроудобрений, органоминеральных и органических удобрений различных препаративных форм, регуляторов роста, способов формирования кроны винограда и нагрузки кустов побегами) на адаптивные реакции и продуктивность растений под действием абиотических стрессоров в различных почвенно-климатических условиях [63, 108, 135, 144, 145]. Исследователи отмечают: существенный характер экзогенного воздействия регуляторов роста на устойчивость корневой системы к корневой форме филлоксеры, продуктивность растений, повышение эффективности первичных процессов фотосинтеза, качество урожая [108, 145]; влияние водных растворов специальных комплексных удобрений на уровень водопотребления растениями [63, 144]; влияние нагрузки кустов винограда вегетативными и генеративными органами растений на продукционные процессы, качество урожая и винопродукции [135].

Влияние специальных приемов агротехники и агрохимикатов различного физиологического действия на *генеративную* функцию винограда обусловлено сопряженностью с адаптивными реакциями растений на фоне абиотических стрессов [111, 112, 197]. Взаимосвязь показателей метаболической активности растений и реализации генеративного потенциала позволяет рассматривать анализируемые в сезонной динамике физиологически активные соединения в качестве ресурса для формирования биологического урожая.

2.2.3 Изменение показателей качества винограда и виноматериалов в зависимости от некорневых обработок

Влияние агрохимикатов на качественные характеристики винограда и виноматериалов исследовали в зависимости от физиологического действия препаратов:

- высокоэффективные **адаптогены**, регуляторы роста на основе гуминовых и фульвокислот для защиты растений от стресс-факторов за счет активации передвижения в растениях углеводов, аминокислот, гормонов, активации дыхательной функции, экономии энергетического ресурса;

- высокоэффективные **органоминеральные комплексы** для преодоления растениями стрессовых ситуаций путем стимулирования метаболизма и усвоения питательных веществ;

- **микроэлементы** – активаторы процессов обмена веществ, опыления и оплодотворения;

- **комплексы хелатированных микроэлементов** – активаторы устойчивости к действию эндогенных стрессоров, стимуляторы ростовых процессов и симбиотических процессов в почве.

- химически чистые высококонцентрированные **специальные комплексы макро- и хелатированных микроэлементов**, имеющие в составе ПАВ, адъюванты, обеспечивающие основные потребности растений питательными веществами на всех этапах сезонного развития, стимулирующие репродуктивную функцию.

Этап выявления закономерностей действия применяемых агрохимикатов полифункционального действия выполнен с использованием созданной и систематически пополняемой информационно-описательной модели [151]. Результаты многолетних исследований изменения качественных характеристик винограда, полученные в полевых опытах, и виноматериалов фиксировались и подвергались всестороннему анализу по показателям:

- товарные качества, определяемые с помощью нормативных документов;
- содержание в соке ягод сахаров, титруемых кислот, глюкоацидометрический показатель;
- дегустационная оценка винограда.

Статистический анализ данных [53], характеризующий зависимость показателей качества урожая от применяемых агрохимикатов, проведенный за продолжительный период, позволил выявить закономерные изменения по группам сортов винограда в конкретных почвенно-климатических условиях промышленного возделывания насаждений различных конструкций.

Оценка влияния агрохимикатов полифункционального действия на качество сухих виноматериалов проводилась по показателям, характеризующим закономерное изменение спиртуозности, фенольного комплекса, массовой концентрации сахаров, железа, активной и титруемой кислотности, содержания SO_2 , в соответствии с современными рекомендуемыми методиками.

2.3 Агроклиматические ресурсы Черноморской зоны Краснодарского края

Лидирующая позиция Краснодарского края по уровню развития отрасли виноградарства обусловлена обширными площадями промышленных виноградников (~ 30 % общероссийских площадей), самой высокой урожайностью и самым значительным производством вина, благодаря уровню сбалансированности территориальных систем и благоприятным природным условиям для культуры винограда (рис.2.3) [129]. Основываясь на данных статистики, край производит не менее 45 % общероссийского объема винограда, 42 % российского вина и 27 % российского шампанского. При этом аграрная подсистема региона, базирующаяся на возобновляемых ресурсах, в различной степени воздействует на окружающую среду, вызывая уникальные антропогенные модификации интенсивно используемых земель – основного экологического каркаса [4]. Наряду с этим, поступательное развитие отрасли виноградарства и модернизация перерабатывающей отрасли сталкиваются с зональными проблемами. Это связано с нарушением устойчивой, экономически обоснованной продуктивностью ампелоценозов, вызванной негативными экологическими изменениями и нарушениями эколого-хозяйственного баланса.



Условные обозначения зон и подзон виноградарства

C1-C7	Северная зона	П1-П17	Предгорная зона
Ц1-Ц13	Центральная зона	от 900м и выше	Большой Кавказ
31-34	Западная зона	Ч1-Ч6	Черноморская зона

Рисунок 2.3 – Карта агроэкологического зонирования территории Краснодарского края для культуры винограда

В перечне факторов, вызывающих обострение проблемы, значение имеет также чрезвычайная сложность внутреннего устройства ландшафтов на фоне продолжающегося изменения климата. Комплексная проблема требует поиска новых подходов решения средообразующего характера, реальных возможностей сниже-

ния антропогенной нагрузки на почву и растения с учетом потенциальных и реальных возможностей почвенно-климатических условий. Совершенствование структуры землепользования достигается повышением уровня экологической устойчивости агроландшафтов и управляемости ампелоценозов на основе локального мониторинга почвенно-климатических факторов.

Рассматривая особенности агроклиматических ресурсов Черноморской зоны Краснодарского края, в которых максимально сконцентрирована отрасль виноградарства, анализировали основные абиотические факторы, влияющие на рост, развитие и продуктивность винограда.

2.3.1 Сезонная динамика гидротермических факторов

Черноморская зона виноградарства, характеризуется мягким, теплым климатом, защищена от холодных «норд-остов» отрогами Большого Кавказского хребта. При этом участки полевых опытов (четвертая подзона, г. Новороссийск, ООО «Абрау-Дюрсо») были расположены в районе г. Новороссийска, открытого ветрам. Среднегодовые положительные температуры воздуха от 11,5 до 12,5 °C не в полной мере отражают сезонную неустойчивость температуры в зимний (преимущественно февраль) и ранне-весенний периоды (табл. 2.3, рис. 2.4, 2.5). Понижение температуры воздуха до -20 °C в феврале в течение довольно продолжительного времени (более 3^х суток) на фоне ветров, в отдельные годы вызывает подмерзание многолетней древесины (наиболее ветренные месяцы – январь, февраль, март). Опасны в этот период и резкие перепады температуры до значений +10...+16 °C. В 2010-2023 гг. в феврале зафиксировано понижение температуры до -12 °C (2011, 2020); -19 °C (2012); -10 °C (2014) и -11 °C (2017) (рис. 2.4). При этом была отмечена и провокационно высокая температура воздуха в этот период до +9 °C (2011); +10 °C (2012); +14 °C (2014, 2017) и +12 °C (2020).

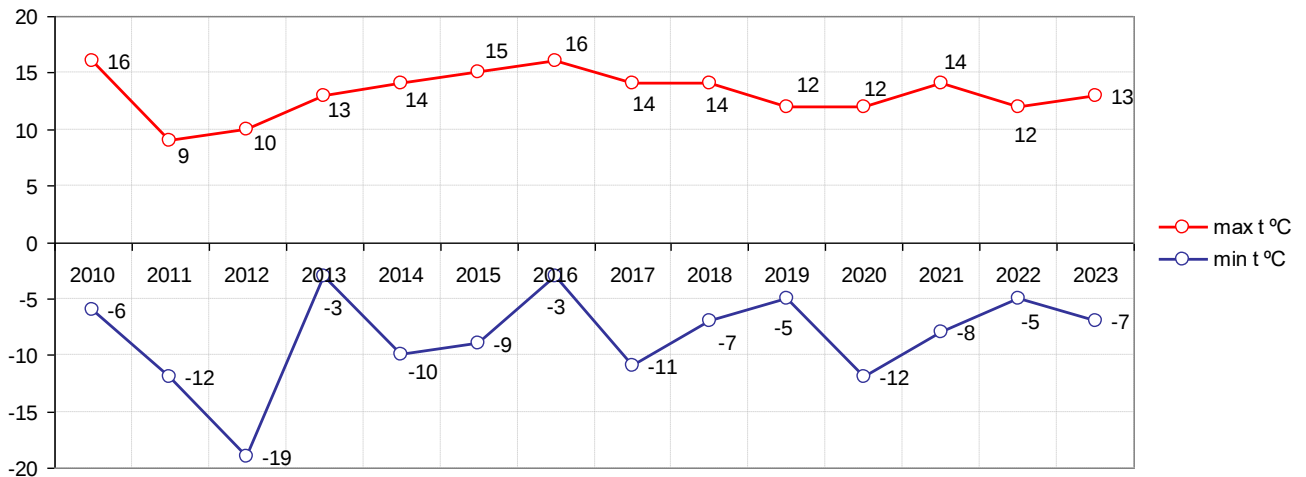


Рисунок 2.4 – Диапазон варьирования значений температуры воздуха в феврале (ООО «Абрау-Дюрсо»)

Неустойчивая, со значительными перепадами температуры воздуха, погода ежегодно наблюдалась в марте, перед началом 1 фазы вегетации винограда (рис. 2.5). Наиболее опасным в этот период является прогрев почвы в дневные часы на глубину более 40 см, при котором активизируется деятельность корневой системы и поступление влаги в надземную часть растения. Понижение температуры воздуха в вечерние, ночные и утренние часы до -1°C может вызвать морозобоины.

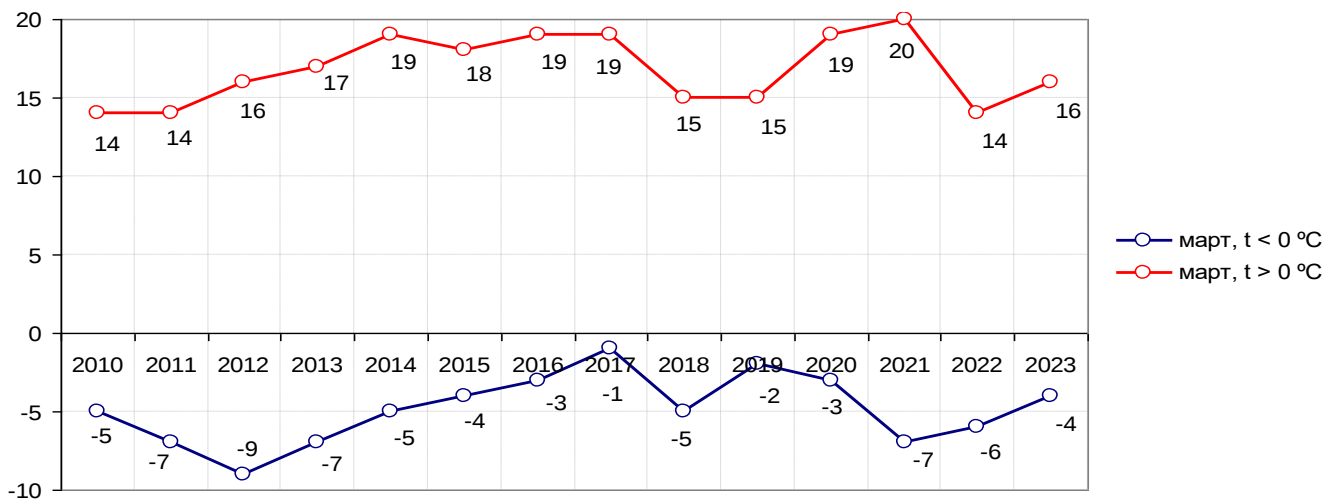


Рисунок 2.5 – Диапазон варьирования температуры воздуха в марте (ООО «Абрау-Дюрсо»)

Таблица 2.3 - Динамика гидротермических факторов центрально Черноморской зоны виноградарства²

Годы	Параметры/диапазон изменения среднесуточной температуры воздуха, °С								Суммарное количество атмо- сферных осадков, мм			
	декабрь-февраль (XII-II)		март-май (III-V)		июнь-август (VI-VIII)		сентябрь-ноябрь (IX-XI)		XII-II	III-V	VI- VIII	IX-XI
	макс.	миним.	макс.	миним.	макс.	миним.	макс.	миним.				
	Черноморская зона виноградарства, ООО «Абрау-Дюрсо», г. Новороссийск											
2010	+14...+16	-15...-6	+11...+28	-5...+10	+30...+37	+14...+20	+29...+17	+12...-1	105	92	160	111
2011	+9...+20	-1...-12	+6...+27	-7...+12	+27...+35	+10...+19	+27...+6	+13...-6	123	167	108	127
2012	+10...+14	0...-19	+7...+31	-9...+13	+30...+37	+11...+16	+30...+17	+13...-2	185	133	150	45
2013	+10...+18	-3...-10	+12...+29	-7...+10	+27...+34	+13...+19	+27...+18	+11...0	154	59	216	220
2014	+12...+14	-9...-14	+11...+28	-5...+13	+28...+33	+13...+18	+32...+11	+16...-4	112	144	144	55
2015	+12...+15	-16...-9	+18...+28	-1...+5	+29...+34	+11...+12	+32...+16	+10...-3	124	93	111	126
2016	+10...+16	-15...-3	+19...+25	-3...+6	+33...+36	+9...+13	+30...+18	+6...-5	188	191	125	224
2017	+11...+14	-15...-2	+19...+26	-1...+3	+30...+35	+10...+13	+29...+19	+8...-6	113	163	75	187
2018	+12...+14	-7...-1	+15...+27	-5...+4	+32...+34	+9...+15	+30...+20	+4...-6	222	89	157	269
2019	+12...+13	-5...+1	+15...+26	-2...+6	+31...+34	+11...+15	+30...+20	+5...-5	295	181	119	14
2020	+10...+16	-12...-3	+19...+24	-3...+4	+31...+35	+9...+14	+31...+16	+9...-2	184	39	98	272
2021	+11...+14	-12...-6	+15...+28	-7...+3	+29...+34	+15...+22	+27...+20	+12...+3	249	177	59	224
2022	+6...+15	-5...-3	+6...+28	-6...+8	+29...+33	+12...+19	+17...+31	+11...+3	179	87	43	143
2023	+7...+15	-7...-3	+14...+25	-4...+12	+26...+36	+13...+20	+20...+32	+5...+18	203	185	83	210

² По данным Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Не менее важным стресс-фактором, снижающим уровень эндогенной устойчивости растений винограда, является перепад температуры воздуха в апреле, в начале второй фазы вегетации, когда происходит набухание и начало распускания глазков с последующим активным ростом побегов. Нарушение поступательного развития этого процесса также связано с понижением температуры до $-1 \dots -2$ °C (рис. 2.6).

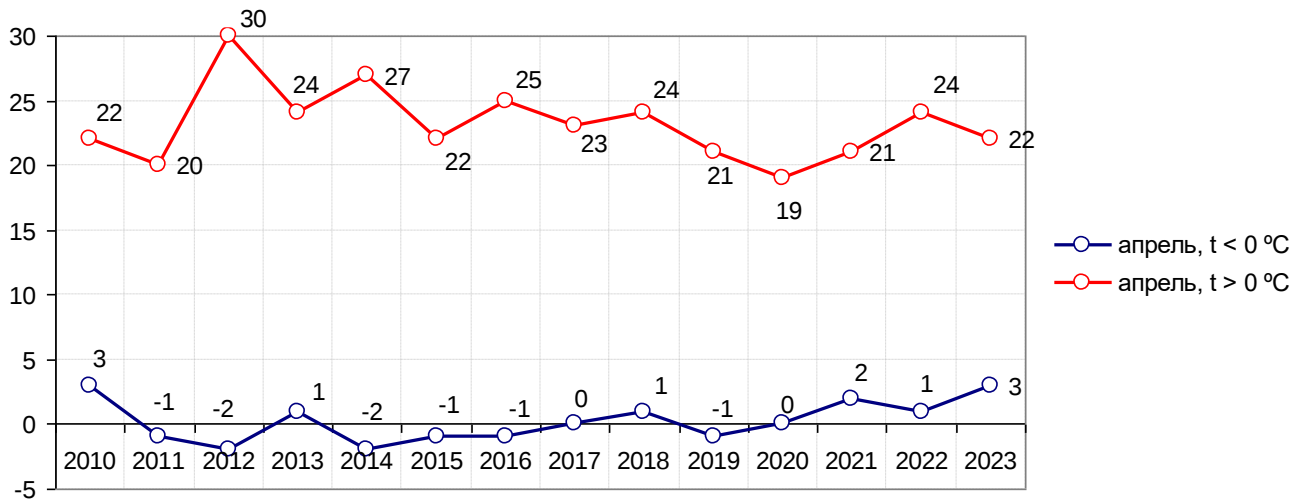


Рисунок 2.6 – Диапазон варьирования температуры воздуха в апреле (ООО «Абрау-Дюрсо»)

Продолжительный период роста и созревания ягод во многом зависит от влагообеспеченности растений винограда и температурного режима. В этот период (июнь-август) ежегодно максимальные значения температуры воздуха варьировали в пределах $+33 \dots +37$ °C, а минимальные значения — не опускались ниже $+26-32$ °C (рис. 2.7). Выпадение атмосферных осадков наблюдалось преимущественно в июне-июле (рис. 2.8). Процент выпавших осадков в августе по отношению к суммарному количеству за период июнь-август варьировал от 1,25-2,55 % (2010, 2018) до 9,6-10,4-14,9 % (соответственно 2016, 2014 и 2022), 20,4 (2020) – 25,0 % (2011). Более 30 % за летний период количество осадков выпало в августе 2012 г. (34,6 %), 2013 г. (34,7 %), 2017 г. (40,0 %), 2019 г. (33,6 %) и 2021 г. (40,7 %). В 2015 и 2023 гг. осадки в августе отсутствовали.

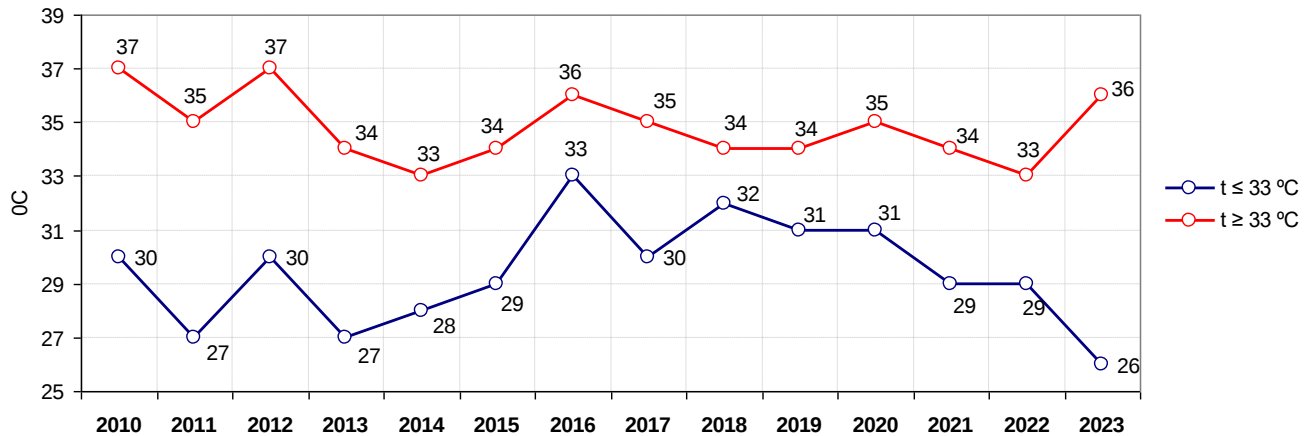


Рисунок 2.7 – Диапазон варьирования максимальной температуры воздуха в июне-августе (ООО «Абрау-Дюрсо»)

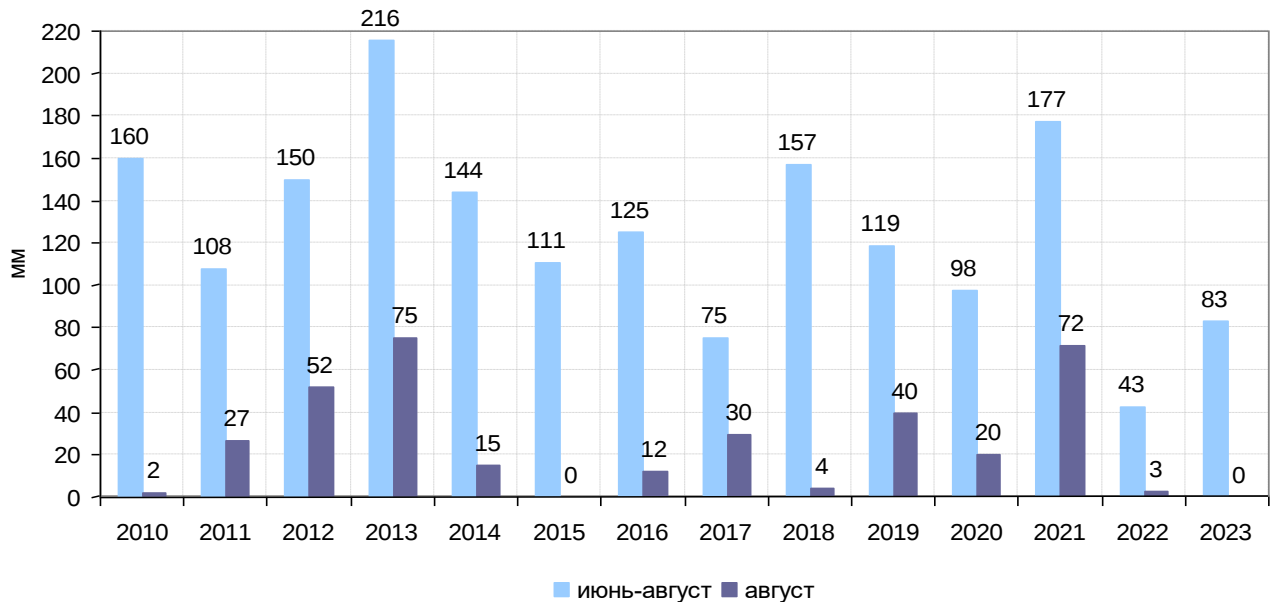


Рисунок 2.8 – Динамика выпадения атмосферных осадков в летний период (ООО «Абрау-Дюрсо»)

Темрюкский и Анапский районы (первая и вторая подзоны Черноморской зоны виноградарства). По степени антропогенной преобразованности земель, занятых многолетними насаждениями, административный район относят к средней категории [4]. Мягкий, благоприятный для роста и развития винограда, климат района позволяет успешно возделывать обширные площади промышленной культуры. При этом по данным многолетних метеонаблюдений количество атмосферных осадков в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства (Анапа, Темрюк) редко превышает 400-500 мм в год, что характеризует район как

засушливый (табл. 2.4). Основное количество осадков выпадает летом ($\frac{1}{3}$ годовой нормы), преимущественно в июне и июле. Продолжительные засухи бывают чаще всего весной и ранней осенью. В период исследований количество осадков в летний период составляло от 30,0 до 39,3 % по отношению к суммарному годовому количеству осадков в 2013, 2014, 2020-2023 гг.; от 24,5 до 26,4 % – в 2010 и 2011 гг.; от 19,0 % и менее – в 2012, 2015-2019 гг.

Среднегодовая температура воздуха по данным многолетних наблюдений составляет $\sim +11$ °С, а абсолютный минимум достигает -27 °С. Температурный режим района обеспечивает полноценное вызревание наиболее поздних столовых и технических сортов винограда, что позволяет возделывать достаточно широкий ассортимент культуры на площади ~ 50 тыс. га и производить марочные сухие красные и белые вина, шампанские виноматериалы, крепкие марочные вина, соки.

К особенностям климата района, где были заложены полевые опыты (ООО «Абрау-Дюрсо», Краснодарский край, г. Новороссийск, с. Большие Хутора), можно отнести резко меняющиеся условия водоснабжения (позднелетний и ранневесенний периоды) на фоне температуры воздуха ≥ 35 °С, провоцирующие стрессовые ситуации для растений винограда. Как правило, экстремально высокая температура воздуха, вызывающая угнетение процессов жизнедеятельности винограда, наблюдалась во второй половине лета с последующей репарацией в конце августа и в начале сентября на фоне выпадения незначительного количества атмосферных осадков.

В зимний период наиболее значительное количество снеговых осадков наблюдалось в феврале. В этот же период зафиксированы температурные минимумы (рис. 2.9), усиление ветра до 20-23 км/час. Усиление северного ветра наблюдалось преимущественно с конца второй декады мая до начала третьей декады сентября. Наиболее ветреная погода зафиксирована в августе при температуре воздуха 30-33 °С и дефиците влаги. Восточные ветра (до 20 км/час.) господствовали преимущественно с первой декады октября до начала апреля.

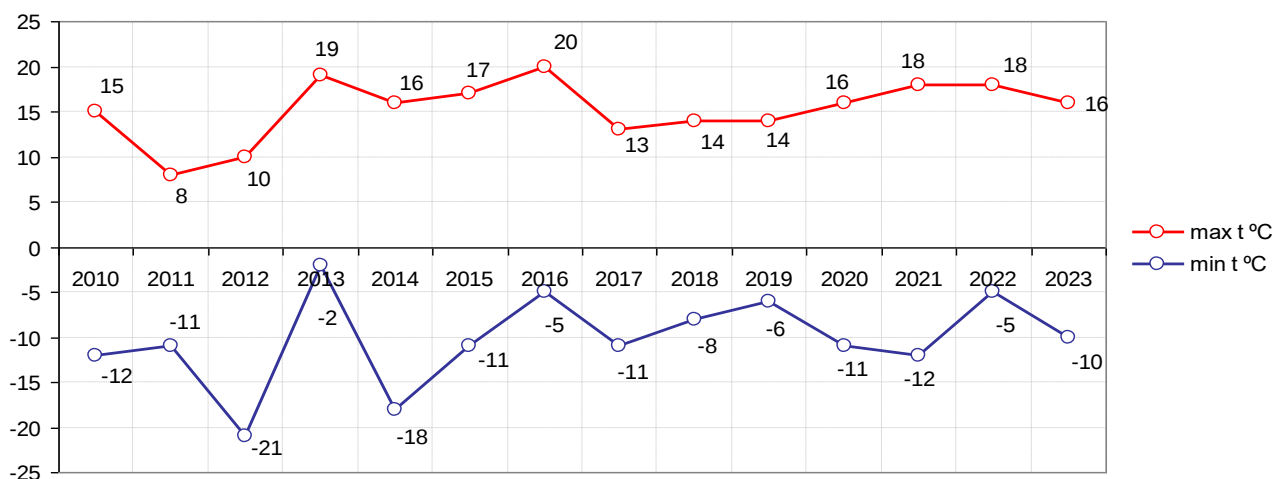


Рисунок 2.9 – Диапазон варьирования значений температуры воздуха в феврале (Темрюкский р-н)

В период исследований довольно значительные перепады температуры воздуха наблюдались в начале весны, перед началом вегетации винограда (рис. 2.10). Понижение температуры до -4; -6 и -9 °C определено в 2010-2012 гг., 2018 и 2021 гг. В первой декаде апреля, в начале первой фазы вегетации растений в отдельные годы температура воздуха кратковременно опускалась до 0...-1 °C, возрастая в дневные часы до +20...+25 °C.

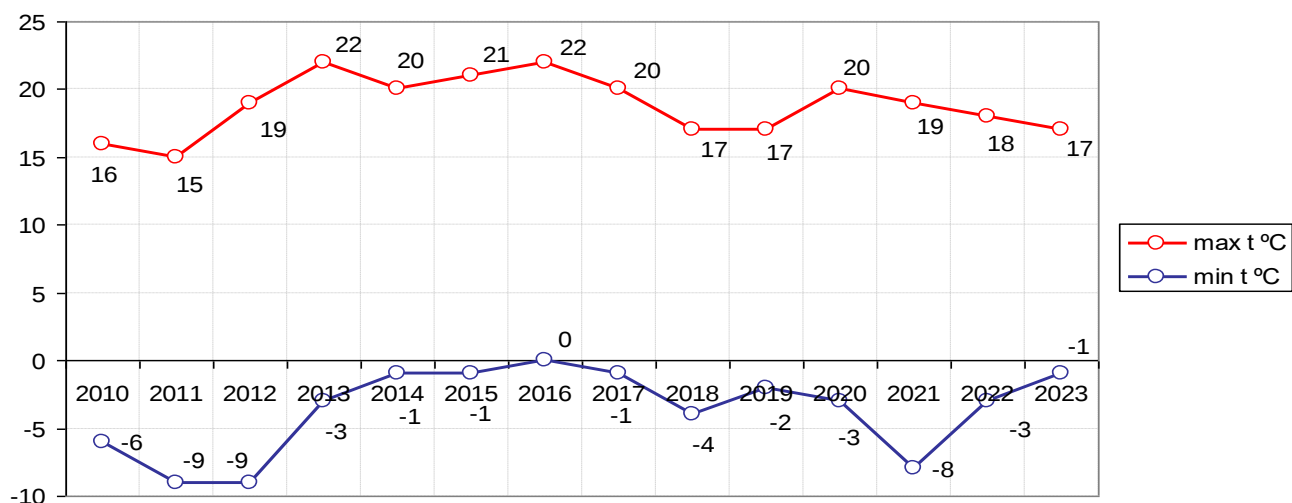


Рисунок 2.10 – Диапазон варьирования значений температуры воздуха в марте (Темрюкский р-н)

Таблица 2.4 – Динамика гидротермических факторов Черноморской зоны виноградарства

Годы	Параметры/диапазон изменения среднесуточной температуры воздуха, °С												Суммарное количество атмосферных осадков, мм			
	декабрь-февраль (XII-II)			март-май (III-V)			июнь-август (VI-VIII)			сентябрь-ноябрь (IX-XI)			XII- II	III- V	VI- VIII	IX- XI
	средн.	макс.	миним.	средн.	макс.	миним.	средн.	макс.	миним.	средн.	макс.	миним.				
	Анапо-Таманская зоны виноградарства, Темрюкский р-н															
2010	+1,6	+12...+15	-19...-12	+11,3	+11...+29	-6...+13	+25,9	+28...+37	+14...+21	+14,3	+31...+19	+13...+2	180	151	151	84
2011	+2,2	+10...+22	-11...+1	+9,6	+9...+26	-9...+14	+23,6	+28...+34	+15...+21	+10,8	+29...+7	+13...-10	169	123	105	75
2012	-0,4	+10...+15	-21...+3	+11,3	+1...+31	-9...+15	+24,4	+28...+35	+13...+20	+14,8	+27...+11	+13...0	169	188	96	41
2013	+3,2	+8...+19	-12...-2	+12,5	+16...+32	-3...+14	+24,1	+28...+33	+15...+20	+12,0	+27...+17	+13...0	158	73	191	187
2014	+0,6	+11...+16	-18...-16	+12,3	+12...+30	-1...+16	+24,0	+27...+36	+15...+19	+11,2	+33...+19	+16...-5	92	64	130	107
2015	+2,9	+17...+21	-20...-7	+11,4	+21...+28	-1...+9	+23,6	+30...+35	+14...+16	+13,8	+32...+21	+12...-2	193	140	83	92
2016	+1,7	+13...+20	-14...-5	+12,4	+22...+26	0...+9	+24,6	+34...+36	+12...+18	+11,8	+29...+24	+8...-3	172	168	121	143
2017	+2,3	+12...+16	-12...0	+11,7	+20...+27	-1...+5	+23,4	+31...+37	+10...+15	+12,1	+35...+21	+7...-5	162	126	78	167
2018	+2,3	+11...+14	-8...-3	+12,7	+17...+28	-2...+8	+24,5	+33...+34	+12...+19	+12,7	+31...+18	+8...-5	124	80	36	182
2019	+3,8	+11...+16	-6...-3	+12,0	+17...+30	-2...+7	+23,9	+32...+34	+15...+16	+13,2	+31...+24	+7...-6	193	83	67	102
2020	+3,2	+13...+16	-11...-3	+11,5	+20...+25	-3...+7	+23,9	+31...+35	+12...+18	+14,8	+32...+18	+9...-1	102	48	163	102
2021	+2,8	+13...+18	-12...-5	+11,2	+19...+29	-8...+6	+24,1	+29...+34	+14...+20	+12,0	+27...+19	+11...+5	119	48	107	55
2022	+3,3	+10...+18	-5...+3	+11,7	+18...+26	-3...+14	+23,8	+28...+33	+16...+23	+12,8	+31...+19	+15...+2	110	96	147	124
2023	+2,7	+10...+16	-10...-2	+12,3	+17...+26	-1...+8	+24,9	+28...+37	+18...+23	+14,7	+28...+19	+15...+4	150	125	174	117

Период роста и созревания ягод винограда характеризовался широким диапазоном изменчивости температуры воздуха (рис. 2.11). Максимальные значения показателя в период 2010-2023 гг. составляли +33...+37 °С, опускаясь в разные годы до +10...+18 °С.

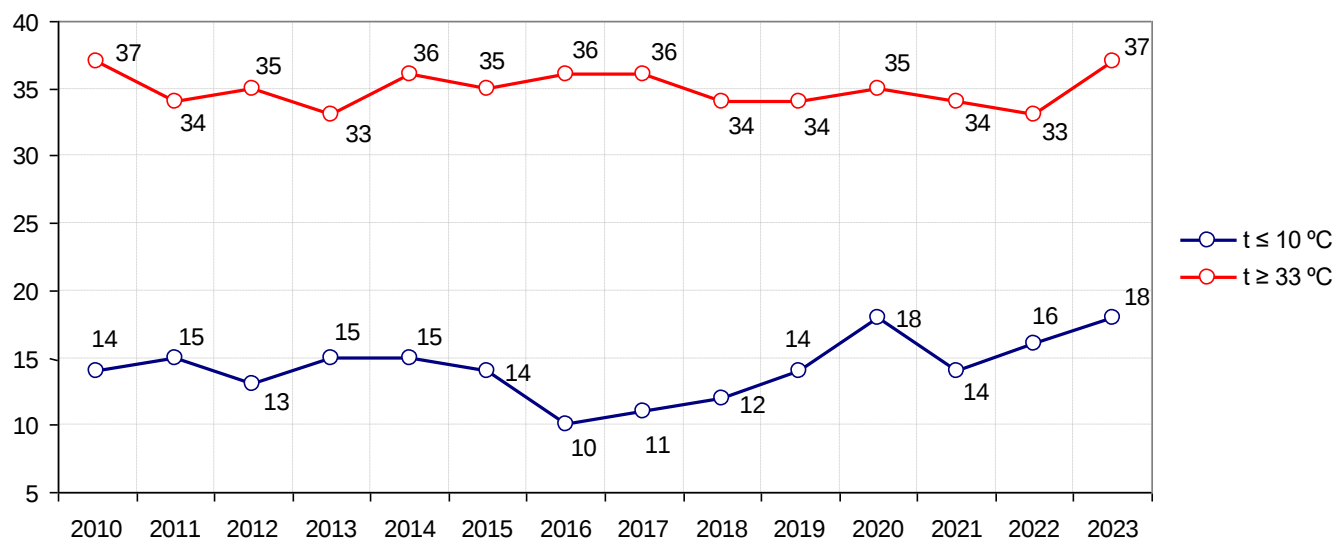


Рисунок 2.11 – Диапазон варьирования максимальной температуры воздуха в июне-августе (Темрюкский р-н)

Количество атмосферных осадков за год превышало 500 мм в 2010, 2012, 2013, 2016, 2017, 2023 гг. (рис. 2.12).

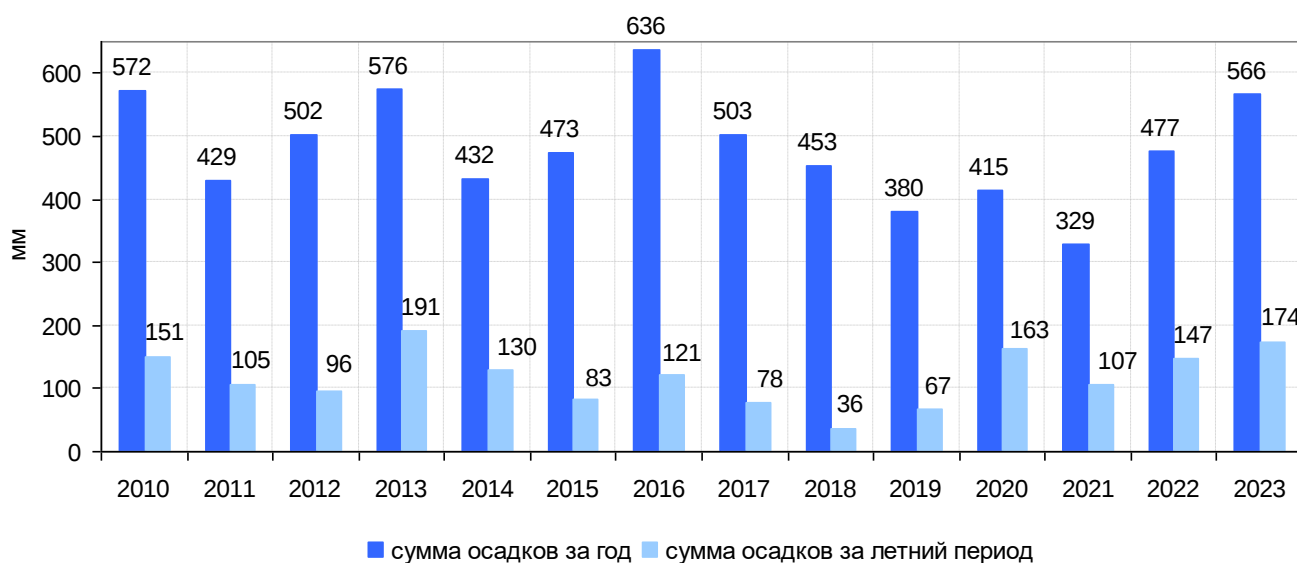


Рисунок 2.12 – Динамика выпадения атмосферных осадков за год и в летний период (Темрюкский р-н)

Таким образом, ежегодный анализ гидротермических факторов в конкретных условиях проведения исследований выявил обоснованность воздействия специальными агротехническими приемами и комплексом агрохимикатов полифункционального действия на активацию адаптивной функции растений винограда на фоне позднезимних и ранневесенних морозов, позднелетнего и раннеосеннего дефицита влаги при усилении иссушающих почву и растения ветров.

2.3.2 Особенности эдафических факторов региона, оказывающих экологическое воздействие на функциональное состояние растений в ампелоценозе

Горные ландшафты с крутыми и пологими склонами различной экспозиции центральной **Черноморской зоны** виноградарства (г. Новороссийск, ООО «Абрау-Дюрсо») заняты промышленными насаждениями винограда, где преимущественно распространены дерново-карбонатные почвы (рендзины), сформированные на известковых породах различного возраста и характера. В процессе их хозяйственного освоения почвы потеряли значительные запасы гумусового слоя вследствие развития эрозионных процессов (в результате вымывания мелкоземистой части остается «каменистый» скелет). По данным почвенно-агрохимических изысканий – это слабо- и среднегумусные, средне- и сильнокаменистые почвы с рыхлым слоем от 40 до 80 см (рис. 2.13). Почвы имеют тяжелый гранулометрический состав, однако достаточно рыхлую структуру, что определяет высокую дренируемость почвенного профиля и удовлетворительный водно-воздушный режим, обусловленный высоким процентом каменистости [19].

Мощность гумусового горизонта почв в среднем равна 35-50 см. Эти почвы, как правило, являются наиболее скелетными и часто на глубине 50-60 см подстилаются слоями каменистых пород. Сложение почв по профилю от среднеуплотненного до плотного, характерен глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав с включением известняковой щебенки. Величина объемной массы

почвы по профилю варьирует от 1,28 до 1,43 г/см³, в отдельных единичных образцах достигает 1,5-1,55 г/см³. Горизонт $A_{\text{пах.}}$, как правило, обеспечен органикой в слабой степени. Параметры содержания общего гумуса в пахотном горизонте составляют 2,75-2,87 %. Преобладающие гуминовые кислоты прочно связаны с минеральной частью. pH почвенной суспензии изменяется незначительно и колеблется от слабощелочной (7,73) до щелочной (8,11).



Рисунок 2.13 – Особенности строения профиля дерново-карбонатных почв (процент каменистости ≥ 50 %)

В составе водорастворимых солей в почве на глубине 100-150-200 см преимущественно имеют место группы труднорастворимых безвредных для культуры винограда гидрокарбонатов кальция – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, а также незначительные количества сульфата кальция (CaSO_4).

Щелочные соли, содержащиеся в почве, представлены гидрокарбонатами магния и натрия – $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, NaHCO_3 . Их содержание в почве не превышает предельно допустимых значений. По данным почвенных изысканий, группы вредных щелочных солей – MgCO_3 , Na_2CO_3 – не встречаются в значительных количествах или полностью отсутствуют. Вредные нейтральные соли представлены преимущественно сульфатами магния и натрия (MgSO_4 , Na_2SO_4), а также хлоридами натрия (NaCl) и незначительно хлоридами магния (MgCl_2).

Агрохимический анализ почв на глубине до 50 см свидетельствует о низком уровне обеспеченности минеральными элементами, необходимыми для роста и развития растений винограда.

Таким образом, основными эдафическими факторами, требующими улучшения, являются: содержание в почве органики и биофильных элементов, уровень эродированности почв.

Участки полевых опытов в **Анапском и Темрюкском районах Черноморской** зоны виноградарства были расположены преимущественно на низменных ландшафтах с неоднородным почвенным покровом. Основным подтипом почв являются черноземы южные (каштановые) малогумусные различной степени выщелоченности. Почвообразующими породами для данных почв служат лессовидные тяжелые суглинки и глины. Черноземы южные формировались под типчаково-ковыльной растительностью засушливых дерновинно-злаковых степей. В настоящее время вся территория распространения этого подтипа почв распахана. Развита ветровая эрозия почв.

Мощность гумусового горизонта почв довольно значительная (варьирует от 30-70 до 100 см) при сравнительно невысоком содержании гумуса – 1,5-3,5-4,5 %, убывающего с глубиной постепенно (гуминовые кислоты прочно

связаны с кальцием). Интенсивная минерализация растительных остатков наблюдается лишь в периоды достаточного увлажнения почв. Характерная каштановая окраска гумусового горизонта постепенно светлеет с глубиной, приобретая белесый оттенок.

Запасы влаги в почве не высоки. Почва имеет слабую водоподъемную способность, что отрицательно влияет на влагообеспеченность растений. При этом потери почвенной влаги довольно значительные.

Почвы достаточно хорошо структурированы, несмотря на тяжелый мехсостав, имеют рыхлое сложение и объемную массу верхних горизонтов $1,0-1,3 \text{ г/см}^3$.

Профиль черноземов южных (текстурно-карбонатных) характеризуется ясной цветовой и структурной дифференциацией на генетические горизонты с резкой границей между ними (рис. 2.14). Карбонатные новообразования представлены карбонатной плесенью, прожилками, журавчиками, белоглазкой.



Рисунок 2.14 – Особенности строения профиля чернозема южного

Экономическое плодородие почв значительно варьирует. Обеспеченность подвижными соединениями основных минеральных элементов изменяется в широких пределах: от низкого до среднего уровня. Обеспеченность подвижным калием преимущественно на среднем и высоком уровне. Вскипание под действие 10^{ти} %-ной HCl начинается с нижней границы гумусового горизонта. Пахотные почвы могут вскипать с поверхности.

Таким образом, основными эдафическими факторами, требующими улучшения, являются: водный режим, содержание в почве органики и биофильных элементов.

2.4 Методологические подходы к реализации экспериментальных данных исследования

Методологический подход, как основа стратегии научно-исследовательской деятельности, базировался на концептуальном положении о эмпирических (фундаментальных, поисковых, прикладных) способах обоснования и доказательства научной гипотезы об эффективности применяемых специальных агротехнических приемов в комплексе с агрохимикатами различного физиологического действия для повышения уровня реализации эндогенного потенциала растений винограда в условиях климатических изменений и эдафического разнообразия. Были определены основные элементы методологического подхода: системность и логическая организация научного исследования, актуальные методы и методики, выявление зависимостей и взаимосвязей с помощью установления корреляционных связей, эмпирическая и теоретическая аргументация нового знания, практическая реализация субъективно нового наукоемкого результата, модель нового научного знания с опорой на цифровые технологии.

Многолетние исследования (2011-2023 гг.) были направлены на изучение влияния новых форм микроудобрений и агротехнических приемов на продуктивность виноградных насаждений в ведущих хозяйствах Юга России.

Первые работы инициированы в агроэкологических условиях Темрюкского района Краснодарского края на базе ОАО АФ «Южная» и ОАО АФ «Кубань». Изучалась эффективность препарата «Нутривант Плюс Виноград» для восстановления растений после повреждения градом на сортах Бианка, Каберне Совиньон и Августин.

Параллельно изучалось влияние нагрузки кустов побегами на продуктивность. Для сорта Августин схема опыта включала высокоштамбовый кордон Казанова и три нормы нагрузки: 20, 25 и 35 побегов на куст. На основе полученных данных и был заложен комплексный полевой опыт, направленный на изучение совместного влияния доз удобрений и нагрузки побегами. Установлено, что трехкратное применение комплекса микроудобрений обеспечивало достоверную прибавку урожайности на 25-37% по сравнению с контролем, а оптимальная нагрузка для сорта Августин составила 25-30 побегов на куст.

С 2013 года исследования расширены на технические сорта Мерло и Шардоне в условиях ГУП КК "Абрау-Дюрсо". Изучались препараты новых поколений: линейка «Райкат» (Старт, Развитие, Финал), «Аминокат 10%», «Питер Пит», Гумат Na/K с микроэлементами, Бамил. Схемы опытов включали вариации доз и кратности обработок (2-4 раза) в критические фенологические фазы: за 7-10 дней до цветения, цветение, фаза «ягода с горошину», налив ягод и за 10-20 дней до созревания.

В этот же период на сорте Кристалл изучались элементы сортовой агротехники: схемы посадки и способы формирования куста.

Совершенствование систем листовых подкормок (2016-2018 гг.)

На данном этапе исследования сконцентрировались на разработке прецизионных систем питания с применением сложных комбинаций препаратов «ПолиМикс-Агро», «АгроМастер», а также препаратов на основе экстракта водорослей *Ascophyllum nodosum* и комплексов аминокислот. Опыты закладывались на сортах Мерло, Шардоне и Августин. Обработки проводились многократно (до 7 раз за сезон), приуроченно к ключевым фенологическим фазам. Была сформулирована научная гипотеза о том, что специальные комплексные соединения биологически активных веществ и микроэлементов усиливают метаболизм растений винограда, улучшая количественные и качественные параметры урожая.

В связи с участвовавшими проявлениями абиотического стресса акцент исследований сместился на изучение препаратов-адаптогенов. В 2019-2023 гг. испытывался органоминеральный препарат «Нормат Л» на основе солей гуминовых и фульвокислот на сортах Мерло, Каберне Совиньон, Августин и Молдова. Трехкратная обработка способствовала достоверному увеличению количества плодородных побегов и соцветий на всех изучаемых сортах. В 2022 году начаты испытания нового «Биоконцентрата-Z», полученного по биотехнологии с использованием ризосферных микроорганизмов.

Проведенные многолетние исследования доказали высокую эффективность системного применения комплексных микроудобрений, аминокислотных комплексов и адаптогенов в повышении продуктивности и устойчивости виноградных насаждений в условиях Юга России. Наиболее физиологически обоснованной является схема трехкратного внесения препаратов в критические фазы развития: до цветения, в фазу «ягода с горошину» и перед созреванием. Оптимизация нагрузки кустов побегами является необходимым агротехническим приемом, потенциал которого раскрывается в полной мере только на фоне сбалансированного минерального питания.

2.4.1 Организация и планирование экспериментальных работ

Организационно процесс исследований был сегментирован на отдельные логически завершенные и обоснованные этапы: этап разработки научной гипотезы, как модели нового научного знания и плана ее реализации; этап экспериментальной проверки гипотезы и всесторонней оценки достоверности полученных результатов; теоретическому обоснованию нового научного знания. В процессе разработки первых двух этапов работ была разработана модель объекта исследований (рис. 2.15). Логическая структура научного исследования, связанного с решением отраслевой проблемы представлена на рисунке 2.16.

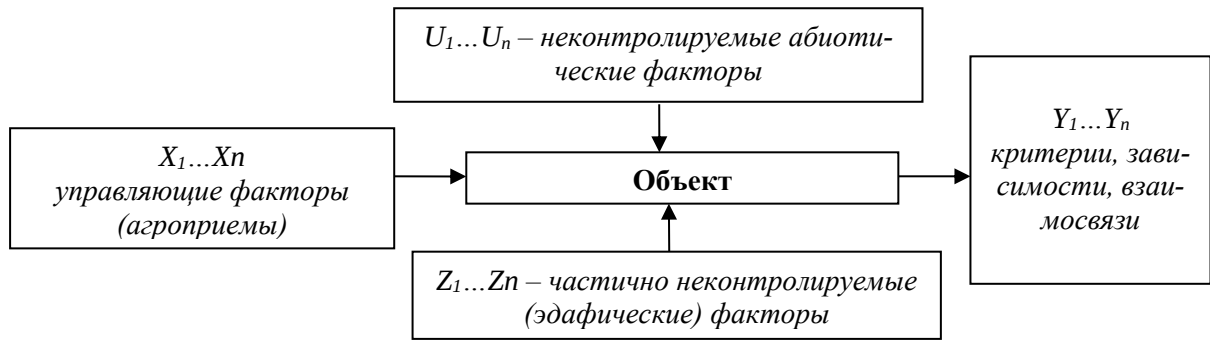


Рисунок 2.15 – Модель объекта исследований

Практическая методология организации научного исследования



Рисунок 2.16 – Логическая структура научного исследования, связанного с решением отраслевой проблемы

Таким образом, была разработана продуктивная научно-исследовательская деятельность, организованная как целостная система с конкретными характеристиками и логической структурой, определяющей процесс её осуществления.

2.4.2 Методика проведения агробиологических учетов и наблюдений в ампелоценозе

Показатели продуктивности растений винограда оценивали согласно проведенных в полевых условиях учетов основных агробиологических показателей, рекомендуемых актуальными методиками:

- число развившихся побегов, в том числе плодоносных, и соцветий на кустах и побегах, коэффициенты плодоношения и плодоносности (расчетным методом), длину побегов в сезонной динамике и после листопада [88, 96, 130];

- определение эмбриональной плодоносности глазков методом микроскопирования под бинокулярным микроскопом при 16-тикратном увеличении [95]

Пробу для анализа отбирали в количестве 30 типичных для каждого сорта побегов с 10 кустов по каждому варианту опыта. Брали наиболее важную часть однолетнего побега в практических целях (10 глазков). Побеги срезали у основания вместе с угловым глазком. Образцы побегов замачивали в воде на 1-2 суток в целях облегчения процесса препарирования. Затем побеги нарезали на одноглазковые черенки. Каждый глазок, начиная от первого, по мере их исследования, размещали поочередно под объективом микроскопа. Проводили учёт хорошо дифференцированных и слабо дифференцированных зачатков соцветий с последующей математической обработкой результатов анализа;

- наблюдение за ростом корневой системы согласно методики В.А. Колесникова (1962);

– величина и товарное качество хозяйственного урожая при уборке весовым методом с одного куста и с одного гектара [12, 38, 39, 131, 208], измерение и расчеты площади листьев осуществляли амперометрическим методом С.О. Мельника и В.И. Щигловской.

Масса грозди определялась взвешиванием в полевых условиях с использованием бытовых электронных весов DELTA KCE-16-39, а также в лабораторных условиях с помощью базовых высокоточных компактных электронных весов с пределом взвешивания 1200 г, сезонная динамика накопления виноградом сухих веществ – экспрессно в полевых условиях рефрактометрическим методом (KEZI REFRAKTOVÉTER 0-85Typ), в лабораторных условиях: сахаров в соке ягод по ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров», кислот – потенциометрическим методом по ГОСТ 25555.0-82 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности»;

В сезонной динамике проводили фенологические наблюдения и визуальную оценку состояния насаждений (количество выпадов не превышало 7-10 %): в фазе распускания почек, в период роста побегов (до начала периода цветения), учитывали продолжительность цветения, в период роста и созревания ягод, а также в период съемной зрелости ягод.

2.4.3 Методика изучения эдафических факторов

Эдафические факторы рассматривали как средообразующий элемент биосистемы ампелоценоза, представляющий собой совокупность химических, физических и механических свойств почв, как фактор, оказывающий экологическое воздействие на растения винограда.

Изучение и оценку влияния агрохимикатов, используемых в качестве внутрипочвенных подкормок осуществляли в соответствии с действующими ГОСТами и общепринятыми методиками:

ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.

ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки.

ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

ГОСТ 26423-85 - 26428-85 Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки:

- Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке
- Методы определения иона хлорида в водной вытяжке
- Методы определения иона сульфата в водной вытяжке
- Метод определения натрия и калия в водной вытяжке
- Методы определения кальция и магния в водной вытяжке

Выполнение анализа механического состава образцов почвы и классификация гранулометрического состава (по методу Н.А. Качинского).

Были также использованы методики:

Методы исследования агрофизических свойств почвы. В кн.: «Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда». К.А. Серпуховитина, А.М. Аджиев, Э.Н. Худавердов, В.С. Петров и др. Краснодар. 2010. С. 61-68.

Методы исследования агрохимических свойств почвы и растений В кн.: «Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда». К.А. Серпуховитина, А.М. Аджиев, Э.Н. Худавердов, В.С. Петров и др. Краснодар. 2010. С. 69-72.

Отбор точечных проб по всем делянкам опытов в трехкратной повторности производился с использованием тростевого бура конструкции С.Ф. Неговелова или с помощью автоматического пробоотборника [155]. Не допускали отбор точечных проб вблизи дорог. В пределах каждого участка точечные пробы отбирались равномерно по маршрутному ходу, примерно через равные интервалы на глубину слоя почвы 200 см на расстоянии 0,75-1,0 м от куста винограда. Масса пробы была не менее 400 г. Отобранные пробы помещали в подписанные соответствующим образом пакеты из крафт-бумаги, пеналы из картона (рис. 2.17).



Рисунок 2.17 – Пеналы из картона с отобранными почвенными образцами

После завершения отбора проб почвы составляли сопроводительную ведомость, образцы отправляли на анализ в лабораторию агрохимии и агропочвоведения ФГБНУ СКФНЦСВВ.

2.4.4 Методика физиолого-биохимических исследований растений винограда в ампелогенезе

Исследование физиолого-биохимических закономерностей реализации эндогенного потенциала адаптивных свойств растений винограда в различных почвенно-климатических условиях под действием комплекса специальных агротехнических приемов осуществляли с использованием общепринятых и оригинальных методик, разработанных в ФГБНУ СКФНЦСВВ:

Методики разработанные и модифицированные в ФГБНУ СКФНЦСВВ

1) Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие. Краснодар, 2015. 215 с.

2) Якуба Ю.Ф. Применение СВЧ-экстракции и высокоэффективного капиллярного электрофореза для анализа вегетативных органов растений // Материалы II междунар.конф. «Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, растений и сельскохозяйственного сырья». Москва, 2004. С. 71-74.

Метод капиллярного электрофореза в модификации ФГБНУ СКФНЦСВВ разработан специально для анализа растительных образцов. Метод основан на разделении заряженных компонентов сложных смесей, что позволяет анализировать ионные и нейтральные компоненты в растительном материале с высокой экспрессностью и точностью.

Выполнение СВЧ-экстракции очищенного от внешних загрязнений растительного материала проводили следующим образом: из средней пробы образца делали высежку (нарезку) в количестве 1,0 г, которая помещалась в контейнер СВЧ-минерализатора³, добавляли 25 мл 10%-ного водного раствора этилового спирта и в режиме «разложение без давления» проводили экстракцию в течение 10 минут. Затем контейнер извлекали и охлаждали. Полученный экстракт количественно, с помощью 10%-ного водного раствора спирта переносили в мерную колбу на 25 мл. Анализ полученного экстракта осуществляли с помощью системы капиллярного

³ Пробоподготовка на СВЧ-минерализаторе ЛЮМЭКС Минотавр 1 («Научно-производственная фирма аналитического приборостроения», Россия).

электрофореза «Капель-103Р». Анализируемую пробу дозировали в прибор и проводили анализ при следующих условиях: напряжение – плюс 17 кВ, ток – мкА, время анализа – 12 мин., ввод пробы 30 мБар 5 сек. Используя электрофореграмму, зарегистрированную в приведенных условиях анализа, при помощи программного обеспечения к прибору рассчитывали массовую концентрацию компонентов по установленным градуировочным характеристикам.

3) Якуба Ю.Ф., Ильина И.А., Захарова М.В., Лифарь Г.В. Методика определения массовой концентрации свободных аминокислот в побегах и листьях плодовых культур и винограда с применением капиллярного электрофореза // Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда / Под общей редакцией Н.И. Ненько. Краснодар, 2015. С. 80-86.

Актуальные стандартные методики

Общепринятые методики использовали для оценки адаптационной устойчивости растений винограда по критериям: оводненность, содержание свободной и связанной форм воды, пигментов в листьях (спектральным методом), характер ксероморфной организации листьев.

1) Гриненко В.В., Поспелова Ю.С. Методы определения устойчивости растений к обезвоживанию как признака приспособления к природным условиям. В сб.: Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Ленинград, 1976. С 115-122.

2) Кушниренко М.Д., Печерская С.Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев: Штиинца, 1975. 215 с.

3) Практикум по биохимии / Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – Москва: Изд-во МГУ, 1989. 509 с.

4) Паушева З.П. Практикум по цитологии растений, 4-е изд. перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1988. 271 с.

5) Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений, 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1985. 255 с.

Изучение анатомической структуры и пигментного комплекса листьев у плодовых многолетних культур представляет значительный теоретический и практический интерес, поскольку позволяет раскрыть механизмы экологической адаптации винограда к характерным для юга России высоким суточным температурам воздуха в засушливый летний период на фоне высокой интенсивности солнечной инсоляции.

Анатомическое строение листа просматривали и фотографировали с помощью микроскопа Olympus BX41 («Olympus corporation», Япония), увеличение 10½40.

Использование методики для оценки влияния факторов на активность фотосинтетических процессов обусловлено особенностями структуры листьев, характеризующей уровень пластичности в условиях действия абиотических стрессоров. Изменение степени развития слоя палисадной паренхимы – места основного сосредоточения хлоропластов в мезофилле листа – характеризует влияние специальных агроприемов на продуктивность фотосинтеза.

6) Ненько Н.И., Киселева Г.К. Физиолого-биохимические методы исследования сортов плодовых культур для адаптивной селекции и промышленного возделывания // Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда. Краснодар, 2017. С. 66-78.

Исследуемые наиболее значимые физиолого-биохимические и анатомо-морфологические параметры, позволяют характеризовать экспрессивность генетических систем адаптации растений винограда к абиотическим стрессам.

2.4.5 Методика оценки товарного качества хозяйственного урожая

Такие показатели товарного качества винограда как нарядность, хорошо выполненная гроздь, здоровые ягоды имеют решающее значение при реализации свежей продукции её транспортировке и хранении. Фактором существенного воздействия на данные показатели являются: почвенно-климатические условия, специальные агроприемы (характер обрезки кустов, применение агрохимикатов).

В полевых и лабораторных условиях оценивали качественные характеристики винограда в соответствии с ГОСТ 32786-2014 (UNECE STANDARD FFV-19:2010) «Виноград столовый свежий. Технические условия» и ГОСТ 31782-2012 «Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия», а также рекомендациями «Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2010. 182 с».

Исследование структуры урожая включало: определение массы 1000 ягод, процента больных и горошащихся гроздей, размера ягод (для столовых сортов), массы гребней, динамика изменения состава гроздей и ягод в ходе созревания. Увологические характеристики гроздей (изучение структурных компонентов гроздей и ягод и др.) рассматривали с позиции назначения виноградного сырья для перерабатывающей промышленности, а также в связи с выявлением непосредственной связи между качественными особенностями гроздей и ягод винограда и качеством получаемой из них продукции на различных фонах применения агрохимикатов полифункционального действия.

2.4.6 Методика химического анализа винограда и виноматериала

Химический анализ винограда винных сортов и виноматериалов проводили в лаборатории виноделия СКФНЦСВВ на основании оригинальных разработок сотрудников, модифицированных и общепринятых методов исследования, изложенных в публикациях:

- Шелудько О.Н., Гугучкина Т.И., Стрижов Н.К., Хмыров А.П. Влияние минеральных удобрений на концентрацию аминокислот в столовых виноматериалах // Виноделие и виноградарство. 2008. № 6. С. 29-31.

- Шелудько О.Н. и др. Оценка информативности вида кривых потенциометрического титрования суслу и виноматериала // Виноделие и виноградарство. 2013. № 3. С. 14-18.

- Методы технохимического контроля в виноделии / Под. ред. В.Г. Гержиковой; 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.

- Шелудько О.Н. Инновационные методы оценки и прогнозирования качества винодельческой продукции. Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2017. 291 с.

- Стрижов Н.К., Шелудько О.Н., Охрименко А.А., Ткачева Т.С. Инструментальное исследование свойств региональных вин из винограда сорта Мерло // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 1 (373). С. 87-91.

- Шелудько О.Н., Стрижов Н.К. Применение комплексного анализа при оценке качества винодельческой продукции // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 5-6 (365-366). С. 116-120.

2.4.7 Методика статистической обработки экспериментальных данных

В процессе теоретического обоснования числовых характеристик и качественных свойств изучаемого предмета особое внимание уделяли математическим методам обработки и анализу данных многофакторных полевых опытов, например, аппроксимации связей различного уровня между варьирующими характеристиками, дающей наилучшие параметры эмпирической зависимости, установлению различных критериев.

В процессе обобщения и анализа собранной и обработанной информации устанавливали и анализировали все известные данные об изучаемом процессе: какие факторы и как влияют на состояние процесса или объекта, их взаимосвязь, возможные пределы изменения и т.д.:

- в процессе статистической обработки комплекса экспериментальных материалов проводили дисперсионный анализ полученных в полевых опытах данных, общепринятый и используемый в практике сельскохозяйственных, биологических

исследований и рекомендованный Б.А. Доспеховым. Для многофакторных опытов с целью выявления основных эффектов и взаимодействий поэтапно оценивали значимость влияния и взаимодействия факторов по F-критерию, существенность частных различий и главных эффектов;

- использовали автоматизированный метод вычислений с привлечением программы Microsoft Excel;

- корреляционный анализ использовали для выявления характера связи между факторами;

- регрессионный анализ использовали для выявления характера изменения значений зависимого фактора “Y” (критерии, зависимости, взаимосвязи) от факторов “X” (управляющие факторы), “Z” (частично неконтролируемые (эдафические) факторы), “U” (неконтролируемые абиотические факторы) и создания математических моделей;

- представление результатов проводили в форме таблиц и графическом виде с использованием программы Microsoft Excel;

- для систематизации и математической обработки данных создали информационную модель (базу данных на основе программы Microsoft Excel), позволяющую аккумулировать весь экспериментальный материал и осуществлять анализ корреляционных связей факторов.

2.4.8 Методика энергетической и экономической эффективности специальных технологических приемов в системе производства продукции винограда

Показатель энергетической эффективности анализировали с позиции повышения коэффициента использования антропогенной энергии для повышения устойчивости промышленного производства виноградной продукции. Исследовали

прямые и косвенные антропогенные энергетические затраты (переносимые на хозяйственный урожай) в вариантах полевых и производственных опытов для оценки наиболее рационального их использования, опираясь на методику энергетической оценки агротехнологий: «Методология энергетической оценки агротехнологий в агроландшафтах». Москва: МСХ, 2007. 21 с.

Показатели экономической эффективности – основной аналитический оценочный показатель – рассчитывались по методике Е.А. Егорова, Ж.А. Шадринной, изложенной в публикациях:

- монографии «Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда» / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. 182 с.;

- статье Егорова Е.А., Шадринной Ж.А., Кочьян Г.А. Эффективность промышленного виноградарства // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2009. №1(1). С. 102-116.

2.4.9 Методика моделирования и прогнозирования эффективности приемов, направленных на повышение устойчивости и продуктивности растений винограда в ампелоценозе

В процессе разработки методических подходов к моделированию динамики биологических процессов, происходящих в системе «почва-среда-растение-урожай» ампелоценоза под действием специальных агроприемов и агрохимикатов полифункционального действия руководствовались материалами, изложенными в публикациях:

- Баденко В.Л. и др. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных растений для анализа элементов систем земледелия // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 8-27;

Полуэктов Р.Я. и др. Использование динамической модели агроэкосистемы для оценки влияния климатических изменений на продуктивность посевов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 2. С. 7-12.

Полуэктов Р.Я. и др. Адаптируемость динамических моделей агроэкосистем к различным почвенно-климатическим условиям // Математическое моделирование. 2000. Т. 12. № 11. С. 3-16;

Полуэктов Р.Я. и др. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2006. 391 с.;

Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С. Модификация агроэкологической модели формирования урожайности сельскохозяйственных культур применительно к винограду // Матер. междунар. научн.-практич. конф. «Достижения, проблемы и перспективы развития отечественной виноградо-винодельческой отрасли на современном этапе. Новочеркасск: ВНИИВиВ, 2013. С. 26-31.

В процессе работы была использована информационная модель (база данных), содержащая численные значения комплекса показателей, полученных в полевых опытах за период 2010-2023 гг., позволяющих выявить их связи и взаимодействия, влияющие на устойчивость и продуктивность растений винограда, оценить их количественно с помощью многофакторных регрессионных моделей прогноза.

Созданные многомерные регрессионные модели прогноза ожидаемой урожайности на фоне применения специальных агроприемов и агрохимикатов полифункционального действия, построенные по временным рядам, рассматриваются нами как динамические с охватом значительного количества факторов, влияющих на изменение состояния процесса эндогенной устойчивости растений. Модели учитывали общие закономерности изменения явления (процессов) во времени, а также характер влияния факторов на результирующий показатель.

ГЛАВА 3 РЕГУЛИРОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ВИНОГРАДА СОРТОВ РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО- ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ИНДУЦИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

3.1 Влияние эдафических факторов на эффективность использования агрохимикатов и экологическое воздействие на функциональное состояние растений в ампелоценозе

Эффективное плодородие почв – один из основополагающих факторов сбалансированного режима питания винограда, оказывающего непосредственное влияние на адаптивную функцию растений. Обоснованием этому служат многочисленные результаты экспериментальных исследований ученых на различных типах почв Краснодарского края К.А. Серпуховитиной (1988, 1998, 1999, 2002, 2005, 2006, 2010, 2014), А.Н. Чемулова (1999), Э.Н. Худавердова (1999, 2002, 2005, 2010), на обыкновенном черноземе Южного Урала С.В. Хардиковой, А.М. Русанова (2008), исследователей ВНИИВиВ им. Я.И. Потепенко Г.П. Малых, В.Е. Андреевой и др. на песчаных почвах Чеченской Республики (2015, 2020), а также научных сотрудников Н.А. Тихомировой, Н.А. Урденко, М.Р. Бейбулатова и др. на коричневых горнолесостепных почвах Республики Крым, установивших положительное воздействие минеральных удобрений на физические свойства почв, рост содержания подвижных соединений основных биогфильных элементов, увеличение количества всех категорий активных корней в зоне внесения удобрений, повышение водоудерживающей способности растительных тканей в период вегетации и эффективности фотосинтеза, энергетических процессов, накопление большего количества углеводов, белков и других соединений, необходимых растениям в зимний период. Кроме того, исследователи, изучающие связи между факторами плодородия почв, климатом, системой формирования расте-

ний, сортом винограда, их влияние на устойчивость растений указывают на определяющую роль почвенно-агрохимических показателей [89, 90, 147, 177, 186]. Обоснованием этому служат механизмы взаимодействия агрохимикатов с почвой вследствие сорбции и химического осаждения.

Ретроградация фосфатов широко применяемого в сельскохозяйственной практике суперфосфата при внесении в почву с высоким содержанием кальция сопровождается образованием малорастворимых солей, переходящих из раствора в твердую фазу почвы. Мобилизация фосфора в результате подкисления в зоне корневой системы растений, как результат выделения корнями продуктов жизнедеятельности, разложения растительных остатков, почвенной биоты и др., способствует переводу малодоступных для растений соединений фосфора в легко доступную. Пролонгированный процесс перевода малорастворимых фосфатов в легко поглощаемые растениями однозамещенные фосфаты обуславливает использование суперфосфата в запас на несколько лет при глубокой локальной заделке в почву, что значительно повышает коэффициент использования агрохимикатов. Для питания растений имеет важное значение и обменное поглощение почвой, определяемое составом почвенных коллоидов. При этом адсорбированные фосфат-ионы благодаря ионному обмену постепенно переходят в почвенный раствор и поглощаются растениями.

Взаимодействие физиологически кислых солей аммония с почвой, обладающей достаточно высокой буферностью, обусловлено активным необменным поглощением NH_4^+ и закреплением в ППК, медленным процессом перехода в доступную для растений форму, в сравнении с обменным поглощением. При этом нитрат-ион концентрированного безбалластного удобрения NH_4NO_3 не подвергается поглощению, находится в подвижном состоянии в почве, менее активно потребляется растениями и подвержен быстрому промыванию вглубь почвы. Особенностью амидного удобрения является его превращение в почве в $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ под действием воды и фермента уреазы с последующей нитрификацией аммонийного азота. С особенностями взаимодействия агрохимикатов с почвой удобрений связан характер и кратность использования препаратов в агроценозах: ранневесенние быстродействующие внутрипочвенные подкормки, водные растворы для некорневых подкормок и удобрительных поливов.

Достаточно хорошо растворимые в воде физиологически кислые соли калия при внесении в почву быстро растворяются и на основе обменных реакций вступают во взаимодействие с ППК. Поглощенный коллоидной частью почвы K^+ и сопутствующие катионы (Na^+ , Mg^{2+}), входящие в состав удобрений, мало подвижны, но легко поглощаются растениями. Необменно (фиксировано) поглощенный K^+ менее доступен растениям. Степень фиксации калия зависит от минералогического состава почвы.

Процесс биологического поглощения минеральных элементов влияет также на некоторое обогащение верхней части профиля почвы мезо- и микроэлементами, сопутствующими в малых количествах агрохимикатам. Так, содержащиеся в сотых долях процента в удобрениях сера, магний, бор, медь, цинк марганец, железо, аккумулируются в зоне внесения агрохимикатов и, в зависимости от увлажнения почвы и миграционной способности, становятся дополнительным доступным источником для потребления растениями. Помимо этого, агрохимикаты оказывают влияние и на изменение микроэлементного состава почв агроценозов, распределение и формы микроэлементов в зависимости от почвенно-геохимических условий агроландшафтов [67].

Основываясь на специфике механизмов взаимодействия агрохимикатов с почвой, была поставлена задача методом полевого опыта охарактеризовать основные закономерности изменения показателей эффективного плодородия почвы ампелоценозов при внесении агрохимикатов в зависимости от эдафических факторов и выявить экологическое влияние приема на функциональное состояние растений винограда. Экспериментальные исследования проводили в почвенно-климатических условиях Анапо-Таманской зоны виноградарства (Темрюкский р-н, ст. Вышестеблиевская) на широко распространенном малогумусном черноземе южном разной степени выщелоченности.

Перед постановкой полевых опытов было проведено агрохимическое обследование в границах экспериментальных участков производственных насаждений плодоносящего виноградника (рис. 3.1) для оценки физико-химических свойств чернозема южного и выявления параметров варьирования агрохимических показателей. На карте схематично обозначали контрольные участки для мониторинга состояния эффективного плодородия почв промышленных высокоштамбовых неукрывных виноградников различных конструкций без орошения.



Рисунок 3.1 – Участок агрохимического обследования почвы в границах промышленных насаждений виноградарства

Анализ гранулометрического состава почвы экспериментальных участков виноградарства выявил содержание физической глины от 58 до 69 %, илистой фракции до 33 %, достаточно хорошо выраженную, комковато-зернистую структуру почвы. Почва имела тяжелый гранулометрический состав, но преимущественно рыхлое сложение и объемный вес в пахотном горизонте в пределах $1,25-1,31 \text{ г/см}^3$, а на глубине 150 см – $1,39-1,42 \text{ г/см}^3$.

В результате исследований установлено, что почвы опытных участков характеризуются невысокими запасами гумуса и уровнем обеспеченности основными минеральными элементами. В $A_{\text{пах}}$ содержание гумуса не превышало 2,0 %, на глубине 50 см – 0,6 %. Актуальная кислотность в пахотном горизонте почвы возрастала с глубиной от 7,1-7,2 в верхнем горизонте до 7,3-7,5 на глубине 50 см (вскипания от 10 % НСІ не наблюдалось), не превышая значений 8,0-8,3 в слое

почвы 50-150 см на всей обследованной территории. Содержание подвижного фосфора в $A_{\text{пах}}$ массива промышленных насаждений виноградника значительно варьировало от 98-103 до 138 мг/кг⁴, снижаясь на глубине 60 см до 55-84 мг/кг и 60-90 см до 25 мг/кг и ниже. Обеспеченность почвы участка подвижным калием изменялась также значительно: от 230-250 мг/кг в поверхностном слое почвы до 150-200 мг на глубине 50 см. В зоне расположения основной массы корней винограда (50-150 см) содержание калия не превышало значений 41 мг/кг. Было выявлено очень низкое содержание нитратного и аммонийного азота, не превышающее значений 5,1-5,5 мг/кг. Содержание подвижных форм микроэлементов в большей степени варьировало с глубиной (табл. 3.1). При этом наблюдалось максимальная концентрация подвижных соединений микроэлементов в гумусо-аккумулятивном горизонте.

Таблица 3.1 Среднее содержание микроэлементов в черноземе южном под плодоносящими виноградниками группы сортов в границах опытного участка, мг/кг

Глубина отбора проб почвы, см	Марганец	Цинк	Медь	Железо	Бор
0-30	57,9	1,91	0,53	18,7	1,19
30-60	43,4	1,45	0,33	10,1	1,13
60-90	41,4	1,34	0,24	1,2	0,87

На выявленном почвенно-агрохимическом фоне участка были заложены полевые опыты по внесению агрохимикатов неорганического происхождения в почву плодоносящих виноградников. Планирование эксперимента предполагало локальное ежегодное основное внесение полного удобрения в дозе N90P120K90, ежегодное внесение N90K90 на фоне P360 1 раз в три года и фоновое запасное (на 3 года) внесение фосфорно-калийных удобрений с ежегодными азотными подкормками в дозе N90. Применяли смеси простых, однокомпонентных агрохимикатов одностороннего действия. Внутрипочвенное внесение агрохимикатов в различных сочетаниях и с различной пе-

⁴ Анализы выполнены по ГОСТ 26204-91 Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

риодичностью осуществляли механизировано с помощью технических средств, имеющихся в сельскохозяйственном предприятии. Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью, азотные – в ранневесенний период.

Уже через год после закладки полевого опыта, осенью было установлено увеличение содержания в почве азота нитратов в вариантах с внесением агрохимикатов на глубине 0-60 см на 28-33 %. В зоне расположения активных корней винограда количество азота увеличилось на 60-65 %. Тенденция сохранялась в течение 3-х лет проведения эксперимента (рис. 3.2).

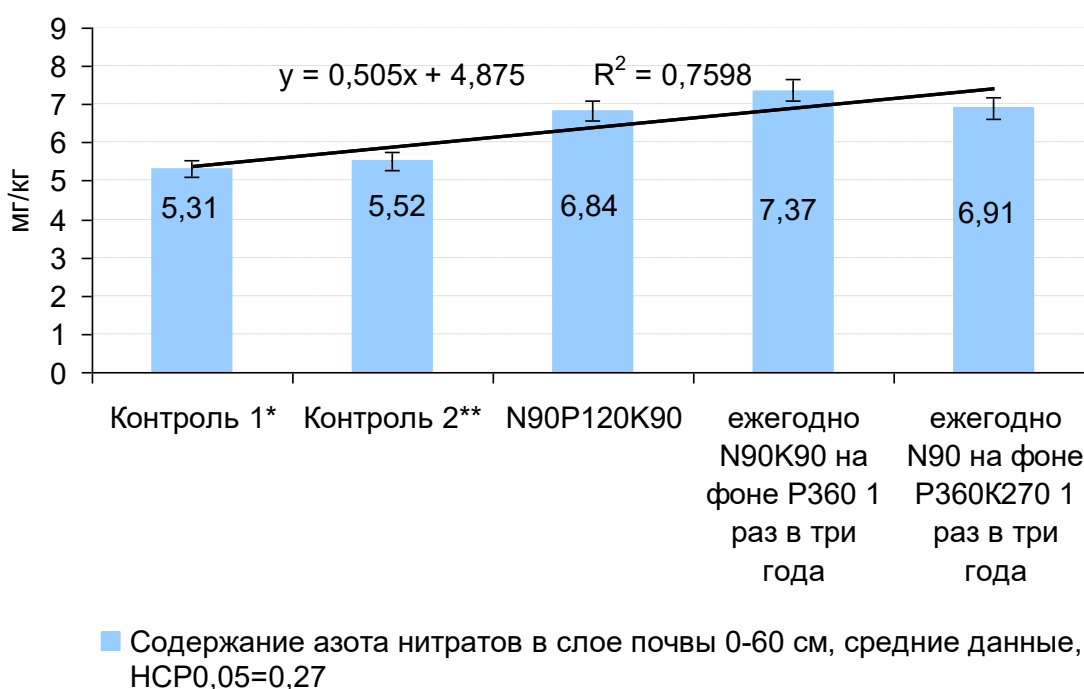
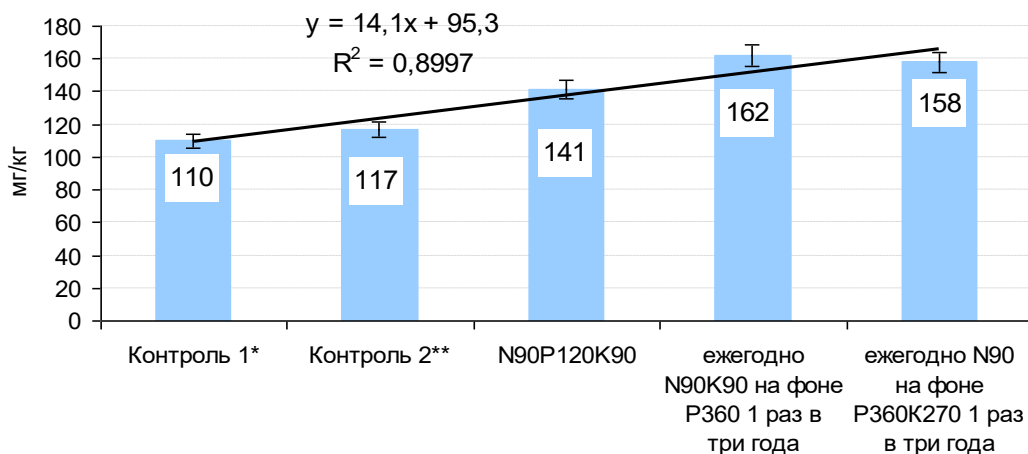
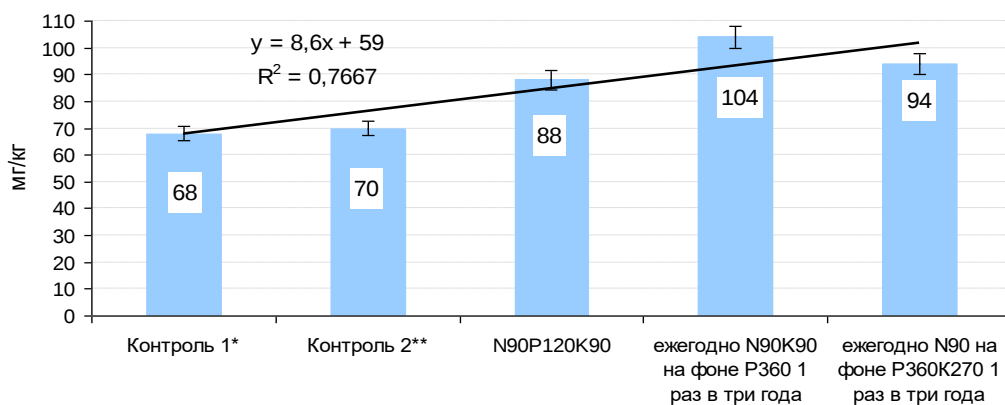


Рисунок 3.2 – Содержание азота нитратов в почве опытного участка в связи с внесением агрохимикатов (контроль 1 – данные агрохимического обследования (контрольные участки); контроль 2 – вариант без внесения агрохимикатов)

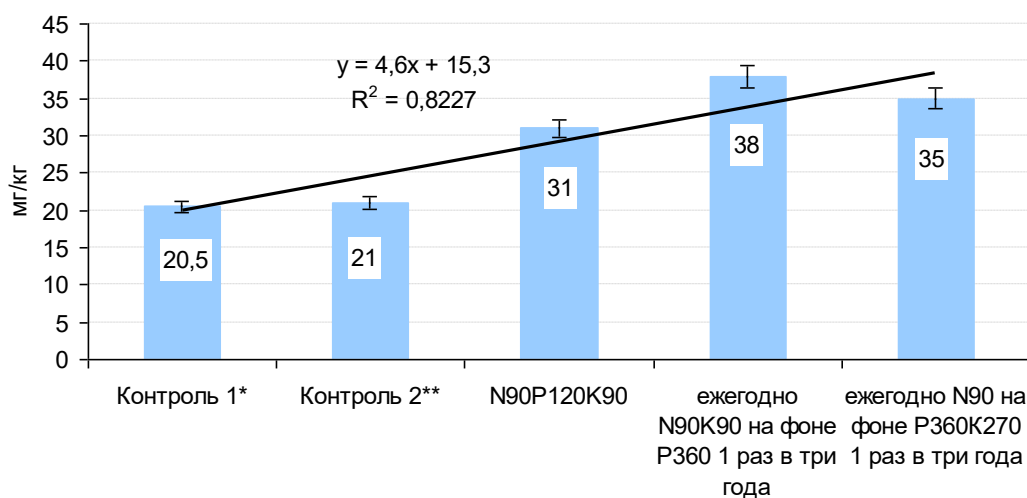
Запасное на три года внесение фосфорных и фосфорно-калийных удобрений способствовало росту содержания подвижных соединений фосфора от 35 до 47 % в слое почвы 0-90 см (рис. 3.3).



■ Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, средние данные, НСР_{0,05}=23,9



■ Содержание подвижного фосфора в слое почвы 30-60 см, средние данные, НСР_{0,05}=16,9



■ Содержание подвижного фосфора в слое почвы 60-90 см, средние данные, НСР_{0,05}=7,34

Рисунок 3.3 – Содержание подвижного фосфора в почве опытного участка через три года после внесения агрохимикатов (контроль 1 – данные агрохимического обследования (контрольные участки); контроль 2 – вариант без внесения агрохимикатов)

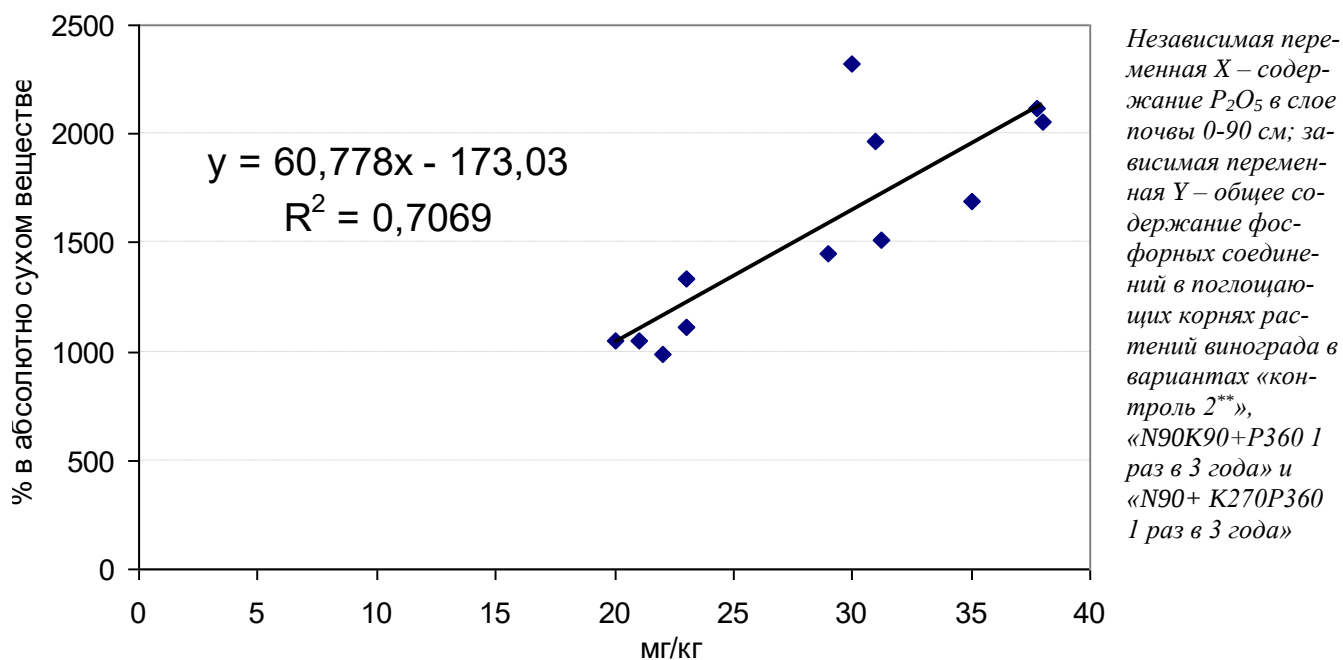
При планировании эксперимента, учитывая значительную вариабельность агрохимических показателей в пределах опытного участка и большое количество исследуемых вариантов, был применен метод рендомизированных повторений. Данный метод, рекомендуемый для полевых опытов в многолетних насаждениях (Б.А. Доспехов, 2012), обеспечивает объективность и достоверность полученных результатов [53]. Для лучшей сравнимости вариантов повторения располагали таким образом, чтобы внутри каждого повторения почва была максимально однородной по показателям эффективного плодородия с включением контрольных участков для агрохимического мониторинга.

На удобренном фоне наблюдалось увеличение содержания подвижного цинка в почве (на 5-14 %) в зоне внесения удобрений на глубине 0-30 см, что, вероятно, связано с уровнем растворимости биомикроэлемента и низкой устойчивостью цинкорганических соединений.

Рассматривая экологический аспект приема, необходимо обратиться к опубликованным ранее выводам ученых, исследовавших влияние агрохимикатов на биогенность почвы (С.Г. Бондаренко, Е.А. Белов, 1979 и др.). Исследователями отмечалось, что разовое внесение удобрений в повышенных дозах существенно не изменяет микрофлору почв под виноградниками в очаге внесения. Н.Н. Перовым (1970) установлено, что применение удобрений в оптимальных дозах стимулирует развитие аэробных бактерий, минерализующих органику и являющихся показателем эффективности плодородия, в зависимости от вида туков.

Запасное на 3 года внесение фосфорных и фосфорно-калийных удобрений при ежегодном снабжении винограда азотом способствовало существенному увеличению у растений количества корней, в том числе активных, их локализации в зоне внесения агрохимикатов, а также обогащению фосфатами и продуктами фосфорилирования. Для оценки уровня *влияния фактора увеличения содержания подвижного фосфора в почве* на глубине 0-90 см в вариантах с запасным внесением фосфорных и фосфорно-калийных удобрений на увеличение *общего содержания фосфатов в поглощающих корнях* растений винограда был выполнен регрессионный анализ результатов полевого опыта (рис. 3.4). Данные регрессионной статистики свидетельствуют о соответствии

регрессионной модели набору численных данных: корреляционные зависимости между переменными-предикторами и переменной-откликом составили 0,84, коэффициент детерминации (показатель качества модели) указывает на то, что расчетные параметры модели на 70,7 % объясняют зависимость изучаемого параметра (общее содержание фосфатов в поглощающих корнях) от факторов «X».



Регрессионная статистика	
Множественный R	0,840776657
R-квадрат	0,706905388
Нормированный R-квадрат	0,677595927
Стандартная ошибка	267,024514
Наблюдения	12
Дисперсионный анализ	
	df
Регрессия	1
Остаток	10
Итого	11
Коэффициенты	
Y-пересечение	-173,0334959
Переменная X 1	60,77830484

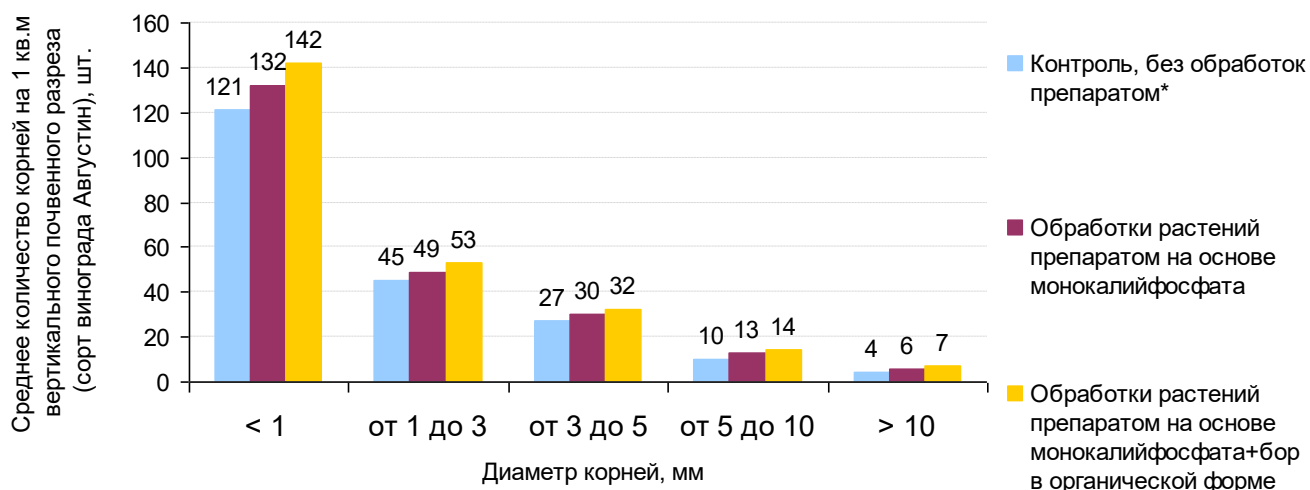
Рисунок 3.4 – Результаты регрессионного анализа (уравнение регрессии получено для диапазона значений содержания подвижного фосфора от 19 до 42 мг/кг и суммарного годового количества осадков от 443-478 мм)

В варианте с ежегодным внесением N90P120K90 содержание фосфорных соединений в корнях было выше на 44 %, а в варианте с запасным на 3 года внесением фос-

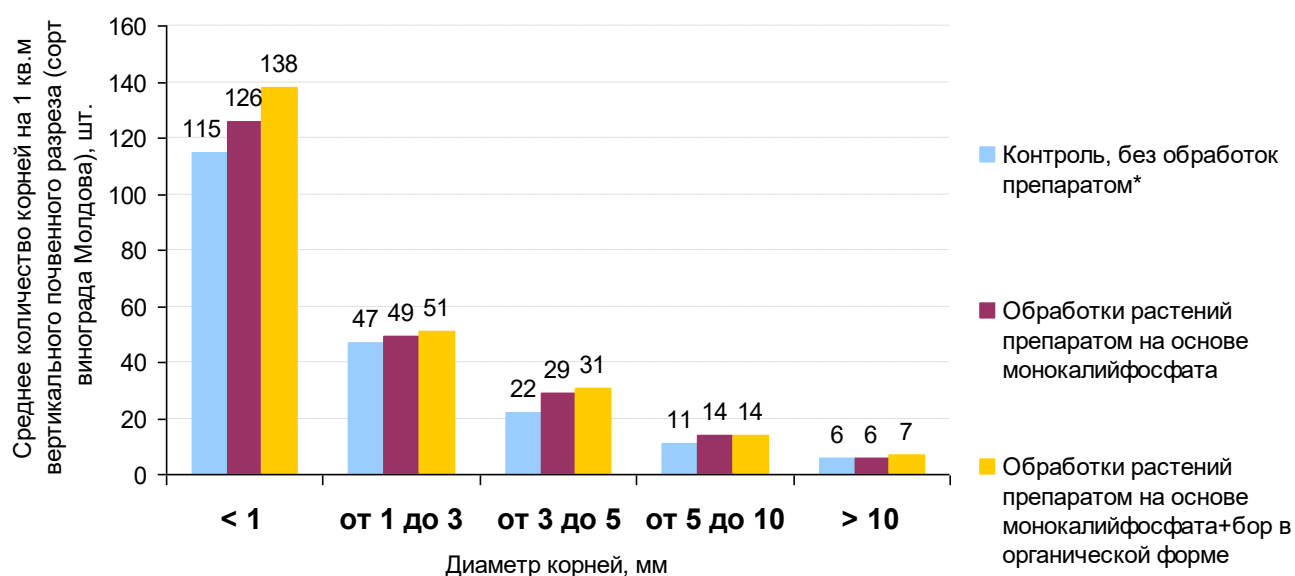
формных удобрений – более, чем в два раза. При этом неорганических соединений фосфора было больше на 38 и 105 % соответственно. Анализ содержания в корнях органических соединений фосфора (нуклеотидов, фосфорных эфиров, фосфолипидов, нуклеопротеидов) также выявил преимущества вариантов с ежегодным внесением полного минерального удобрения и запасного на 3 года внесения фосфорных удобрений на фоне ежегодного азотно-калийного удобрения в дозе N90K90. Изучение корнезаселенности активными корнями слоя почвы 0-90 см плодоносящих растений винограда сортов Августин, Молдова на подвое Кобер 5ББ на фоне локального внесения агрохимикатов выявило существенное превышение над показателями варианта «контроль 2». Это позволяет судить об усилении синтетической деятельности корневой системы.

Исследование взаимодействия компонентов системы «почва-агрохимикат-корневая система» в условиях чернозема южного Анапо-Таманской зоны виноградарства было продолжено методом полевого опыта в плодоносящих насаждениях винограда сортов Августин и Молдова на подвое Кобер 5ББ путем применения обработок растений водными питательными растворами химически чистых высококонцентрированных *специальных комплексов макро- и хелатированных микроэлементов* нового поколения. Препараты на основе водорастворимого монокалийфосфата (KH_2PO_4) и лимонной кислоты вносили 3-хкратно: перед цветением, в период активного роста ягод и за две недели до созревания винограда в дозе 3 кг/га. Схема опыта была дополнена вариантом с обработкой растений препаратом, содержащим бор в органической форме (гидроборат этиламина, гидроборат+ $\text{CH}_5\text{CH}_2\text{NH}_2$), учитывая низкое содержание элемента в зоне основной массы поглощающих корней и чувствительность винограда к дефициту бора.

В результате исследований было выявлено положительное действие препаратов и их сочетаний на рост корневых систем винограда сортов Августин и Молдова (рис. 3.5а, б). Наиболее существенным было увеличение количества активных корней < 1 мм ($\text{HCP}_{0,05} = 8,93$ шт., сорт Августин; $\text{HCP}_{0,05} = 6,89$ шт., сорт Молдова).



а



б

* Контрольный вариант – обработка растений водой

Рисунок 3.5 – Среднее количество поглощающих и проводящих корней винограда в зависимости от применения специальных агрохимикатов нового поколения полифункционального действия

Применение в течение 3-х лет водных растворов высокоэффективных **органоминеральных питательных комплексов (Аминокат 10 %)** для обработки растений винограда также обеспечивало увеличение количества активных корней в слое почвы 0-90 см. Ежегодное трехкратное опрыскивание растений препаратом в дозе 1 л/га, содержащим сбалансированное количество макро- и микроудобрений, аминокислоты, витамины и экстракты морских водорослей обеспечивало рост количе-

ства корней диаметром менее одного миллиметра в сравнении с контрольным вариантом на 11,6 % (виноград сорта Августин) и 14,8 % (виноград сорта Молдова) (табл. 3.2). Проведение эксперимента осуществляли на фоне основных показателей эффективного плодородия, численные значения которых выявлены в пределах $НСР_{0,05}$ при суммарном количестве атмосферных осадков за вегетационный период 211-331 мм. Ежегодно исследования сопровождалось нормированием общего количества развившихся на учетных кустах побегов во всех вариантах полевых опытов.

Таблица 3.2 – Количество различных групп корней на фоне применения органического питательного комплекса Аминокат 10 %, шт.

Вариант	виноград сорта Августин					виноград сорта Молдова				
	Диаметр корней, мм					Диаметр корней, мм				
	< 1	1-3	3-5	5-10	> 10	< 1	1-3	3-5	5-10	> 10
Контроль, без обработок препаратом	121	45	27	10	4	115	47	22	11	6
Обработки растений Аминокатом 10%	135	50	30	13	7	132	49	29	13	6
$НСР_{0,05}$	4,67	4,80	7,66	3,78	2,12	6,11	4,52	4,61	3,1	-

Выявленные характерные взаимодействия в системе «почва-агрохимикат-корневая система», надземной и корневой системы винограда характеризуют этапы и пути питания растений под действием различных форм и составов агрохимикатов в конкретных почвенно-климатических условиях региона. Различные способы воздействия на режим питания растений с помощью удобрительных смесей активируют деятельность системы фитогормонов, обеспечивающих специфический ростовой эффект. В зоне меристематической активности корня наблюдается концентрация питательных веществ, вызванная взаимно обусловленными процессами усиления поглотительной деятельности (корневое питание) и притоком ассимилятов, образующихся в надземной части растений за счет обработок питательными смесями.

3.2 Протекторное действие биоминеральных агрохимикатов при абиотическом стрессе у растений винограда в ампелоценозе

В настоящее время быстрыми темпами растет и расширяется рынок биоминеральных агрохимикатов для растениеводства, совершенствуются технологии синтеза новых препаратов на основе природных соединений. Агрохимикаты нового поколения обладают широким спектром действия, являются эффективными иммуномодуляторами, стимулируют эндогенную устойчивость растений к абиотическим стрессам и т.д. Применяемые некорневым методом, комплексные многокомпонентные препараты содержат в своем составе различное количество фитогормонов и природные негормональные соединения, экзогенное влияние которых связывают со способностью растений противостоять воздействию различных физических стрессфакторов, регулируя ростовую активность меристем (N. Rai, S.P. Rai, B.K. Sarma, 2021; M.J. Van Oosten, O. Pepe, S. De Pascale, S. Silletti, A. Maggio, 2017; A. Zaid, F. Mohammad, Q. Fariduddin, 2020 и др.). Актуальность использования подобного рода специальных комплексных препаратов в агроценозах возрастает на фоне стремительного изменения климата, участившихся абиотических стрессов, необходимости решения экологических проблем, удовлетворения потребности в развитии устойчивого современного сельского хозяйства. Вместе с тем, физиологический эффект действия агрохимикатов нового поколения на растения зависит от химической природы, состава и концентрации препаратов, фазы развития растений, экологических факторов, уровня агротехники. Специфика механизмов действия различных агропрепаратов предполагает системные экспериментальные исследования их эффективности в определенных почвенно-климатических условиях с целью понимания сельскохозяйственных функций комплекса активных компонентов и потенциала препаратов, в том числе во взаимосвязи со специальными приемами агротехники.

В наших исследованиях протекторную функцию агрохимикатов нового поколения в ампелоценозах Черноморской зоны виноградарства Краснодарского края

исследовали с использованием высокоэффективных *адаптогенов*-регуляторов роста на основе гуминовых и фульвокислот для защиты растений от стресс-факторов; высокоэффективных *органоминеральных комплексов* для преодоления растениями стрессовых ситуаций путем стимулирования метаболизма и усвоения питательных веществ; специальных *комплексов макро- мезо- и хелатированных микроэлементов* – активаторов устойчивости к действию эндогенных стрессоров.

Применение водных растворов препаратов для некорневой обработки растений винограда основано на особенности агроклиматических ресурсов зон виноградарства: продолжительное действие физических стрессоров позднезимнего и ранневесеннего периодов (резкие температурные колебания), а также гипертермия и дефицит влаги в летний период, снижающие уровень эндогенной устойчивости растений винограда – способности поддерживать гомеостаз, нарушая координацию в системе «корень-крона-лист».

Гуминовые вещества активируют ряд молекулярных процессов, передвижение в растениях углеводов, аминокислот, гормонов, стабилизируют дыхательную функцию, поддерживают белковый гомеостаз, способствуют экономии энергетического ресурса (J.Y. Cha, S.-H. Kang, I. Ali, S. Lee et al., 2020). Входящие в состав *органоминеральных комплексов* биологически активные компоненты экстрактов морских водорослей воздействуют на центральные метаболические пути, участвующие в фотосинтезе, активируя защитную систему растений, позволяя сохранять водный баланс, регулируют устьичную проводимость путем модуляции экспрессии определенных генов и др. (O. Ali, A. Ramsubhag, J. Jayaraman, 2021) Содержащиеся в препаратах свободные аминокислоты действуют как осмолиты. Сбалансированная смесь хелатированных микроэлементов стимулирует метаболизм, синтез ауксина (Fe, Zn), симбиотическую и несимбиотическую фиксацию азота (Co, Mo), не закрепляясь в почве, участвует в фотосинтетических процессах. При этом хелатирующие комплексообразователи (ОЭДФ, ЭДТА) обеспечивают активное поступление и транспорт частично подвижных элементов (Zn, Mn, Mo и др.), повышая их эффективность.

В агроэкологических условиях Черноморской зоны (Темрюкский р-н) на черноземе южном исследовали эффективность протекторного действия на плодоносящие растения винограда сортов Августин и Молдова (схема размещения растений 3x2 м) специальных *комплексов макро- мезо- и хелатированных микроэлементов* при критически низких для винограда температурах воздуха -22,8...-33,2 °С (2010 г.), вызвавших частичное повреждение побегов и многолетней древесины (рукавов и штамбов кустов). При этом были зафиксированы аномально высокие температуры воздуха в летний период (июль, август – 37-42 °С) на фоне продолжительного отсутствия атмосферных осадков.

Двухфакторные полевые опыты имели целью выявить характер протекторного действия специальных безбалластных, водорастворимых комплексов макро- мезо- и микроэлементов при различной нагрузке кустов побегами: 20, 25 и 30 шт. Водными растворами препарата, содержащего азот в нитратной, аммонийной и амидной форме, фосфор, калий, медь, хелатированные ЭДТА микроэлементы (бор, железо, марганец, цинк), обрабатывали растения винограда ежегодно в дозе 3 кг/га трехкратно: перед цветением, в период активного роста ягод и за две недели до созревания [74].

Нормирование нагрузки побегами сильнорослых сортов винограда раннего (Августин) и позднего (Молдова) сроков созревания осуществляли, руководствуясь опубликованными в литературных источниках данными исследователей об уровне побегообразовательной способности растений и необходимости соблюдения баланса между ростовой и генеративной функцией винограда (Е.И. Захарова, Л.П. Машинская, 1972; М.К. Караев, Ш.Г. Халипаев, 2009; Ш.Н. Гусейнов, С.В. Майбородин, 2012; В.С. Петров, Т.П. Павлюкова, 2009, 2014, 2017-2019).

У растений винограда, поврежденных аномально низкими температурами, некорневые обработки водными растворами специальных агрохимикатов способствовали более интенсивному наращиванию площади листовой поверхности в вариантах с различной нагрузкой кустов побегами, что характеризует биологическую роль комплексного агрохимиката, активирующего адаптивные возможности растений (рис. 3.6).

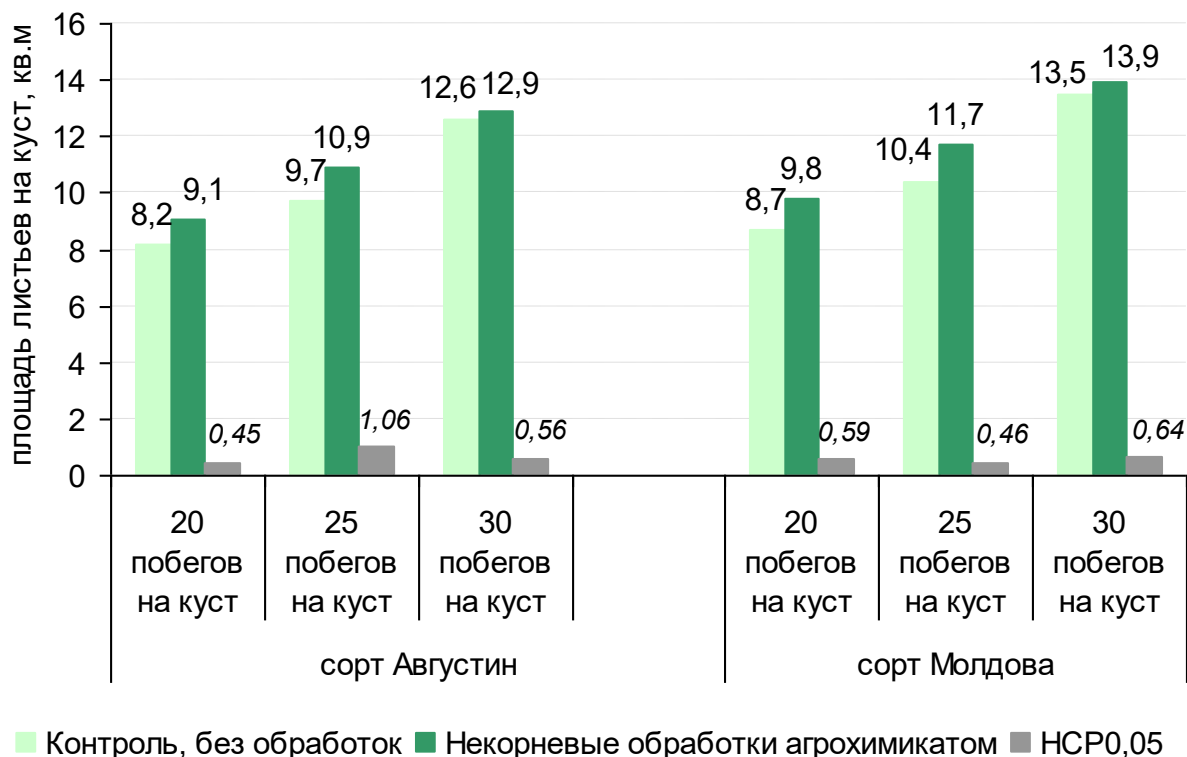


Рисунок 3.6 – Площадь листовой поверхности винограда в связи с применением некорневых обработок растений

Было выявлено положительное воздействие системного применения препарата на увеличение количества корней диаметром от ≤ 1 до 3 мм у винограда сортов Августин и Молдова (на 13 и 18 % соответственно в сравнении с вариантом «контроль») в слое почвы 20-70 см, что позволило провести анализ корреляционной связи между активацией процесса дифференциацией клеток наружной части корней с образованием их поглощающей фракции и увеличением ассимиляционной поверхности у растений винограда, установленной ранее исследователями Н.П. Бузиным, П.Г. Тавадзе, П.Т. Болгаревым, В.И. Габович, С. Йонева и К. Нешева, А.И. Левинским (1932-1962), К.А. Серпуховитиной (1982, 2009, 2014).

В производственном опыте в условиях Черноморской зоны виноградарства на черноземе южном (АФ «Южная») органоминеральный комплекс на основе полностью растворимого монокалийфосфата (KH_2PO_4) и лимонной кислоты, содержащий поверхностно активные соединения и имеющий в составе сбалансированное соотношение биогенных элементов обеспечивал восстановление листового аппарата при некорневой подкормке винограда, поврежденного в первой декаде июня

градом (до 50 % побеги, листья, грозди), значительно эффективнее в сравнении с вариантом без обработок растений (рис. 3.8). Кусты винограда, обрабатываемые системно, 4^х-кратно, препаратом (через каждые 15 дней, начиная с 8 июля), достаточно быстро восстанавливали листостебельную массу, наращивали фотосинтетический потенциал. В сравнении с контрольным вариантом площадь листовой пластинки у растений винограда сильнорослого сорта Августин, среднерослого – Бианка и сорта со сдержанным ростом Каберне Совиньон в конце второй декады октября увеличилась соответственно на 8,1, 19,6 и 11,5 %, создав условия для закладки урожая будущего года.

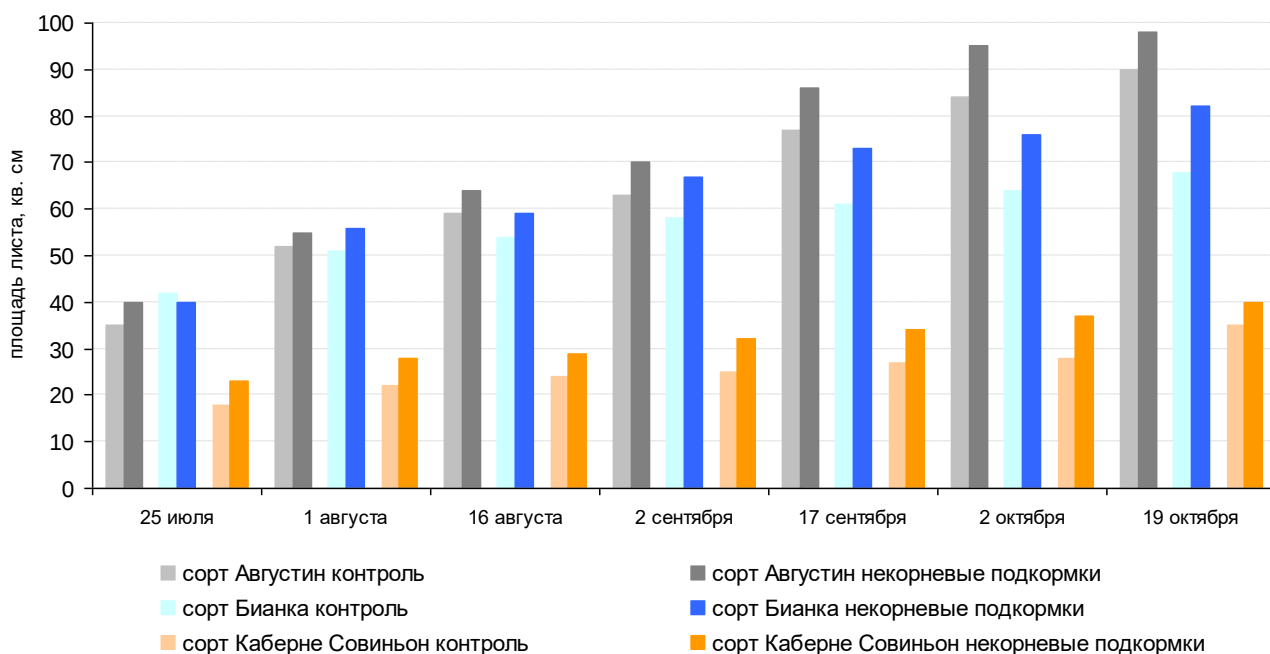


Рисунок 3.8 – Динамика нарастания площади листовой пластинки у поврежденных градом растений винограда, в связи с применением некорневых подкормок

Положительный *пролонгированный* эффект комплексного агрохимиката связывали с наличием в его составе поверхностно активных соединений, позволяющих на протяжении нескольких недель удерживаться на поверхности листа, преодолевая отторжение водного раствора наружным эпидермальным (гидрофобным) слоем клеток, синтезирующих воск, постепенным поступлением в растения катионов через отрицательно заряженные слои: кутикулярный и образованный полисахаридами, с последующим поступлением также в ткани листа анионов.

Исследовали закладку плодовых образований у растений винограда, подвергшихся градобитию, во всех вариантах опыта. Более интенсивная регенерационная способность растений в вариантах с обработками органоминеральным комплексом обеспечивала более высокий уровень закладки плодовых образований в 1-9 зимующих глазках вызревших побегов [156]. Наиболее высокие показатели выявлены у винограда сорта Августин: в группе 1-3 глазок все почки глазка были плодородны, в том числе 53,3 % из них имели два сформированных соцветия, а с 4 по 9 глазок плодородными были от 92,8 до 94,7 %.

Протекторное действие удобрений изучали также в 2014-2023 гг. в Черноморской зоне Краснодарского края на дерново-карбонатной почве [136, 141, 157]. Полевой опыт располагался на специально отведенном участке виноградника ООО «Абрау-Дюрсо» (г. Новороссийск, III агроклиматический р-н, рис. 3.9). В зависимости от почвенно-агрохимических показателей и наличия склоновых участков использовали метод рендомизированных повторений (размещение вариантов по делянкам полевого опыта) или систематический метод закладки полевого опыта. Схема опыта разрабатывалась в соответствии с биологическими особенностями культуры винограда сортов технического направления Мерло, Шардоне, Каберне Совиньон. Схема размещения растений – 3х1,5 м. Система формирования кустов – одноплечий горизонтальный кордон.



Рисунок 3.9 – Участок полевого опыта в границах промышленных насаждений винограда, ООО «Абрау-Дюрсо»

Участок плодоносящего виноградника расположен на территории с нерегулярным и неустойчивым выпадением осадков в период вегетации, а также высокими температурами летнего периода, что отрицательно сказывается на жизнедеятельности виноградного растения. При существенном недостатке влаги наблюдается нарушение водного баланса растений. В условиях водного стресса листья винограда аттрагируют воду из ягод, замедляя их рост и развитие. Особенно наглядно это проявляется у молодых растений со слаборазвитой корневой системой (Кириченко А.В., 2003). В этих условиях применяли жидкое комплексное удобрение, содержащее в своем составе **макро- (N, P, K) мезо- (Mg, S) и хелатированные микроэлементы (B, Se, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co)**, комплексообразователем является ОЭДФ. В условиях региона эффективное протекторное действие комплекса макро- и микроэлементов на растения винограда, подверженные действию негативных абиотических факторов зимнего и летнего периодов, неоднократно отмечено ранее в исследованиях К.А. Серпуховитиной (2005-2010), указывающей на физиологическую роль питательных составов в регуляции окислительно-восстановительных реакций, которые являются фундаментальными для функционирования клеток.

Комплексный агрохимикат полифункционального действия в 2014-2016 гг. вносили в дозе 2 л/га до начала цветения, 1 л/га в период образования ягод, 2 л/га за 20 дней до уборки урожая.

В период экспериментальных исследований фиксировали повышенный уровень инсоляции в летний период, значительное превышение температуры воздуха в сравнении со средней многолетней нормой и острый дефицит атмосферных осадков в наиболее ответственные периоды развития растений. Ливневые дожди в начале лета периодически сопровождались градом (2016 г.), сменялись аномально жаркой и засушливой погодой во второй половине вегетации винограда. На этом фоне при нагрузке учетных растений 30 шт. на куст в результате агробиологических учетов было выявлено достоверное увеличение однолетнего прироста в среднем на 21,4 % (июнь), 19,4 % (июль), 10,7 % (сентябрь), улучшилась закладка эмбриональных соцветий под урожай 2017 г.

Эффективность протекторного действия препарата была подтверждена в условиях чернозема южного Черноморской зоны виноградарства в плодоносящих насаждениях винограда сорта Мерло. Растения обрабатывали водными растворами

агрохимиката 3-хкратно в возрастающих дозах: 1 л/га, 2 л/га и 3 л/га. На фоне дестабилизирующего действия абиотических факторов позднезимнего и летнего периодов при применении удобрений наблюдалось увеличение прироста плодоносных побегов и эмбриональной плодоносности почек зимующих глазков. Плодоносность сорта возросла на 6,9-8,5 %, плодоносность 1-3глазков по длине лозы – на 47,6-47,9 %.

В этот же период, в 2016-2018 гг., в ампелоценозах Черноморской зоны виноградарства были заложены полевые опыты с обработкой растений винограда водными растворами *полифункциональных органоминеральных комплексов*, содержащими в своем составе экстракты морских водорослей, аминокислоты, минеральные элементы и препаратами с насыщенным микроэлементным составом (комплексообразователи ЭДТА, ДТПА), ПАВ и адъювантами. В плодоносящих насаждениях винограда сортов Мерло, Шардоне (ООО «Абрау-Дюрсо») и сортов Августин, Молдова (ПАО «Победа, Темрюкский р-н) в период вегетации растений на фоне острого дефицита осадков и максимальной температуры воздуха 36-38 °С, снижающих активность корневого питания, обработки проводили системно: до начала цветения, в период начала цветения, после образования завязи, ягод, в период начала созревания ягод и за 20 дней до уборки урожая. Дозировали препараты в пределах, не превышающих 1-2 л/га (жидкие формы), 1 и 3 кг/га (сухая безбалластная полностью растворимая кристаллическая форма).

Применение в ампелоценозах органоминеральных комплексов и регулярное пассивное (преимущественно через кутикулу) поступление воды с растворенными в ней биологически активными веществами обеспечивало рост количества плодоносных побегов на куст в среднем за период исследований на 4,3 % (сорт Молдова) и 18,2 % (сорт Августин) и количество соцветий на куст соответственно на 7,7 и 28,0 % в сравнении с контрольным вариантом (без обработок агрохимикатами). В условиях Черноморской зоны показатели в среднем составили: увеличение количества плодоносных побегов на куст на 12,0 % (сорт Шардоне) и 7,4 % (сорт Мерло); увеличение количества соцветий на куст соответственно на 10,7 % и 11,5 %. Экспериментально выявленные закономерности позволяют обоснованно предположить также, что комплексные органоминеральные агрохимикаты, имеющие в своем составе несколько биологически активных компонентов, обеспечивают более интенсивный апопластический и симпластический транспорт ионов и органических веществ в растении, стимулируя обменные процессы, при этом имеющиеся в составе препаратов ПАВ и адъюванты позволяют преодолевать

препятствия в виде гидрофобных поверхностей листьев и сохраняться на поверхности листа продолжительное время.

Использование *Гуминовых* препаратов в промышленных плодоносящих насаждениях винограда сортов Мерло, Каберне Совиньон, Августин, Молдова в ООО «Абрау-Дюрсо» и АФ «Южная» в 2019-2021 гг. было основано на представлении о биологически активном действии на растения гуминовых веществ, активирующих ряд молекулярных процессов, которые приводят к физиологическим реакциям растений, придавая им устойчивость к нескольким типам стрессов (J.-Y. Cha, S.-H. Kang, I. Ali, S. Lee et al., 2020). Гуминовые вещества способны индуцировать термотолерантность, усвоение питательных веществ из удобрений, выработку хлорофилла, усиливать метаболизм, повышать устойчивость к засухе засолению за счет усиления активности антиоксидантных ферментов и осмопротекторов.

В результате исследований было выявлено закономерное существенное увеличение количества плодоносных побегов и соцветий на куст (табл. 3.3), подтверждающее физиологическую регуляторную протекторную функцию адаптогена.

Таблица 3.3 – Результаты агробиологических учетов за период 2019–2021 гг.

Варианты	Кол-во плодоносных побегов на куст, шт.			Кол-во соцветий на куст, шт.		
сорт винограда Мерло, ООО «Абрау-Дюрсо»						
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1. Контроль без обработок адаптогеном	24	25	23	29	27	28
2. Обработки растений адаптогеном	29	29	28	32	34	31
НСР 0,05	1,36	3,11	2,62	3,61	1,98	2,50
сорт винограда Каберне Совиньон, ООО «Абрау-Дюрсо»						
1. Контроль без обработок адаптогеном	26	27	24	32	28	29
2. Обработки растений адаптогеном	28	28	26	42	33	32
НСР 0,05	1,77	2,54	4,27	4,15	0,80	2,91
сорт винограда Августин, АФ «Южная»						
1. Контроль без обработок адаптогеном	18	25	22	20	32	28
2. Обработки растений адаптогеном	21	28	25	24	41	34
НСР 0,05	2,52	1,97	2,09	2,12	2,41	2,00
сорт винограда Молдова, АФ «Южная»						
1. Контроль без обработок адаптогеном	21	25	23	23	34	30
2. Обработки растений адаптогеном	24	28	25	27	43	35
НСР 0,05	1,96	1,39	2,62	2,87	2,78	1,78

Основываясь на данных представлениях о воздействии гуминовых веществ на растения, в полевых опытах применяли препарат, полученный в процессе гумификации растительного сырья, в основе которого соли гуминовых веществ и фульвокислоты, а также 0,27 % азота, 0,18 % фосфора, 8 % калия, 2,7 % серы, а также комплекс органических кислот растительного происхождения (янтарная, фумаровая, малеиновая), фитогормоны в микроколичествах, усиливающие прецизионность действия препарата. I тур обработки проводили за 10 дней до начала цветения; II тур – при достижении размера ягоды в диаметре 0,7-1,0 см; III тур обработки – за 2 недели до начала созревания ягод.

Наблюдаемое в течение ряда лет на фоне неблагоприятных внешних воздействий расширение диапазона возможностей эндогенной неспецифической устойчивости винограда под действием различных агрохимикатов полифункционального действия, позволяет рассматривать их системное использование в качестве эффективных индукторов усиления физиологической пластичности растений в конкретных почвенно-климатических условиях возделывания.

3.3 Водный режим растений винограда в летний период при системном применении агрохимикатов некорневым способом

Влагообеспеченность растений винограда является одним из основных факторов роста, формирования и созревания полноценного урожая. Для климатических условий Черноморской зоны виноградарства фактор влагообеспеченности в период исследований значительно варьировал преимущественно в летний период на фоне повышенной солнечной инсоляции, имело место, иссушающее почву и растение действие ветров, снижая интенсивность водного тока, нарушая установившееся водоснабжение в системе «корень-крона» и усиливая транспирацию. Наблюдалась депрессия фотосинтеза. Резко меняющиеся условия водоснабжения в позднелетний и ранневесенний периоды были характерны также для Анапо-Таманской

зоны. Периодически наблюдались продолжительные засухи в периоды биологически значимых этапов сезонного развития растений винограда.

О необходимости поддержания необходимого винограду водного баланса, стабилизирующего физиологическое состояние растений, способствующего сокращению периода метаболических перестроек (фитостресса) в летний период, существует ряд научных публикаций ученых, исследовавших изменение уровня оводненности тканей листьев и побегов в гидротермических условиях летнего периода (Н.И. Ненько, 2010-2020 гг.; Г.К. Киселева, 2011-2023 гг.). Литературные источники сообщают, что в условиях жары и засухи активируются гидролитические процессы, в частности протеолиз, что ведет к накоплению низкомолекулярных гидрофильных белков, связывающих в виде гидратных оболочек значительные количества воды, повышая устойчивость растений к действию стрессоров. Авторы публикаций изучали в течение ряда лет водный режим винограда сортов Восторг, Красностоп АЗОС, Кишмиш белый, Молдова в условиях летнего периода. Было установлено, что изменение оводненности листьев согласовывалось с количеством выпавших осадков и у большинства сортов – с ГТК. В стрессовых условиях июля и августа наиболее высокая оводненность листьев у винограда группы сортов Анапской ампелографической коллекции была определена в пределах 76,8-78,1 %. В Черноморской зоне, в 2014-2016 гг. на фоне летней высокотемпературной засухи была выявлена различная реакция сортов винограда на дефицит влаги в почве. Установлено снижение оводненности листьев винограда сортов Кристалл, Красностоп АЗОС, Достойный соответственно на 19,2, 13,2 и 11,8 %. В 2016 г., на фоне стресса и дефицита атмосферных осадков, в сравнении с 2014 г., оводненность листьев у изучаемых сортов в июне снизилась на 0,6-2,0 %, в июле – на 0,68-1,85 % и в августе – на 4,39-11,37 %. Исследователями Т.В. Схаляхо, Г.К. Киселевой (2018 г.), анализирующими зависимость интенсивности физиолого-биохимических реакций растений от степени засухоустойчивости и уровня оводненности листьев винограда группы сортов различного эколого-географического происхож-

дения из Анапской ампелографической коллекции, определено, что у сортов выявлен различный уровень приспособительных реакций, одним из которых является соотношения форм воды: связанной и свободной. Соотношение в сторону увеличения связанной воды на фоне летнего стресса происходит в связи с ростом гидрофильности коллоидов, что способствует изменению вязкости цитоплазмы растительной клетки. Чем больше связанной воды, чем выше водоудерживающая способность клетки, тем устойчивее сорт. Более устойчивыми к засухе по показателю «величина отношения связанной воды к свободной» в условиях экстремально высокой температуры июля с последующей репарацией в августе при скудных осадках и незначительной изменчивости этого показателя в динамике за период июль-август были межвидовые гибриды винограда раннего (Кристалл, Восторг, Бианка, Краса севера); среднего (Достойный, Каберне АЗОС, Ромулус, Чарас мускатный) и позднего (Кутузовский, Молдова) сроков созревания.

О влиянии некорневых подкормок водными растворами комплексных полифункциональных агрохимикатов нового поколения на функциональное состояние растений винограда в условиях Темрюкского района свидетельствуют опубликованные результаты исследований П.П. Радчевского, Н.В. Матузка, В.А. Черкунова, Л.П. Трошина, А.В. Брыкалова, И.А. Чурсина, И.А. Кулько и др. (2010, 2013-2015, 2017). Обработки плодоносящих неукрывных высокоштамбовых растений винограда сортов Рислинг рейнский, Шардоне, Августин, Надежда АЗОС осуществляли органоминеральным комплексом на основе **монокалийфосфата и сбалансированного соотношения биогенных макро- и микроэлементов** различных составов. Эффективность приема зависели от марки препаратов и сроков их применения. Авторы публикаций отмечают, что в августе, в период продолжительной воздушной и почвенной засухи, способствующей появлению водного и температурного стресса у растений винограда, не было выявлено существенных различий оводненности листовых пластинок и соотношения между связанной и свободной водой в контрольном варианте и вариантах с некорневыми обработками растений.

При этом указывают на положительную корреляционную зависимость между показателями оводненности листьев и массой грозди, оводненности листьев и урожаем с одного куста, а также между соотношением связанной и свободной воды и концентрацией сахаров в соке ягод. Исследователями выявлена также сортовая реакция винограда на применение агрохимиката. Трехкратная некорневая обработка винограда сорта Рислинг рейнский различными марками агрохимиката способствовала наибольшей оптимизации водного режима растений.

В орошаемом ампелоценозе на светло-каштановых почвах Северо-Западного Прикаспия Е.В. Полухиной и М.В. Власенко (2021) исследовано влияние некорневых обработок растений винограда столовых сортов Московский, Кодрянка, Ризамат водными растворами агрохимиката, содержащего *комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов с использованием комплексообразователя ОЭДФ*. По итогам проведенных в течение ряда лет экспериментальных исследований было установлено, что под действием агрохимиката снижается потребление растениями воды на формирование продукции. Коэффициент водопотребления растениями винограда в контрольном варианте (без обработок) составил у сорта Кодрянка 783,6 м³/т, Ризамат – 846,3 м³/т, Московский – 758,9 м³/т. Использование некорневых подкормок снизило расход воды на 1 т урожая винограда у сорта Кодрянка до 609,0 м³/т, Ризамат – до 546,4 м³/т, Московский – до 511,5 м³/т.

В наших исследованиях в 2016-2017 гг. на опытных участках плодоносящего насаждения винограда сорта Мерло (ООО «Абрау-Дюрсо») анализировали функциональное состояние растений в первой декаде августа на фоне применения обработок водными растворами *полифункциональных органоминеральных комплексов* (линейка препаратов Максифол), содержащими в своем составе экстракты морских водорослей, аминокислоты, минеральные элементы. Определяли содержание в листьях, как наиболее пластичного органа растений, количество связанной, свободной воды и соотношение форм воды, являющееся одной из приспособительных реакций на влияние стрессовых ситуаций окружающей среды (рис. 3.10).

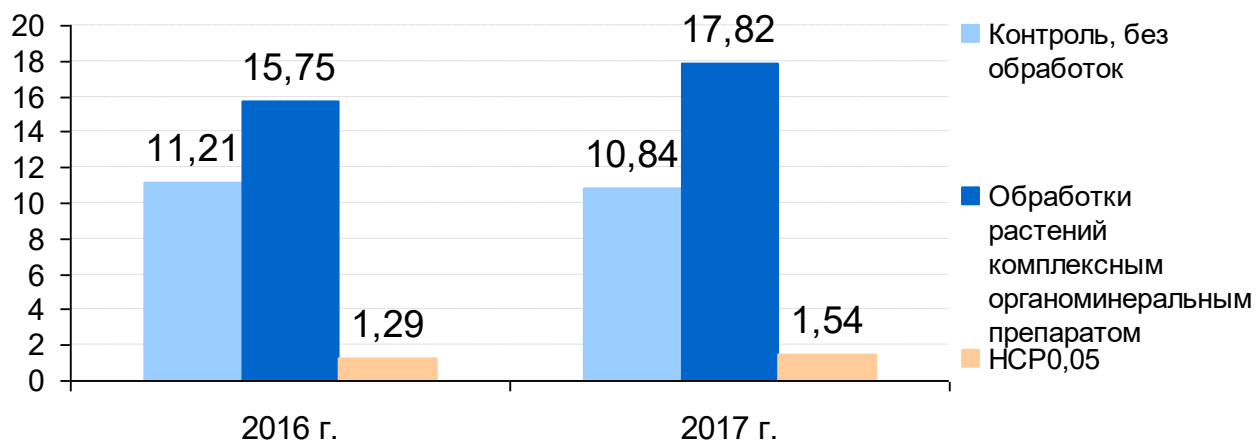


Рисунок 3.10 – Соотношение связанной и свободной форм воды в листьях винограда в зависимости от листовых обработок комплексным органоминеральным препаратом

Эффективность действия органоминерального агрохимиката обусловлена, вероятно, активацией защитной системы растений содержащимися в экстрактах водорослей гормонами (например, ауксин, цитокинин), полифенолами, полисахаридами, кагидрином, описанной Ertani et al. (2018); M. Baltazar, S. Correia, K.J. Guinan, N. Sujeeth, R. Bragança, B. Gonçalves, (2021), а также высоким содержанием аминокислот ($\geq 30\%$), повышающих устойчивость к гипертермии и засухе.

Изучение водного режима растений винограда было продолжено в 2022-2023 гг. в связи с обработками растений винограда водными растворами продукта, полученного с помощью биогазовой установки, в результате функционирования которой после анаэробного сбраживания органики создается шлам (*эффлюент*). В составе препарата преимущественно гуминовые и фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормонов, регуляторов роста, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты. Препарат изготовлен при помощи экологически безопасной технологии, не токсичен, не содержит ТМ, соответствует требованиям ГОСТ 33380-2015 «Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия», предназначен для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе международных стандартов органического сельского хозяйства (биологические удобрения, имеющие подтверждение для использования в органическом сельском хозяйстве без госрегистрации) [160].

Растения винограда обрабатывали в дозе 0,5 и 1,0 л/га дважды: перед началом цветения и при достижении ягоды размера в диаметре 0,8-1,0 см.

В летний период исследовали содержание общей воды, свободной и связанной формы воды целью выявления активности поглощающей способности корневой системы, интенсивности передвижения воды и солей по растению, уровня водоудерживающей способности и физиологического состояния растений в целом. В результате проведенных анализов было установлено, что тенденция более высокого уровня обеспеченности водой растений на фоне некорневых обработок винограда эфлюентом, выявленная в 2022 году, сохранялась в 2023 году (рис. 3.11а-3.11б), что свидетельствует о более стабильном функциональном состоянии растений и более высоком уровне обменных процессов.

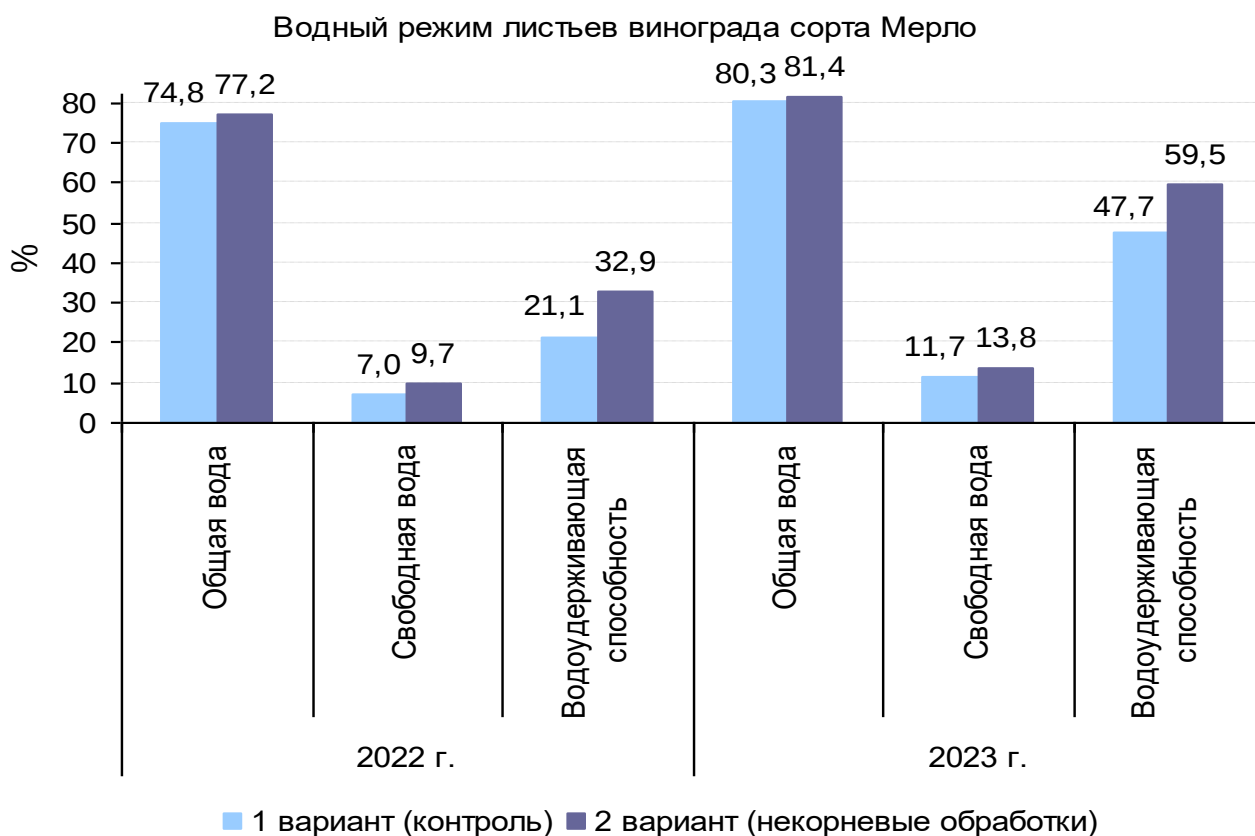


Рисунок 3.11а – Водный режим листьев винограда

Водный режим листьев винограда сорта Каберне, 2023 г.

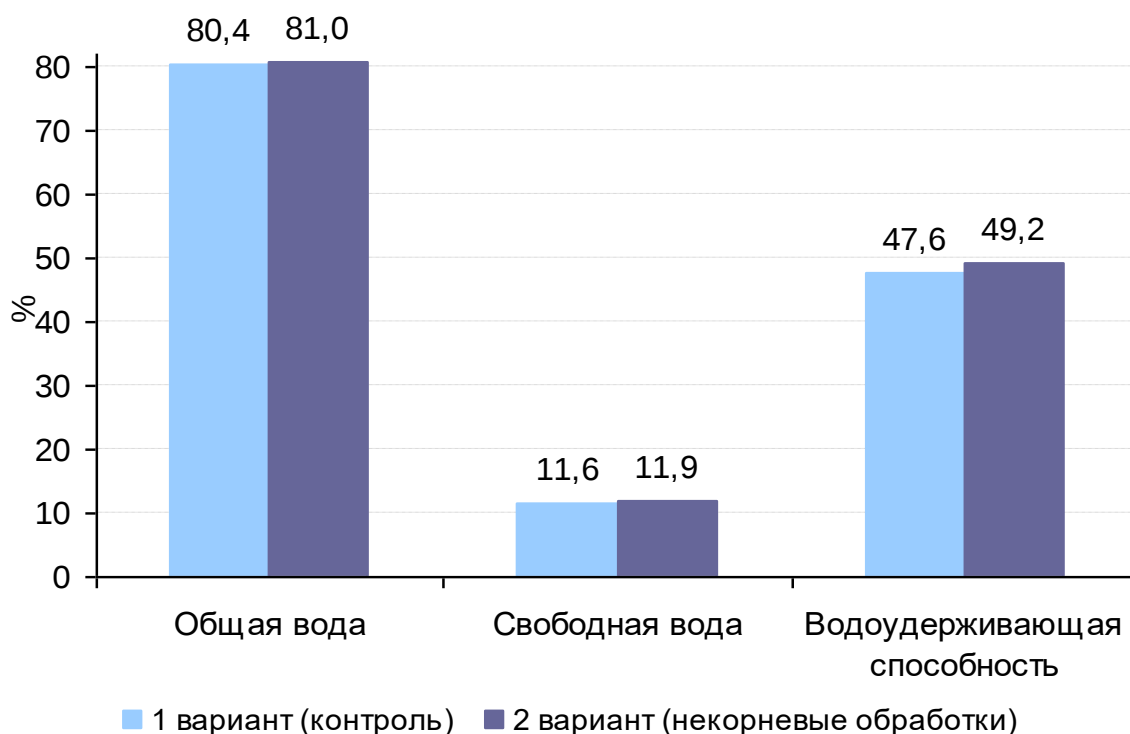
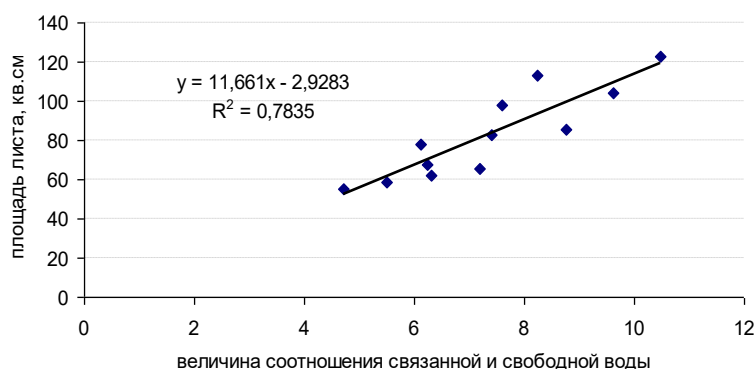


Рисунок 3.116 – Водный режим листьев винограда

Тесная корреляционная зависимость была выявлена между величиной отношения связанной воды к свободной и площадью листовой поверхности (рис.3.12).

Регрессионная статистика		Дисперсионный анализ				
Множественный R	0,885162773					Значимость F
R-квадрат	0,783513135					
Нормированный R-квадрат	0,761864449					
Стандартная ошибка	10,98121084					
Наблюдения	12					
		df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия		1	4364,30	4364,30	36,1921	0,0001293
Остаток		10	1205,87	120,58		
Итого		11	5570,18			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Верхние 95%	Нижние 95%	Верхние 95,0%	Нижние 95,0%
Y-пересечение	-2,9283016	14,582850	-0,2008044	0,844876	-35,420917	29,56431	-35,420917	29,56431
Переменная X 1	11,661253	1,9383752	6,0159936	0,000129	7,3422838	15,98022	7,3422838	15,98022



Уравнение регрессии получено для диапазона значений «X» в пределах «k» соотношения форм воды от 6,23 до 10,48 при нагрузке куста побегами – 25-30 шт. и площади питания растений 4,5 кв.м на примере сорта Мерло.

Рисунок 3.12 – Результаты регрессионного анализа

Наиболее значительные различия в вариантах опыта по содержанию в листьях общей воды, свободной воды и водоудерживающей способности в летний период выявлены у винограда сорта Мерло. На фоне обработок растений препаратом наиболее значительно содержание в листьях связанной формы воды возрастало в августе.

Результаты экспериментальных исследований позволяют рассматривать действие водных растворов органоминеральных и органических препаратов в условиях низкой влагообеспеченности растений винограда, как способ стабилизации физиологических процессов роста – прием, обеспечивающий поддержание необходимого уровня водного баланса путем влияния на эндогенные механизмы, препятствующие обезвоживанию клеток за счет связывания значительного количества воды, концентрация которой возрастает уже в фазе первичной стрессовой реакции.

3.4 Динамика содержания фотосинтетических пигментов в листьях винограда на фоне некорневых обработок растений биоминеральными агрохимикатами полифункционального действия

Изучение химического состава, строения, функций пластидного аппарата растений – одно из основных фундаментальных направлений физиологии и биохимии сельскохозяйственных растений, приоритетной практической целью которого является стабилизация ассимиляционных процессов и повышение продуктивности различных культур в условиях стремительного изменения климата. Пластидный аппарат растений – исключительно лабильный органоид, структурная организация которого способна к обратимым изменениям, в том числе, на фоне подверженности негативному прессингу абиотических факторов. При этом глубина структурных изменений и стабильность функционирования пластид зависит преимущественно от зимостойкости, жаростойкости, засухоустойчивости различных пород и сортов. Являясь центрами биохимических реакций в растительной клетке, пластиды, со-

державшие в своём составе белки, липоиды, минеральные вещества, пигменты, витамины, биокатализаторы (ферменты), представляют собой сложную динамическую систему, находящуюся под генетическим контролем. На фоне высокотемпературного стресса и повышенной инсоляции активность фотосинтеза лимитируется работой ферментативных систем, для которых температурный фактор – один из наиболее действенных. Сигнальные системы обуславливают затухание функции ферментативных биохимических реакций при температуре, близкой к $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше. Вместе с тем, авторы научных публикаций Национальной Академии Наук Азербайджана, исследовавшие глубину структурных изменений элементов пластидного аппарата у растений винограда в зависимости от абиотических стресс-факторов, указывают на неспецифический характер ответной реакции биологических систем и клеточных структур на неблагоприятные воздействия внешней среды, отражая специфику внутренней перестройки живой системы в экстремальных условиях (М.К. Мусаев, Т.Н. Гусейнова, 2019). Исследователи излагают последовательность протекающих во времени изменений, происходящих в пластидах в условиях стресса засухи на примере суммарного содержания хлорофиллов $a+b$ и их соотношения, а также анализируют степень стресс-депрессии хлорофилла под воздействием стрессовых факторов у винограда сортов Аг кишмиш, Гырмызы кишмиш, Тебризи, Нахичеван сары кишмиши, Хафизели, Баяаншире, Шамахи мерендиси, Сары гиле, Гуш уреи, Гызыл изюм, Аг шаны и др., а также диких образцов винограда. Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о различной чувствительности растений винограда, в том числе сортовой, к действию стресс-фактора на показатели устойчивости пигментного комплекса: « $a+b$ » и « a/b ». Существенные нарушения комплекса хлорофиллоносных пигментов авторы объясняют количественным снижением содержания лабильной формы хлорофилла « a ». Содержание хлорофилла « b » при этом было стабильно, что, вероятно, связано с различием спектра поглощения солнечных лучей у хлорофиллов. На основании полученных экспериментальных данных исследователи делают вывод о различной адаптивной неспецифической реакции ассимиляционного аппарата растений на стрессовые воздействия.

В условиях Черноморской зоны виноградарства Краснодарского края в 2019-2022 гг. исследователями Н.И. Ненько, Г.К. Киселевой, А.В. Караваевой, Т.В. Схаляхо была изучена динамика содержания и соотношения фотосинтетических пигментов у сортов винограда Кристалл, Достойный, Красностоп АЗОС, Алиготе, Зариф в условиях высокотемпературного летнего стресса. Определена сортовая реакция растений на негативное продолжительное действие повышенных температур воздуха при отсутствии атмосферных осадков в течение летнего вегетационного периода. В августе у ряда сортов наблюдалась значительная депрессия фотосинтеза, судя по снижению содержания суммы хлорофиллов « $a+b$ » и « a/b ». Установлена также динамика соотношения суммы хлорофиллов и их спутников каротиноидов, выполняющих защитную функцию. Информативность данного соотношения рассматривается авторами в качестве одного из наиболее значимых показателей устойчивости растений к действию стрессоров летнего периода, как на уровне сорта, так и на уровне ампелоценоза. При этом Н.И. Ненько (2015) отмечает возможность изменения эффективности первичных процессов фотосинтеза путем активации эндогенных механизмов растений, расширяющих диапазон общих неспецифических защитных реакций растений с помощью некорневых обработок винограда специальными минеральными и органоминеральными комплексами с широким набором микроэлементов. Данная гипотеза была подтверждена нами в полевых опытах на черноземе южном в Темрюкском районе (ст. Старотитаровская) и дерново-карбонатной почве ООО «Абрау-Дюрсо» в 2015-2017 гг. и 2022-2023 гг. с использованием *специальных комплексов макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов* (2015-2017 гг.) и органического удобрения (*эффлюента*), содержащего преимущественно гуминовые и фульвокислоты, а также биологически активные вещества и комплекс микроэлементов (2022-2023 гг.). Основанием для выбора препаратов стали представления о роли ряда минеральных элементов (Cu, Mg, Fe, Zn), способствующих восстановлению «выцветающей» на фоне интенсивной солнечной инсоляции и депрессии фотосинтеза зеленой окраски листа.

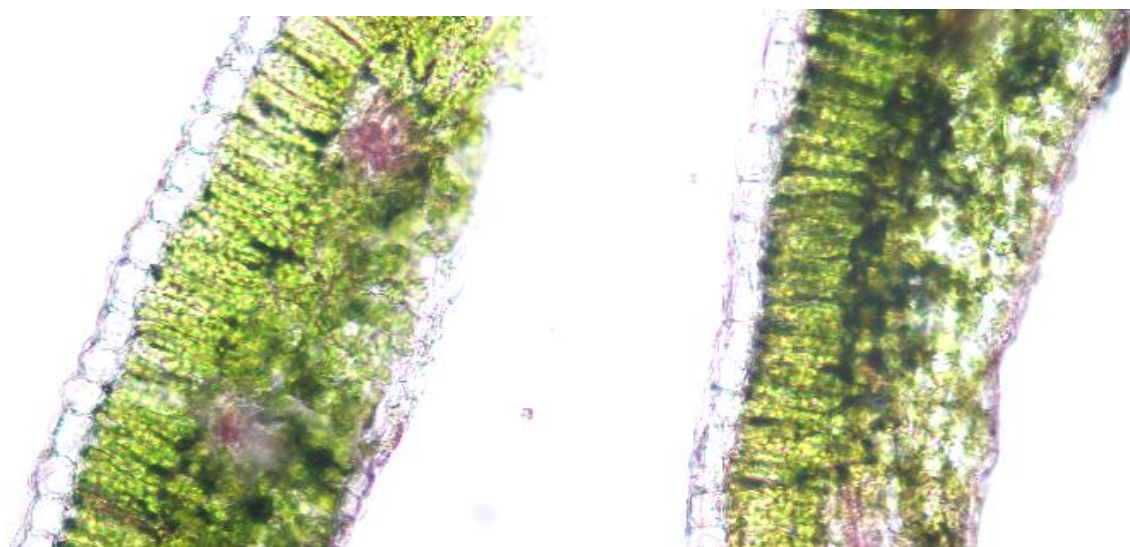
Препараты применяли двукратно, в первой половине вегетации, в основные фазы развития винограда сорта Молдова в виде водных растворов. В результате

исследований было определено, что в контрольном варианте (без обработок) коэффициент эффективности первичных процессов фотосинтеза составил 1,07, при двукратной обработке растений – 1,16, а при 3^х-кратной – 1,19; содержание хлорофилла «а» возросло соответственно на 10,1 % и 3,1 %, а хлорофилла «в» – на 15,6 и 8,2 %. Суммарное содержание хлорофиллов составило 11,5 и 10,60 мг/г сухого вещества, что существенно превысило значение показателя в контрольном варианте. Диагностический показатель, также характеризующий устойчивость растения к воздействию стресс-факторов (соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов), был максимальным в варианте с двукратной обработкой виноградных растений и составил 3,04. Несколько ниже этот показатель был в варианте с трехкратной обработкой препаратом – 2,84. В контрольном варианте соотношение значений показателей составило 2,79 [138].

В почвенно-климатических условиях Черноморской зоны виноградарства (ООО «Абрау-Дюрсо») исследовали молодые растущие листья апикальной части побегов винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон, характеризующиеся наличием мелкогранулярной, гомогенной, тонкодисперсной структурой хлоропластов. В июле и августе выявили более интенсивную ассимиляционную активность у растений винограда в варианте с применением *эффлюента* некорневым способом. Несмотря на депрессию фотосинтеза, вызванную дефицитом влаги и высокими температурами воздуха (33-36 °С продолжительное время) суммарное количество зеленых пигментов составляло 4,41 мг/г сух. в-ва (2022 г., сорт Мерло) и 3,33 мг/г сух. в-ва (2023 г., сорт Мерло). Несколько ниже был этот показатель у учетных растений винограда сорта Каберне – 2,76 мг/г сух. в-ва. В контрольном варианте суммарное количество зеленых пигментов в листьях винограда сорта Мерло было меньше на 26,4 % (2022 г.) и 40,5 % (2023 г.). У винограда сорта Каберне суммарное содержание хлорофиллов «а» и «в» превысило значение показателя в контрольном варианте на 16,4 %.

В летний период (вторая декада июля) исследовали анатомо-морфологические особенности молодых листьев апикальной части побегов винограда во всех вариантах опыта. Было установлено, что анатомо-морфологическое строение листа

в более значительной степени подвержено влиянию условий окружающей среды, зависит от возраста, расположения на растении (ярусности), освещенности. У двух сортов анатомическое строение отличалось по общей толщине листовой пластинки, толщине кутикулы на верхнем и нижнем эпидермисах, толщине губчатой и палисадной ткани, их соотношению (индекс палисадности ИП), количеству и размерам устьичных клеток (рис. 3.13). Различия между вариантами опыта не подтверждены статистически. При этом в варианте с обработками растений винограда сорта Мерло эффлоэнтном выявлено увеличение слоя палисадной ткани, ответственной за фотосинтез и содержащей основное количество хлоропластов, на 18,3 % и общей толщины листовой пластинки на 7,5 %.



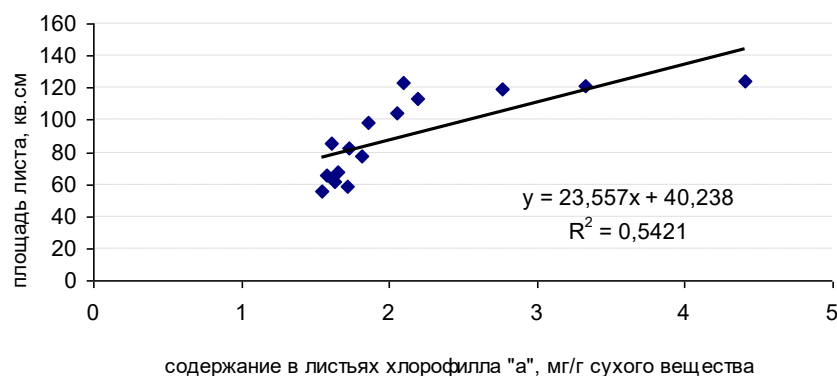
А

Б

Рисунок 3.13 – Анатомические срезы листьев апикальной части побега винограда сорта Мерло: А – вариант с обработкой растений эффлоэнтном, Б – контрольный вариант

Количество каротиноидов, предохраняющих зеленые пигменты от избыточного действия солнечной энергии и окисления, было также несколько выше: в 2022 г. на 25,6 % (сорт Мерло); в 2023 г. на 34,9 и 24,4 % (сорты Мерло и Каберне соответственно).

Результаты исследований П.П. Радчевского, Н.В. Матузка (2016-2017 гг.), применявших для некорневых обработок растений винограда специальные комплексные агрохимикаты, содержащие *водорастворимые формы хелатированных*



Регрессионная статистика		Дисперсионный анализ				
Множественный R	0,73625699					
R-квадрат	0,542074355					
Нормированный R-квадрат	0,506849305					
Стандартная ошибка	17,96685087					
Наблюдения	15					

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	1	4967,652107	4967,652107	15,388888	0,001748899
Остаток	13	4196,500493	322,8077302		
Итого	14	9164,1526			

	Кoeffици- енты	Стандартная ошибка	t-стати- стика	P-Значе- ние	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересече- ние	40,23753779	13,60986624	2,956497667	0,011132	10,8352094	69,6398662
Переменная X 1	23,55716311	6,00508785	3,922867359	0,0017489	10,5839596	36,5303667

Рисунок 3.14 – Результаты регрессионного анализа (обобщенные данные)

Выявленные корреляции между физиологическими процессами увеличения в листьях фотосинтетических пигментов и роста площади ассимиляционной поверхности у растений винограда, характеризуют воздействие специальных агрохимикатов, как фактора стабилизации функционирования структурных элементов растительного организма в процессе адаптации к стрессу.

3.5 Метаболическая активность растений винограда сортов различного эколого-географического происхождения при применении агрохимикатов полифункционального действия

О различной способности сортов винограда изменять метаболизм в зависимости от условий внешней среды в пределах, обусловленных генотипом, свидетельствуют научные публикации Н.И. Ненько (2007, 2014, 2017, 2020), К.А. Серпуховитиной (2005-2014), В.С. Петрова (2007, 2017, 2020-2022), П.П. Радчевского, Н.В. Матузка (2016, 2017), М.А. Сундыревой (2007-2009, 2014-2022) и др. При этом исследователи отмечают возможность расширения нормы реакции растений – повышения способности к адаптации на фоне прессинга физических стрессов с помощью агротехнических приемов, включающих нормирование нагрузки кустов побегами, оптимизацию эдафических факторов и экзогенное влияние элиситоров, биологически активных агрохимикатов, стимулирующих метаболизм, обеспечивающих функциональную стабильность растений винограда. Исследователями определены наиболее информативные физиолого-биохимические показатели метаболической активности растений, характеризующие уровень энергетического обмена, функционирования регуляторных систем, белкового обмена и других жизненно важных функций растительного организма, определяющие продуктивность (Н.И. Ненько, М.А. Сундырева, 2007-2022). Индикаторы неспецифической устойчивости растений винограда, характеризующие метаболическую активность, были

выявлены Н.И. Ненько, Г.К. Киселевой, М.А. Сундыревой в 2008-2012 гг. в результате изучения в естественных условиях – на виноградниках Всероссийской ампелографической коллекции АЗОСВиВ в Анапо-Таманской зоне, а также в лабораторных условиях при моделировании стресса (принудительное обезвоживание при температуре 55 °C) у группы сортов различного эколого-географического происхождения.

В условиях напряженности гидротермических факторов летнего периода в 2011-2012 гг. анализировали динамику первичных и вторичных метаболитов в листьях побегов, рассматривая лист не только как источник питания и энергии, но и индикаторный орган – центр активной и разнообразной регуляции процессов жизнедеятельности растения, меняющий в зависимости от условий среды состав продуктов вплоть до образования физиологически активных регуляторов метаболических процессов. Исследователями установлено, что у ряда сортов различных групп на фоне стресса в листьях значительно возрастало содержание простых органических соединений – сахарозы, связывающей воду, сопряженное с ростом соотношения связанной и свободной форм воды. Более стабильный уровень связанной воды поддерживался увеличением содержания осмолита пролина. В лабораторных условиях при моделировании высокотемпературного стресса было выявлено увеличение содержания фенолкарбоновых кислот, предохраняющих липидный комплекс от разрушения, изменение соотношения содержания белка и свободных аминокислот. Об интенсивности репарационных процессов исследователи судили по росту содержания свободной воды в тканях листьев. Диагностические показатели, характеризующие уровень устойчивости растений к высокотемпературному стрессу, были использованы в 2013-2015 гг. для изучения нормы реакции межвидового гибрида европейско-амурско-американского винограда сорта Кристалл и межвидовых гибридов европейско-американской группы Достойный и Красностоп АЗОС. Об адаптационной устойчивости винограда группы сортов в условиях гипертермии судили по содержанию в растительных тканях (листья ви-

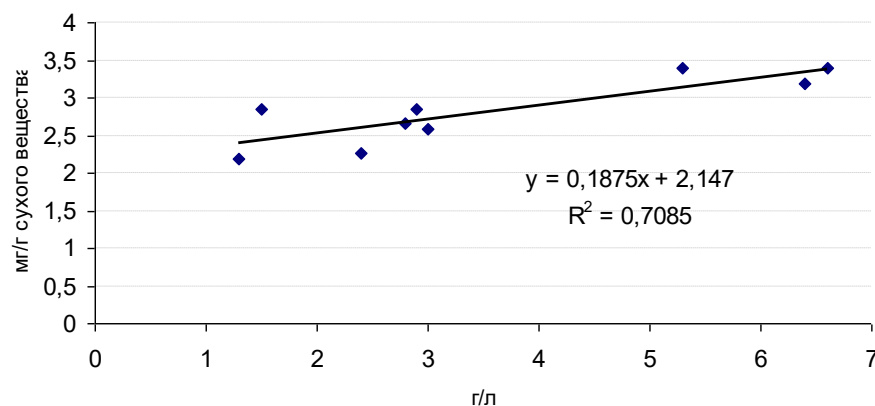
нограда) углеводов (осмопротектора сахарозы), белка, катионов, пролина, фенол-карбоновых кислот, ИУК, АБК, а также соотношению форм воды. Выявленные на основании диагностических показателей возможные механизмы биохимических процессов защиты растений винограда от абиотических стрессов летнего периода были положены нами в основу дальнейшего изучения и анализа индуцирования функциональной устойчивости винограда при применении агрохимикатов полифункционального действия некорневым методом.

В условиях Черноморской зоны виноградарства в полевых и производственных опытах исследовали влияние негативных физических факторов летнего периода (продолжительная засуха, иссушающие растения ветра, повышенная температура воздуха) на метаболическую активность межвидовых гибридов европейской и европейско-азиатской группы Августин, Молдова, а также сортов западноевропейской группы Мерло, Каберне Совиньон в связи с некорневыми обработками различными агрохимикатами полифункционального действия.

Метаболические координации между ростовыми процессами у растений винограда сортов Молдова и Августин (образование корневых волосков и корней диаметром до 10 мм и более, восстановление поврежденного градом листового аппарата) и активацией фитогормонов проявились наиболее отчетливо на фоне применения комплексных полифункциональных агрохимикатов различных марок: 1. *Содержащих в своем составе азот, водорастворимые формы фосфора и калия, хелатированные микроэлементы (железо, цинк), бор, свободные аминокислоты полисахариды, цитокинины*; 2. *Содержащих азот, водорастворимые формы фосфора и калия, хелатированные микроэлементы (железо, цинк, марганец, медь), бор, водорастворимый молибден, свободные аминокислоты, экстракты морских водорослей, цитокинины, комплекс витаминов*. Судя по эффекту действия препаратов на растения, физиологически активные компоненты агрохимикатов способствовали активации ферментами клеточного деления, притяжения к зоне меристем и локализации питательных и гормональных веществ, способствуя дифференциации клеток, восстановлению метаболической активности в пост-стрессовый период.

Руководствуясь ключевыми диагностическими показателями функционального состояния растений винограда, выявленными Н.И. Ненько, в полевых опытах на участках промышленных плодоносящих насаждений винограда ООО «Абрау-Дюрсо» исследовали метаболическую активность сортов Мерло и Каберне Совиньон при обработке растений органическим удобрением – *эффлюентом*, содержащим *гуминовые и фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты*. Полевые опыты были проведены на дерново-карбонатной почве с низким содержанием азота нитратов, подвижных соединений фосфора и калия, гумуса ($\leq 2,87\%$) в слое 0-50 см и pH 7,73-8,11. Анализы растительных образцов проводили в июне, в погодных условиях, благоприятных для роста и развития винограда, и в третьей декаде августа на фоне продолжительной засухи, суховеев, максимальной дневной температуры воздуха от +35 до +37 °C. В течение всех лет исследовали молодые листья апикальной части побегов винограда, как участков, в которых локализованы меристемы. В конце третьей декады августа, на продолжительном этапе реакций адаптации растений наблюдали превышающее в 2-5 раз, в сравнении с контрольным вариантом (без обработок), содержание в листьях моносахаридов (глюкозы, фруктозы), необходимых для роста, развития, фотосинтетической активности. Данные преимущественно соответствовали результатам анализов, полученным в июне, что свидетельствовало о поддержании гомеостаза и создании более надёжных и более эффективных защитных реакций. Проведенный регрессионный анализ выявил сопряженность между содержанием глюкозы в пределах от 1,3 и 6,6 г/л и суммарным содержанием хлорофиллов в молодых листьях винограда (рис. 3.14).

В третьей декаде июня и августа 2023 г. анализ содержания в листьях винограда легкоподвижной формы аминокислот, участвующих в синтезе белков, выявил влияние некорневых обработок растений на увеличение содержания лейцина, валина оказывающих влияние на фотосинтетическую активность, а также осмопротектора пролина (рис. 3.15, 3.16).



Регрессионная статистика				Дисперсионный анализ					
Множественный R	0,841748073								
R-квадрат	0,708539818			Регрессия	1	1,137458	1,137458	17,017	0,00443075
Нормированный R-квадрат	0,66690265			Остаток	7	0,467897	0,066842		
Стандартная ошибка	0,258539088			Итого	8	1,605356			
Наблюдения	9								
	Коэффици- енты	Стандартная ошибка	t-стати- стика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%	
Y-пересечение	2,146956	0,184041	11,66563	7,6844E-06	1,711768	2,58214	1,711768	2,58214481	
Переменная X 1	0,187496	0,045451	4,125167	0,00443	0,080019	0,29497	0,080019	0,294973167	

Рисунок 3.14 – Результаты регрессионного анализа

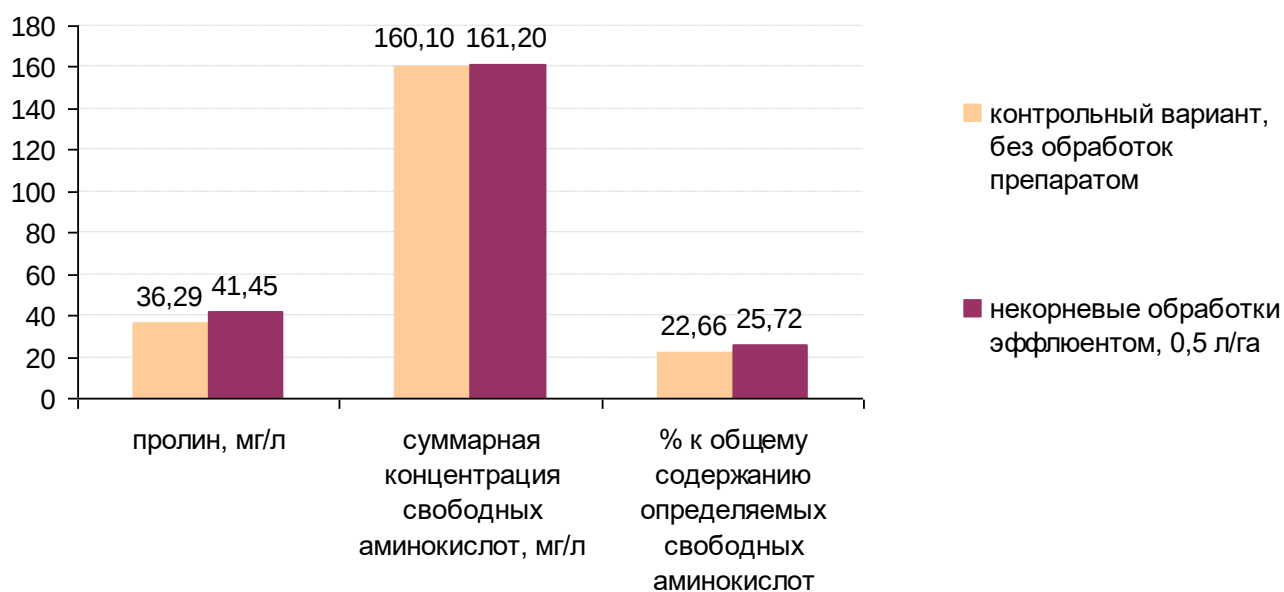


Рисунок 3.15 – Содержание аминокислот в молодых листьях побегов винограда сорта Мерло в третьей декаде июня, 2023 г.

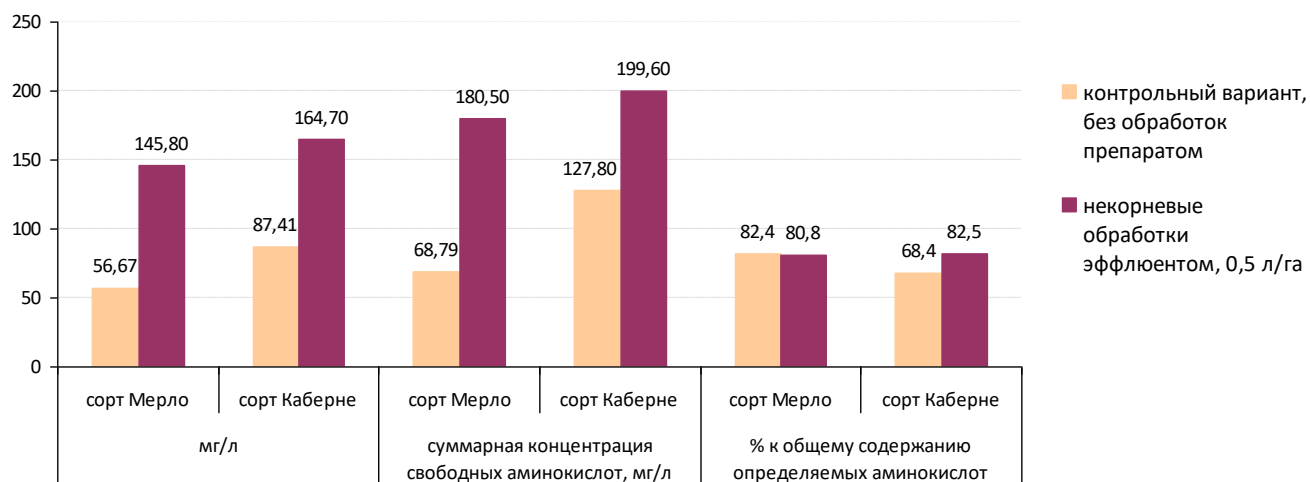


Рисунок 3.16 – Содержание аминокислот в молодых листьях побегов винограда в третьей декаде августа, 2023 г.

Таким образом, результаты 2^х-летних экспериментальных исследований характеризуют прием некорневой системной обработки растений препаратом, как способ стимулирования адаптивных свойств винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон на фоне негативного действия абиотических факторов.

Метаболическую активность винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон исследовали в период созревания урожая (июль-август), рассматривая интенсивность процесса образования вторичных метаболитов в качестве показателя устойчивости растений в период напряженности гидротермических факторов.

В результате анализа было выявлено влияние некорневых обработок на увеличение содержания в листьях винограда физиологически активных органических кислот (рис. 3.17А). В 2022 г. у винограда сорта Мерло при применении препарата в дозе 0,5 л/га, содержание винной кислоты в листьях возросло более чем в 2 раза, яблочной кислоты – более чем в 3 раза. В 2023 году тенденция сохранялась: на фоне обработок препаратом содержание винной кислоты увеличивалось на 82,7 %, яблочной – в два раза. У винограда сорта Каберне в 2023 г. выявлено увеличение содержания винной и яблочной кислот в молодых листьях под действием некорневых обработок соответственно на 38,1 % и 80,0 %.

При применении эфлюента была также установлена тенденция увеличения в листьях содержания аскорбиновой кислоты, тесно связанной с ферментативной

системой растений и принимающей участие в дыхательном газообмене 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 раз (сорт Мерло) и в 1,9 раза (сорт Каберне Совиньон) (рис. 3.17Б).

В третьей декаде августа 2023 г. было выявлено также увеличение содержания в листьях винограда фенольных соединений в варианте с применением эф-флюента (рис. 3.18). Фенольные соединения играют важную роль в защитных механизмах растительного организма: в процессах регуляции роста и неферментативной защиты от действия стрессовых факторов (J.N. Kabera, E. Semana, A.R. Mussa, X. He, 2014). Повышение содержания фенольных соединений, как правило, служит ответной реакцией на воздействие стрессовых факторов (M. Mazid, T.A. Khan, F. Mohammad, 2011).

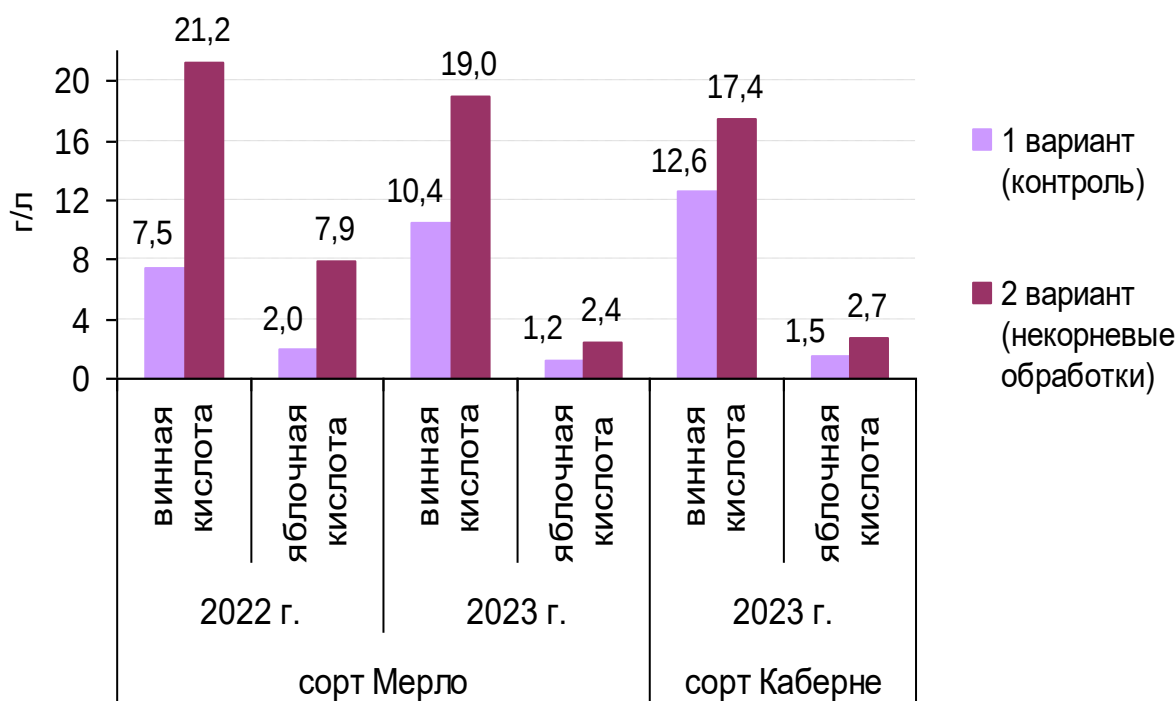


Рисунок 3.17 А – Содержание в листьях винограда органических кислот

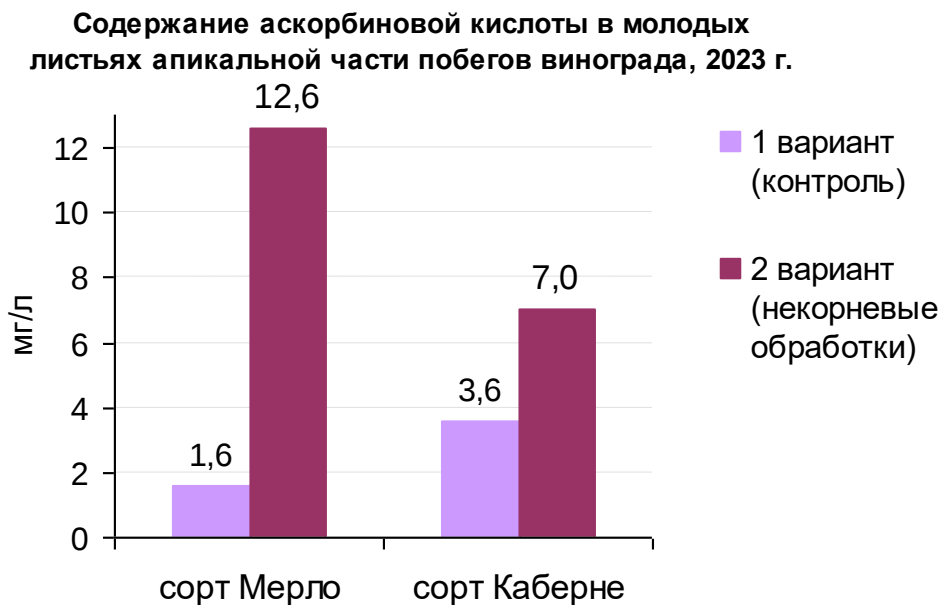


Рисунок 3.17 Б – Содержание в листьях винограда органических кислот

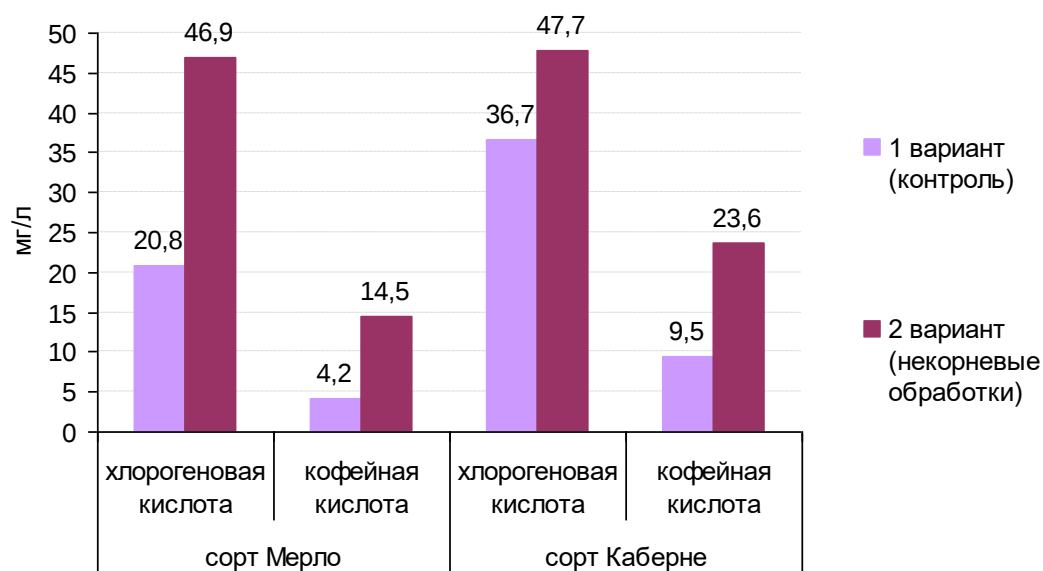


Рисунок 3.18 – Содержание в молодых листьях апикальной части побегов винограда фенольных соединений

Результаты исследований физиолого-биохимических ответных реакций растений винограда различных групп на стресс позволили выявить влияние специальных агрохимикатов полифункционального действия на изменение первичной (содержание осмолитов в листьях) и вторичной (содержание защитных соединений, играющих важную роль во взаимосвязи растения с окружающей средой) метаболической перестройке, способствующей процессу репарации.

3.6 Количественные изменения катионов металлов в листьях побегов винограда при применении агрохимикатов полифункционального действия

При изучении устойчивости многолетних растений к абиотическим стрессам Н.И. Ненько (2012-2015 гг.) указывает на выявленную в течение ряда лет значимую корреляционную зависимость между формами воды, основными физиолого-биохимическими показателями устойчивости растений и свободными катионами (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), а также закономерное влияние высокотемпературного стресса на уровень повреждения клеточных мембран и содержание Ca^{2+} . Стабилизирующая клеточные мембраны функция Ca^{2+} , состоящая во взаимодействии с отрицательно заряженными группами фосфолипидов, выявлена Г.К. Киселевой (2019), исследовавшей устойчивость растений винограда к физическим стрессам. При нарастающем продолжительном действии стресса засухи происходит постепенное повышение проницаемости мембран, выход ионов кальция из клеточных стенок в цитоплазму, в результате чего возрастает ее вязкость. Повышение концентрации внутриклеточного кальция обеспечивает реализацию комплекса реакций, приводящих к адаптации к засухе.

Рядом авторов научных исследований установлено участие катионов в активации различных сигнальных систем, что подтверждалось динамикой их изменения на фоне наблюдаемого фитостресса и сопряженностью с антиоксидантными системами, (Y. Jiang, B. Huang, 2001; Knight et al., 1991; Schwessinger and Zipfel, 2008; Boller and Felix, 2009; Dubiella et al., 2013; Potocky et al., 2012 и др.).

Разнообразная регуляторная функция высокоподвижного катиона калия в нестабильных условиях среды заключается в стабилизации структур хлоропластов и митохондрий, увеличении гидрофильности коллоидов протоплазмы и, тем самым, снижении транспирации при кратковременных засухах, синтезе углеводов и обновлении белков, активации действия более ста ферментов, поддержании осмотиче-

ского давления, катионно-анионного равновесия зарядов цитоплазмы и т.д. (Qiwen Xu, Hao Fu, Bo Zhu et al., 2021). Стабильное содержание калия в сезонном цикле развития растений обеспечивает нормализацию обменных процессов, необходимых для активного состояния и высокой реакционной способности синтезирующих систем в растительной клетке.

Исследование динамики содержания катионов в молодых листьях апикальной части побегов были проведены нами в 2022-2023 гг. в связи с применением *эффлюента*, содержащего *гуминовые и фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты*. В плодоносящих насаждениях винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон ежегодно в летний период (июнь, август) анализировали содержание и изменение долевого соотношения (%) K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} в листьях (рис 3.19, 3.20).

Более высокий уровень содержания воды в листьях и водоудерживающей способности в варианте с обработками растений органическим препаратом коррелировали с содержанием катионов калия, влияющего на уровень оводненности клеток. В августе 2022 г. превышение содержания калия в листьях винограда сорта Мерло над контрольным вариантом увеличилось в 2,4 раза, в 2023 г. – на 89,3 %. У винограда сорта Каберне превышение содержание калия в листьях над контрольным вариантом составило 36,5 %.

Наиболее стабильное в июне и августе соотношение катионов калия по отношению к суммарному количеству определяемых катионов в растительных образцах было выявлено в варианте с применением эффлюента. В контрольном варианте снижение показателя было незначительным (менее 2 %).

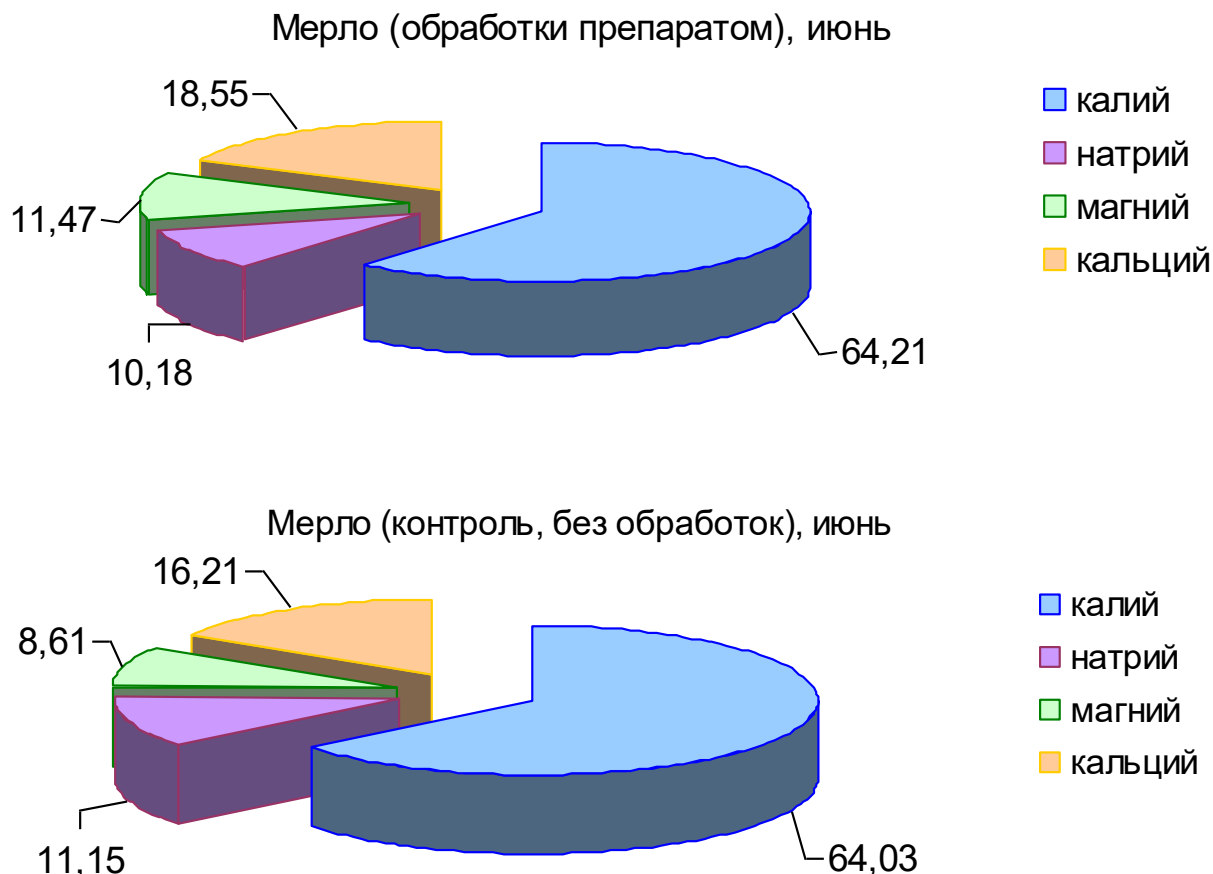


Рисунок 3.19 – Долевое соотношение катионов в образцах анализируемых листьев (третья декада июня), %

При этом количественное соотношение K^+ и Na^+ в августе было более значительным (21,6-39,7) в сравнении с данными в контрольных образцах листьев (16,6-20,3). В августе ежегодно во всех вариантах наблюдалось увеличение долевого содержания в листьях Ca^{2+} и Mg^{2+} в сравнении с данными в июне. Более информативным были количественные значения содержания Ca^{2+} и Mg^{2+} в листьях побегов. В варианте с применением обработок растений препаратом в дозе 0,5 л/га содержание катионов кальция и магния в листьях в августе было выше в сравнении с данными в июне на 20,7 и 52,0 %; в контрольном варианте – соответственно на 13,1 и 28,0 %. Различия между сортами были незначительными.

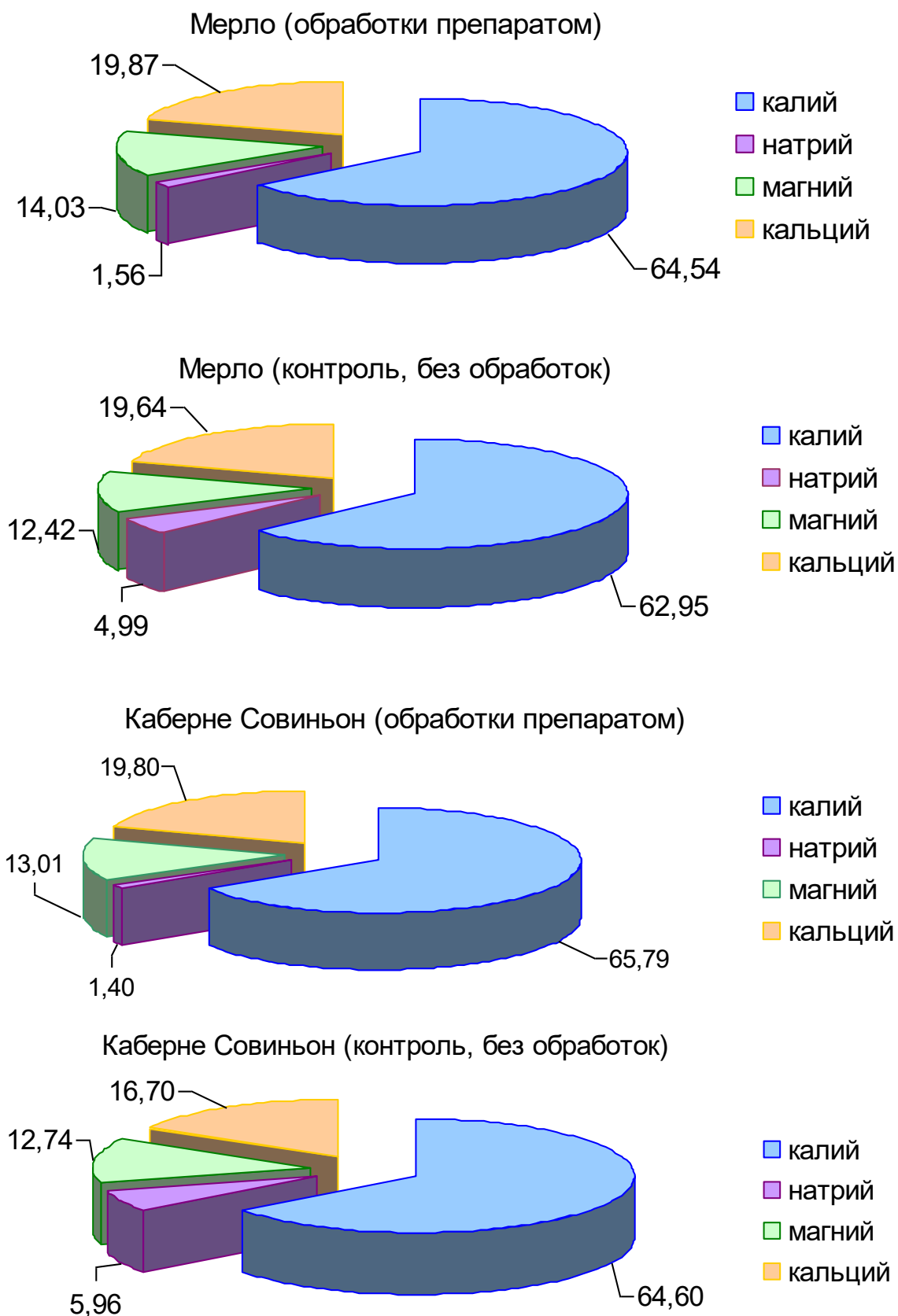


Рисунок 3.20 – Долевое соотношение катионов в образцах анализируемых листьев (третья декада августа), %

У сорта Каберне Совиньон в 2023 г. количество Ca^{2+} и Mg^{2+} в листьях побегов превышало значения показателей в варианте «контроль» соответственно на 75,3 и 12,5 %. Основываясь на известном положении о физиологической роли магния в растении, можно предположить активацию фотосинтетических процессов, ферментативной деятельности, обменных процессов, стабилизации коллоидных систем на этапе адаптации к стрессу.

3.7 Показатели вегетативной продуктивности, как фактор устойчивости растений винограда к стрессовым ситуациям климата

В основе теоретических и прикладных аспектов повышения продуктивности растений лежат физиологические процессы роста, новообразования элементов структуры растительного организма. Ростовые процессы, индуцируемые и регулируемые фитогормонами, являются фундаментом для формирования ассимиляционного аппарата. Внутренняя первичная и вторичная механика роста обеспечивается эндогенными физиолого-биохимическими реакциями, направленность которых частично подвержена изменениям, связанным с уровнем воздействия абиотических и антропогенных факторов. Наши исследования устойчивости плодоносящих растений винограда к действию негативных абиотических факторов зимне-весеннего и летнего периода были связаны со скринингом применяемых агрохимикатов полифункционального действия (минеральные, органоминеральные, органические препараты), выявлением наиболее физиологически активных препаратов, оказывающих воздействие на вегетативную продуктивность растений в конкретных почвенно-климатических условиях (табл. 3.4).

В 2014 г. на черноземе южном Черноморской зоны (Темрюкский р-н) вегетация винограда проходила в условиях повышенной инсоляции, существенном превышении температуры воздуха среднегодовой нормы, остром дефиците атмосферных осадков в наиболее ответственные периоды сезонного развития растений.

Таблица 3.4 – Основные агрохимикаты полифункционального действия, анализируемые по критерию эффективности активации вегетативной продуктивности растений винограда

Состав препарата	Сорта различной силы роста	
	средней силы роста	сильнорослые
Специальные минеральные водорастворимые, безбалластные комплексы макро-, мезо- и микроэлементов (N, P, K+Mg, S+B, Fe, Zn, Mg, Cu, Mo, Co (ОЭДФ))	Мерло Рислинг	Августин Молдова Бианка
полифункциональные органоминеральные комплексы с экстрактами морских водорослей, аминокислотами (тирозин, аргинин, аланин, лизин, пролин, серин, треонин, валин и глютамин), макро- и микроэлементами, ПАВ и адьювантами Азот, (N) Калий, (K ₂ O) Железо, Fe (ДТПА) Цинк, Zn (ЭДТА) Марганец, Mn (ЭДТА) Экстракт <i>Ascophyllum nodosum</i>	Мерло Каберне Совиньон Шардоне	Августин Молдова Кристалл Бианка
Гуминовый адаптоген, в составе которого соли гуминовых веществ и фульвокислоты, азот, фосфор, калий, сера, комплекс органических кислот растительного происхождения (янтарная, фумаровая, малеиновая), фитогормоны	Мерло Шардоне Каберне Совиньон	Мерло Шардоне Каберне Совиньон
Эффлюент (органическое вещество 50 %) , содержащий гуминовые и фульвокислоты, азот, фосфор, калий, микроэлементы (Cu, Co, Zn), фитогормоны		

Сумма активных температур воздуха с мая по октябрь превысила среднемесячную норму на 247 °С и составила 3318 °С. Дефицит осадков отмечался во время роста и созревания ягод, в июле-августе. На этом фоне растения винограда сорта Рислинг трехкратно обрабатывали водными растворами специальных минеральных водорастворимых, безбалластных комплексов макро-, мезо- и микроэлементов (N, P, K+Mg, S+B, Fe, Zn, Mg, Cu, Mo, Co (ОЭДФ)) в возрастающих дозах. Прирост длины побегов измеряли в динамике, в июне, июле, сентябре. В сравнении с контрольным вариантом (без обработок) к концу сентября 2014 года прирост длины побегов был на 28,3 % (доза 1 л/га) и 55,4 % (доза 2 л/га). Максимальная доза препарата (3 л/га), применяемая двукратно, не обеспечивала пропорционального роста показателя. Тенденция сохранялась в 2015 году, в сентябре прирост длины побегов превысил значение показателя в контрольном варианте соответственно

на 21,2 и 43,3 % (рис. 3.21). У сортов винограда Молдова, Бианка, Августин некорневые обработки растений препаратом дополнительно стимулировали ростовую активность побегов преимущественно в весенне-летний период. Закономерное усиление ростовых процессов у плодоносящих растений винограда сорта Мерло было выявлено при применении агрохимиката в условиях дерново-карбонатных почв ООО «Абрау-Дюрсо» (рис. 3.22). У винограда сортов Шардоне и Каберне Сови-ньон наиболее существенно ростовая активность под действием некорневых обработок препаратом проявилась в 2016 и 2018 гг (рис. 3.23-3.24).

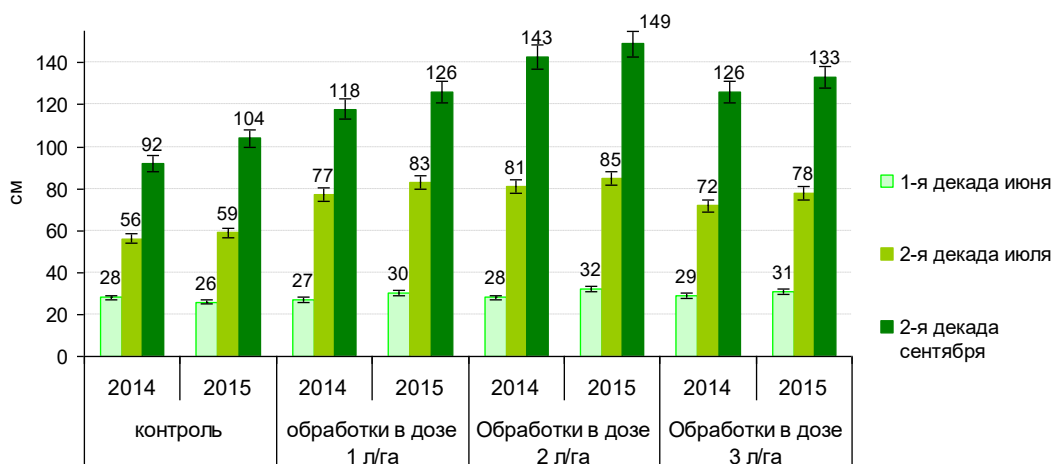


Рисунок 3.21 – Динамика роста побегов винограда сорта Рислинг в зависимости от доз применяемых некорневых обработок растений специальными минеральными агрохимикатами (Анапо-Таманская зона виноградарства)

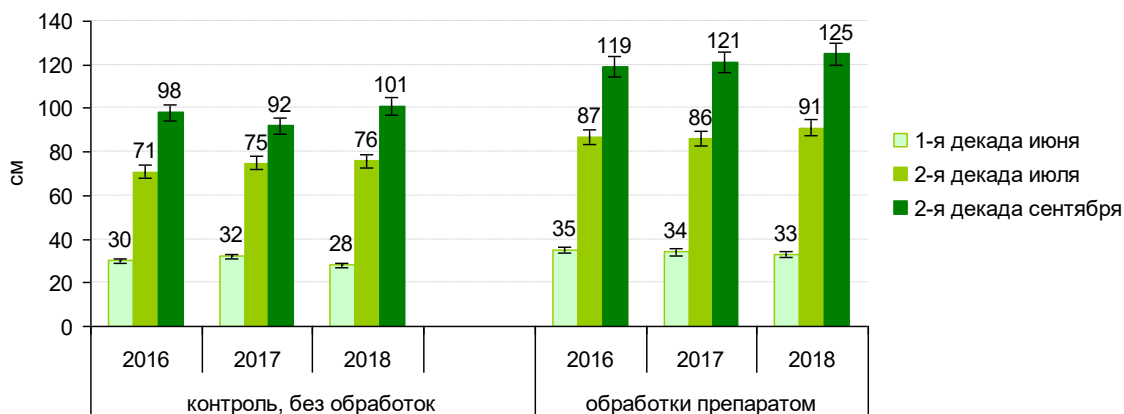


Рисунок 3.22 – Динамика роста побегов винограда сорта Мерло в зависимости от доз применяемых некорневых обработок растений специальными минеральными агрохимикатами, содержащими макро-, мезо- и микроэлементы (ООО «Абрау-Дюрсо»)

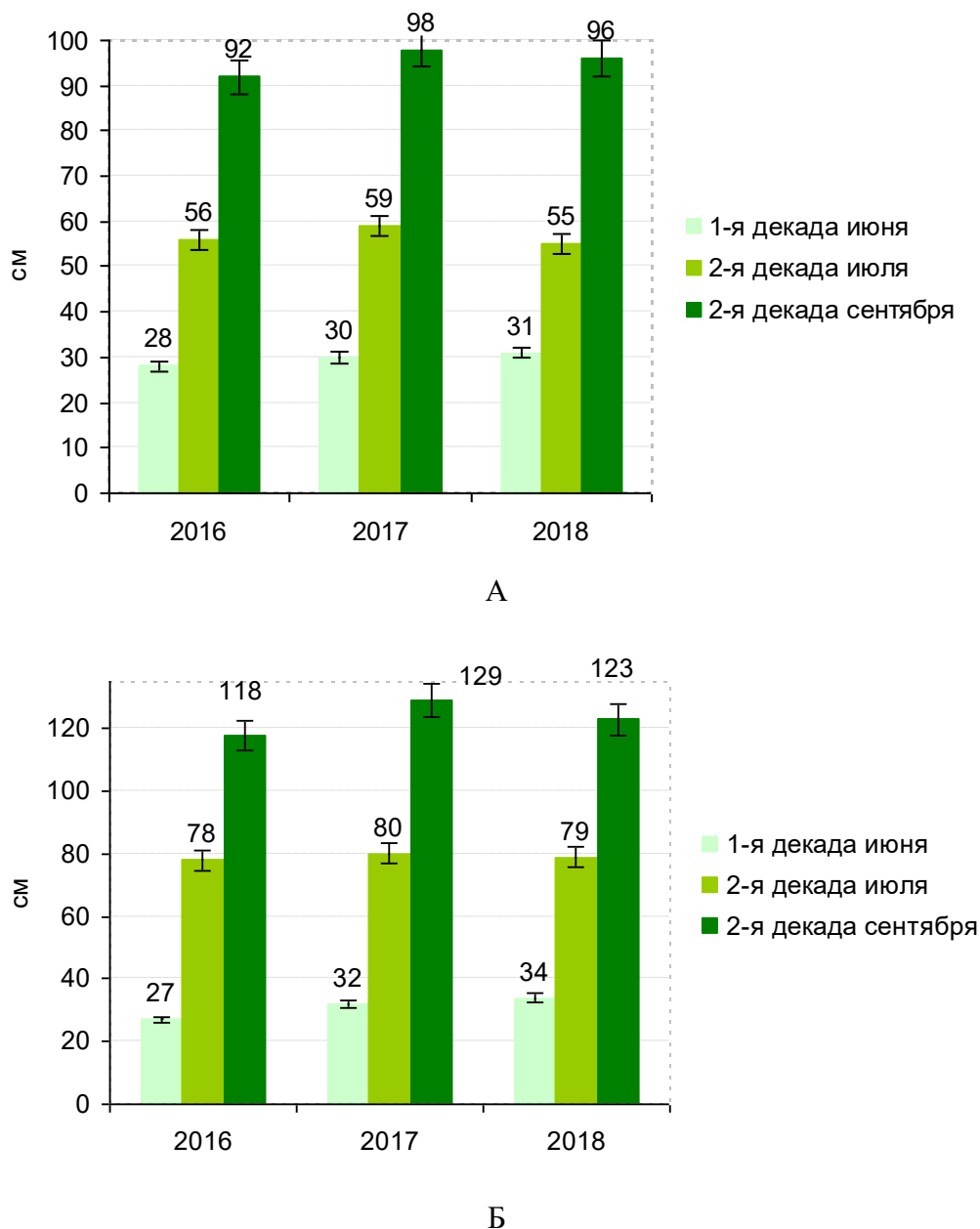
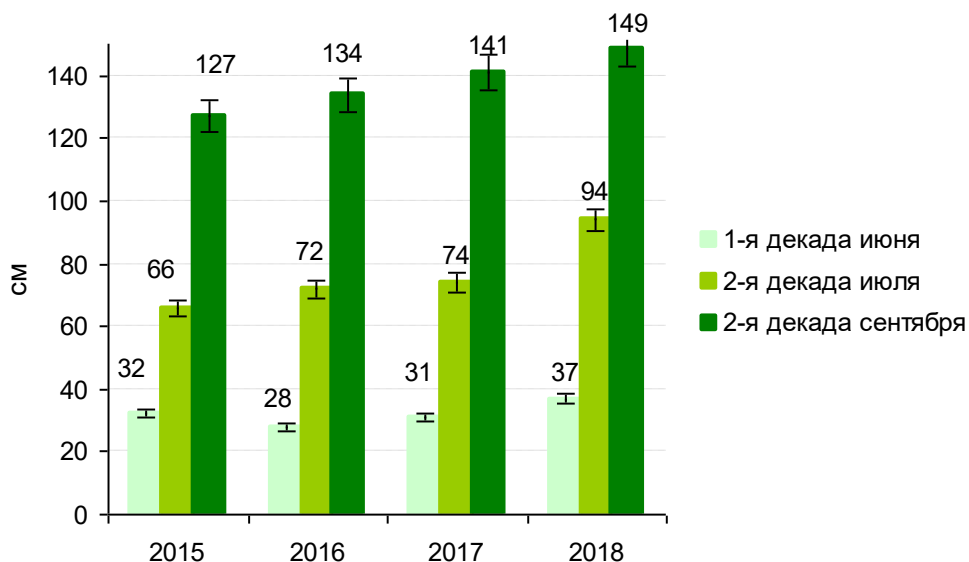
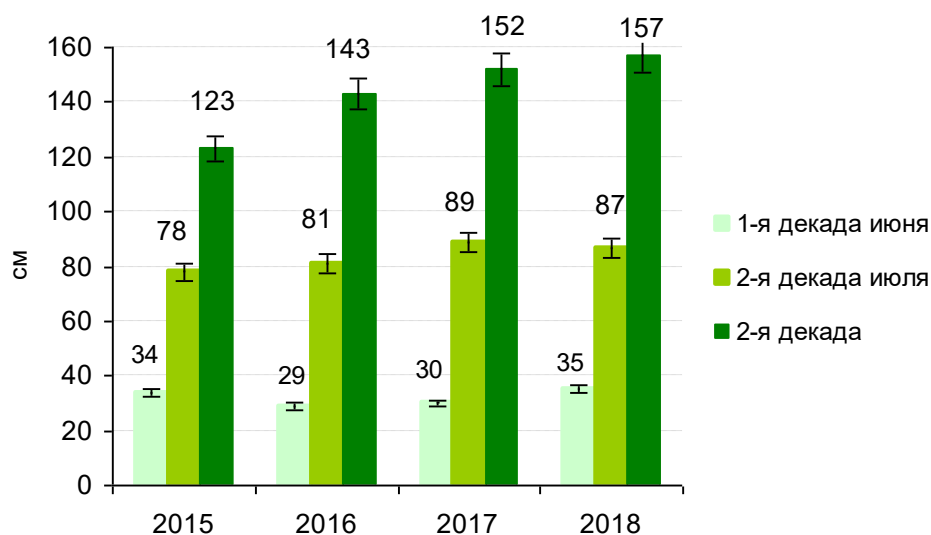


Рисунок 3.23 – Динамика роста побегов винограда сорта Шардоне:
 А – контрольный вариант (без обработок), Б – обработки растений органоми-
 неральными комплексами различных марок (ООО «Абрау-Дюрсо»)

В 2015-2018 гг. в двух зонах виноградарства Краснодарского края в условиях прессинга негативных физических факторов летнего периода исследовали в динамике ростовую активность винограда сильнорослых сортов Молдова и Августин в зависимости от некорневых обработок растений **полифункциональными органо-минеральными комплексами**, содержащими экстракты морских водорослей, аминокислоты, макро- и микроэлементы.



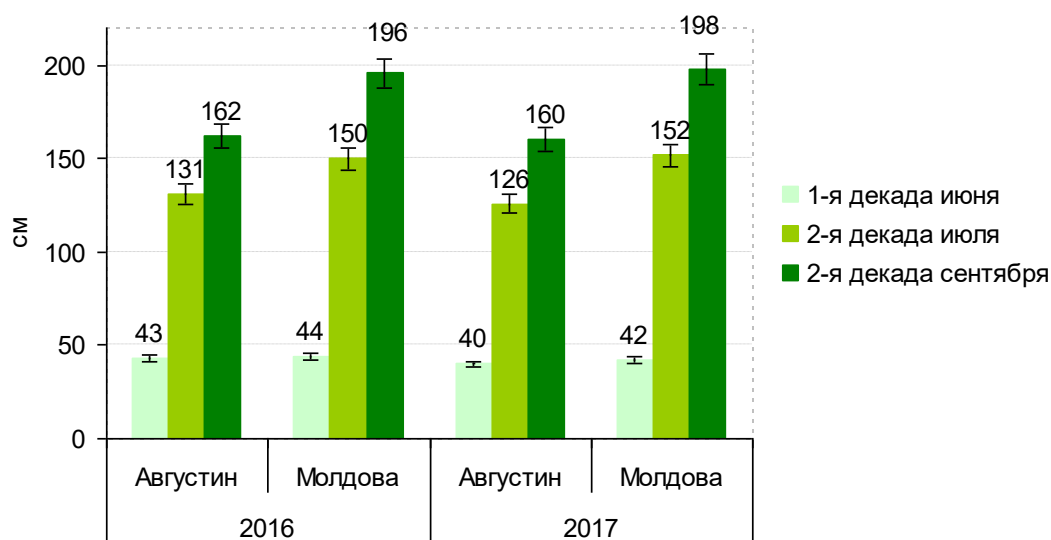
А



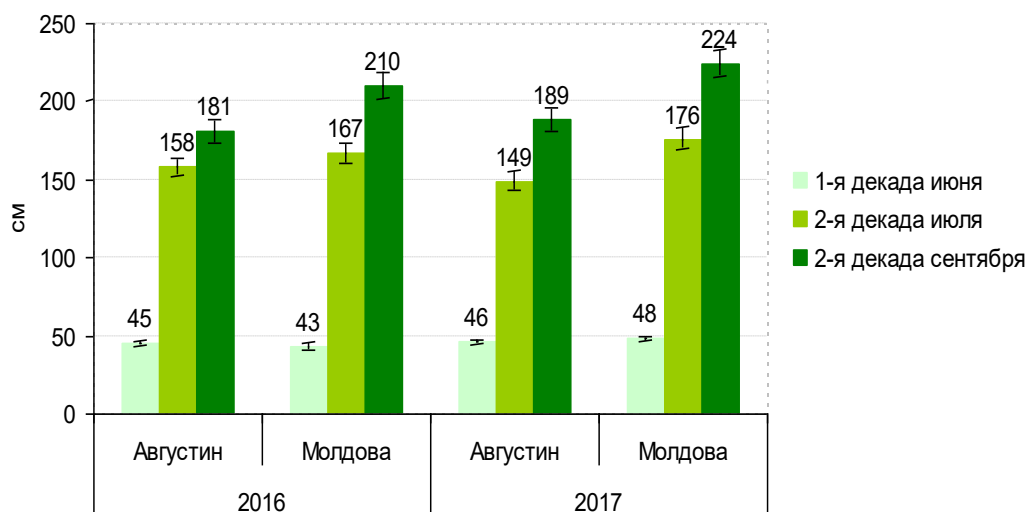
Б

Рисунок 3.24 – Динамика роста побегов винограда сорта Каберне Совиньон: А – контрольный вариант (без обработок), Б – обработки растений органоинеральными комплексами различных марок (ООО «Абрау-Дюрсо»)

Значительное увеличение длины однолетнего прироста в сравнении с контрольным вариантом (рис. 3.25) связывали с воздействием физиологически активных компонентов препаратов на апикальные меристемы, более интенсивно притягивающие ассимилируемые вещества, и улучшением снабжения активно размножающихся клеток энергетическими и пищевыми ресурсами.



А



Б

Рисунок 3.25 – Динамика роста побегов винограда:

А – контрольный вариант (без обработок), Б – обработки растений органоминеральными комплексами различных марок (Темрюкский р-н)

В 2016-2021 гг. на дерново-карбонатных почвах Черноморской зоны в плодоносящих насаждениях винограда ООО «Абрау-Дюрсо» наблюдали усиление вегетативной продуктивности растений на фоне применения *гуминовых препаратов*, содержащих в своем составе минеральные элементы, комплекс органических кислот растительного происхождения, фитогормоны.

В летний период, в условиях высоких положительных температур воздуха и недостатка влаги, интенсивность ростовых процессов у винограда сортов Мерло и

Каберне Совиньон, при ежегодных двукратных обработках растений водными растворами гуминовых препаратов, была стабильно выше, чем в контрольном варианте (без обработок). При ранжировании побегов по силе роста уже ко второй декаде июля было выявлено, что обработки обеспечивали наиболее интенсивный прирост. К концу сентября прием обеспечивал формирование сильных доброкачественных побегов длиной 110-150 см, составляющих основу вегетационной массы кустов (табл. 3.5) [132, 163].

В Черноморской зоне на черноземе южном активация ростовых процессов у сильнорослых сортов винограда Августин и Молдова под действием гуминовых препаратов была выявлена во второй половине вегетации (табл. 3.6).

Интенсивность ростовых процессов винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон в 2022-2023 гг. в связи с применением *эффлюента* в условиях дерново-карбонатных почв анализировали дважды в весенне-летний период: в конце второй декады мая и первой декады июня. В 2022 году на фоне обилия атмосферных осадков в апреле и мае и достаточными запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы, существенных различий между вариантами выявлено не было. На отдельных учетных кустах винограда длина побегов превышала показатель в контрольном варианте до 18,8 % (рис. 3.26), однако в среднем по вариантам и по результатам статистической обработки данных различия были не существенны (табл. 3.7).

Таблица 3.5 – Сезонная динамика изменения длины побегов у сортов винограда Мерло и Каберне в условиях ООО «Абрау-Дюрсо» (средние данные за период исследований)

Сроки наблюдений	сорт Мерло		сорт Каберне Совиньон	
	Контроль, без обработки	Некорневые обработки	Контроль, без обработки	Некорневые обработки
	длина побегов, см (усредненные данные)			
1-я декада июня	28	30	29	32
$HCP_{0,05}$	1,39		1,97	
2-я декада июля	54	74	57	76
$HCP_{0,05}$	4,95		2,78	
2-я декада сентября	91	124	101	118
$HCP_{0,05}$	8,49		5,14	

Проведенные во второй половине вегетации (при дефиците атмосферных осадков) агробиологические учеты выявили более интенсивный процесс роста побегов у растений винограда на фоне применения эфлюента. Тенденция сохранялась в 2023 году.

Таблица 3.6 – Сезонная динамика изменения длины побегов у сортов винограда Августин и Молдова в условиях АФ «Южная» (отделение «Прогресс»)

Сроки наблюдений	сорт Августин		сорт Молдова	
	Контроль, без подкормок	Некорневые подкормки	Контроль, без подкормок	Контроль, без подкормок
	длина побегов, см (усредненные данные)			
1-я декада июня	38	41	41	42
$HCP_{0,05}$	3,68		3,40	
2-я декада июля	124	148	139	151
$HCP_{0,05}$	9,83		5,90	
2-я декада сентября	149	164	175	186
$HCP_{0,05}$	5,32		5,20	



a



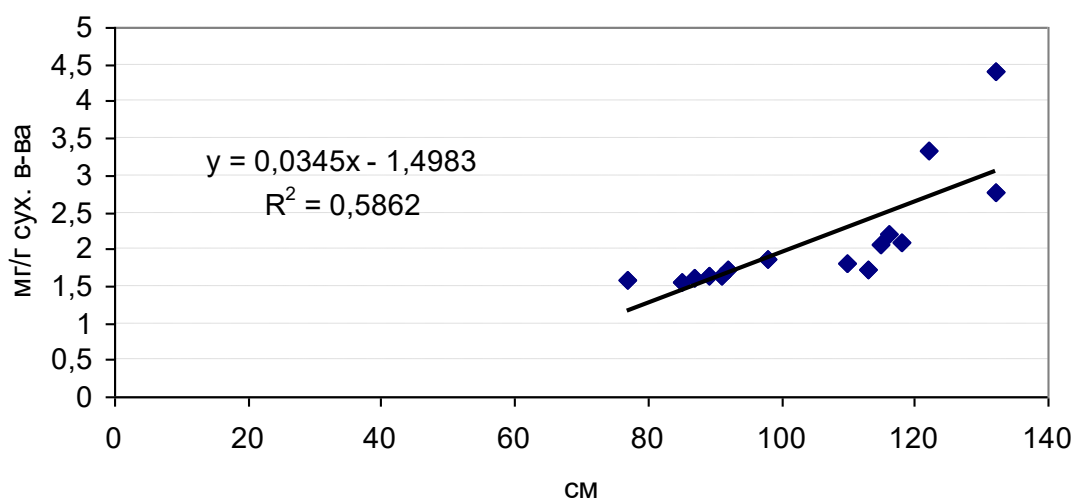
б

Рисунок 3.26 – Длина побегов в мае: *a* – контроль, без некорневых обработок, *б* – некорневые обработки растений эфлюентом в дозе 1,0 л/га

Таблица 3.7 – Динамика роста побегов у растений винограда в зависимости от применения эффлоента, см

Вариант	Дата				
	20 мая	12 июня	20 июля	10 августа	17 сентября
Контроль	16,5	49,6	77,0	122,1	178,1
Обработки растений эффлоентом в дозе 0,5 л/га	16,4	50,9	85,5	131,9	206,8
Обработки растений эффлоентом в дозе 1,0 л/га	16,5	50,4	81,6	130,7	203,5
<i>HCP₀₅</i>	0,34	0,56	3,34	6,27	11,68

Активацию физиологического процесса роста растений при применении эффлоента анализировали во взаимосвязи с фотосинтетической функцией – содержанием зеленых пигментов в листьях апикальной части побега – зоне, где синтезируются специфические соединения, участвующие в организации ростового процесса (рис. 3.27).



Регрессионная статистика		Дисперсионный анализ				
Множественный R	0,765605					
R-квадрат	0,586152					
Нормированный R-квадрат	0,57137					
Стандартная ошибка	0,514409					
Наблюдения	30					
Коэффициенты		Стандартная ошибка		t-статистика		P-Значение
Y-пересечение	-1,498340045		0,583870064		-2,566221728	0,015920473
Переменная X 1	0,034518136		0,005481297		6,297439453	8,25148E-07

Рисунок 3.27 Результаты регрессионного анализа

ГЛАВА 4 РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ ВИНОГРАДА В АМПЕЛОЦЕНОЗЕ МЕТОДОМ СИСТЕМНОЙ ОБРАБОТКИ ВЕГЕТРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ АГРОХИМИКАТАМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

4.1 Сопряженность адаптивной и генеративной функций у растений винограда на фоне абиотических стрессов летнего периода

Метаболические перестройки у растений винограда на фоне повторяющихся абиотических стрессов, требующие значительных затрат энергетических ресурсов, неизбежно вызывают снижение биологической продуктивности. Изучению сопряженности этих процессов и выявлению индикаторов функциональной устойчивости растений посвящены многочисленные исследования К.А. Серпуховитиной (2014), Н.И. Ненько (2009, 2014, 2017), М.А. Сундыревой (2009, 2014, 2019, 2020), В.С. Петрова (2014, 2023), A. Ferrandino, C. Lovisolo (2014), S. Hatmi et al. (2015), G. A. Gambetta (2016), В.В. Лиховского, Л.П. Трошина и др. (2016), A. M. Fortes, P. Gallusci (2017) и др. Абиотический стресс (особенно дефицит воды, уровень интенсивности света и температуры) вызывает изменение роста и развития всех органов растения. Стабилизация продукционного процесса достигается с помощью экзогенного воздействия на первичные и вторичные механизмы роста. Исследователи отмечают закономерную активацию адаптивной функции растений винограда под действием специальных сорт-ориентированных агротехнических приемов: системного последовательного использования регуляторов роста и специальных удобрений (К.А. Серпуховитина, А.А. Красильников 2010, 2014; Б.У. Мисриева, А.М. Мисриев, 2017; Р.Э. Казахмедов, 2020 и др.), с помощью различной конструкции насаждений, способов ведения и системы формирования кустов (Ш.Н. Гусейнов, 2012), нагрузки кустов побегами (В.С. Петров, Т.П. Павлюкова и др., 2014, 2020).

Анализируя выявленные исследователями закономерности, можно обратиться к полученным в 2011-2012 гг. результатам изучения Ш.Н. Гусейновым влияния агротехнических приемов (схема посадки, способ ведения и формирования кустов) на продуктивность винограда сорта Кристалл на подвое Кобер 5ББ, характеризуемого сдержанным ростом и высоким уровнем пластичности, в почвенно-экологических условиях северного промышленного виноградарства Нижнего Придонья (Аксайский район Ростовской области). Рост и развитие растений проходили на фоне действия абиотических стрессоров зимнего периода (абсолютный минимум температур в 2006 году достигал -28°C) и жаркого, засушливого лета. Автор экспериментального исследования с помощью четырех различных формировок и площади питания растений от 1,5 до 4,5 кв. м выявил оптимальные параметры кроны кустов, облиственность и продуктивность листового аппарата, побегов и урожайности винограда. Была установлена сортовая реакция неукрывной культуры винограда на соответствующие агротехнические приемы: во всех вариантах полевого опыта площадь листа тесно коррелировала с количеством листьев на кусте и величиной нагрузки побегами, доля хозяйственного урожая ($K_{\text{хоз.}}$) в общей биомассе растений была наиболее высокой в варианте с максимальной площадью питания растений, лучшими условиями радиационного и светового режима виноградника, проводящей системы растений, обеспечивающей оптимизацию режима питания.

В условиях Анапского района на фоне характерных для региона абиотических стрессов летнего периода изучение Н.В. Гордеевой и Ш.Н. Гусейновым влияния агротехнических приемов (способ формирования и нагрузка кустов побегами) на продуктивность сильнорослых растений винограда сорта Августин также выявило более полную реализацию генеративного потенциала растений в данных условиях в зависимости от определенных способов формирования кустов и нагрузки побегами от 40 до 42 тыс. шт./га.

Аналогичные результаты полевых опытов получены В.С. Петровым, Т.П. Павлюковой (2014-2019 гг.) в условиях Черноморской зоны виноградарства

Краснодарского края (АЗОСВиВ). С целью достижения устойчивого плодоношения винограда группы сортов были исследованы взаимосвязи в системах «схема посадки растений – продуктивность винограда» и «нагрузка куста побегами – продуктивность винограда», а также закономерности изменения ростовых процессов. Применяли уровни нагрузки куста побегами в количестве от 40 до 70 штук при различных схемах размещения растений. Периодически фазы активного роста винограда совпадали с аномальными проявлениями погодных условий: продолжительная летняя засуха при температуре воздуха 36 °С. На этом фоне наблюдалось снижение хозяйственной продуктивности и массы грозди винограда. Максимальный уровень нагрузки куста побегами способствовал сокращению доли плодоносных побегов на куст, снижению коэффициентов плодоношения и плодоносности, динамика основных показателей продуктивности побегов была не стабильной. Под действием летних абиотических стрессоров генеративная функция винограда значительно зависела от площади питания растений и степени устойчивости сорта с определенным, биологически обоснованным, уровнем нагрузки куста побегами. Можно предположить, что избыточное количество побегов на кусте в условиях повреждающего действия абиотических факторов влияло на активность и продолжительность репарационных процессов, координацию специфических регуляторных систем, обеспечение растительного организма энергией, нарушая режим питания и, как следствие, многоэтапный процесс развития генеративных органов: формирование зачаточных соцветий, закладку новых генеративных бугорков в центральных почках зимующих глазков в течение летнего периода вегетации.

В проведенных нами 3^х-летних (2009-2011) экспериментальных исследованиях в Черноморской зоне виноградарства [8, 140] на черноземе южном в 2-х факторном полевом опыте, направленном на создание соответствующих благоприятных условиях для закладки и дифференциации почек винограда, была установлена зависимость продуктивности винограда сортов Августин и Молдова от нагрузки кустов побегами и системными некорневыми обработками растений водными растворами специальных удобрений. При прочих равных условиях (на фоне подкормок растений удобрениями в основные фазы вегетации винограда, системе формирования и обрезке, агротехнике и системе защиты от вредителей и болезней)

нагрузка кустов побегами от 20 до 30 шт. на одно растение коррелировала с показателем продуктивности побега (индексом продуктивности) с коэффициентами $r=0,63$ (сорт Августин) и $r=0,51$ (сорт Молдова) (рис. 4.1, 4.2).

Регрессионная статистика						
Множественный R		0,50874186	y = -8,2167x + 695,75 R² = 0,2588	r = 0,51		
R-квадрат		0,25881828				
Нормированный R-квад- рат		0,212494423	При значениях «X» от 20 до 30 шт. побегов на куст			
Стандартная ошибка		60,2089677				
Наблюдения		18				
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	1	20254,08333	20254,08333	5,5871487	0,031080146	
Остаток	16	58001,91667	3625,119792			
Итого	17	78256				

	Козфф-ты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	695,75	88,0552579	7,901288539	6,51222E-07	509,08119	882,418806
Переменная X	-8,21666666	3,476166371	-2,363715021	0,03108014	-15,585810	-0,8475232

Рисунок 4.1 – Результаты регрессионного анализа данных (сорт Молдова)

Регрессионная статистика						
Множественный R	0,627722611		y = -6,5883x + 518,69 R2 = 0,394	r = 0,63		
R-квадрат	0,394035677					
Нормированный R-квад- рат	0,356162907		При значениях «X» от 20 до 30 шт. побегов на куст			
Стандартная ошибка	35,37789226					
Наблюдения	18					
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	1	13021,84083	13021,84	10,40419	0,00528598	
Остаток	16	20025,52417	1251,595			
Итого	17	33047,365				

	Кoeff-ты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	518,691666	51,73995744	10,02497281	2,65314E-08	409,00785	628,375475
Переменная X	-6,58833333	2,042543562	-3,225553402	0,00528598	-10,918332	-2,2583344

Рисунок 4.2 – Результаты регрессионного анализа данных (сорт Августин)

Менее значимой была взаимосвязь между нагрузкой кустов побегами и продуктивностью побега, выраженной в сырой массе гроздей (рис. 4.3, 4.4). Была выявлена наиболее существенная зависимость продуктивности растений винограда от составов и кратности применения некорневых обработок винограда. Так, при

нагрузке растений винограда побегами от 20 до 30 шт./куст, количество различных категорий побегов во всех вариантах опыта существенно не изменялось, однако некорневые обработки способствовали повышению продуктивности сильных и средних по силе роста побегов на куст в сравнении с контрольным вариантом (без обработок агрохимикатами) при нагрузке 20, 25 и 30 шт./куст в нестабильных условиях зимне-весеннего и летнего периодов (рис. 4.5).

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,405024518	y = -6,35x + 664,58 R2 = 0,164	r = 0,40		
R-квадрат	0,16404486				
Нормированный R-квад- рат	0,111797664	При значениях «X» от 20 до 30 шт. побегов на куст			
Стандартная ошибка	62,07039854				
Наблюдения	18				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	3008,333333	3008,333333	4,175119871	0,057850841
Остаток	16	11528,61111	720,5381944		
Итого	17	14536,94444			

	Коэфф-ты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	664,583333	90,77758945	7,32100662	1,71829E-06	472,14344	857,02322
Переменная X	-6,35	3,583636131	-1,771943291	0,095443948	-13,946969	1,2469691

Рисунок 4.3 –Результаты регрессионного анализа данных (сорт Молдова)

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,454910973	y = -3,1667x + 524,22 R2 = 0,2069	r = 0,45		
R-квадрат	0,206943993				
Нормированный R-квад- рат	0,157377993	При значениях «X» от 20 до 30 шт. побегов на куст			
Стандартная ошибка	26,84284252				
Наблюдения	18				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	3008,333333	3008,333333	4,175119871	0,057850841
Остаток	16	11528,61111	720,5381944		
Итого	17	14536,94444			

	Коэфф-ты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	524,222222	39,25749786	13,3534293	4,31064E-10	441,00004	607,44439
Переменная X	-3,1666666	1,549772235	-2,043311007	0,057850841	-6,4520370	0,1187036

Рисунок 4.4 –Результаты регрессионного анализа данных (сорт Августин)

Сопряженность функциональной устойчивости и продуктивности сортов Августин, Молдова, Надежда АЗОС, Каберне Тамани, Каберне АЗОС, Алиготе, Каберне Совиньон, Шардоне и др. в связи с применением агрохимикатов различных составов и препаративных форм была исследована также в 2012-2014 гг. в условиях Черноморской зоны виноградарства на черноземе южном и дерново-карбонатной почве. Одной из основных задач экспериментальных исследований было изучение влияния факторов нагрузки куста побегами и удобрений на продуктивность винограда в нестабильных условиях среды.

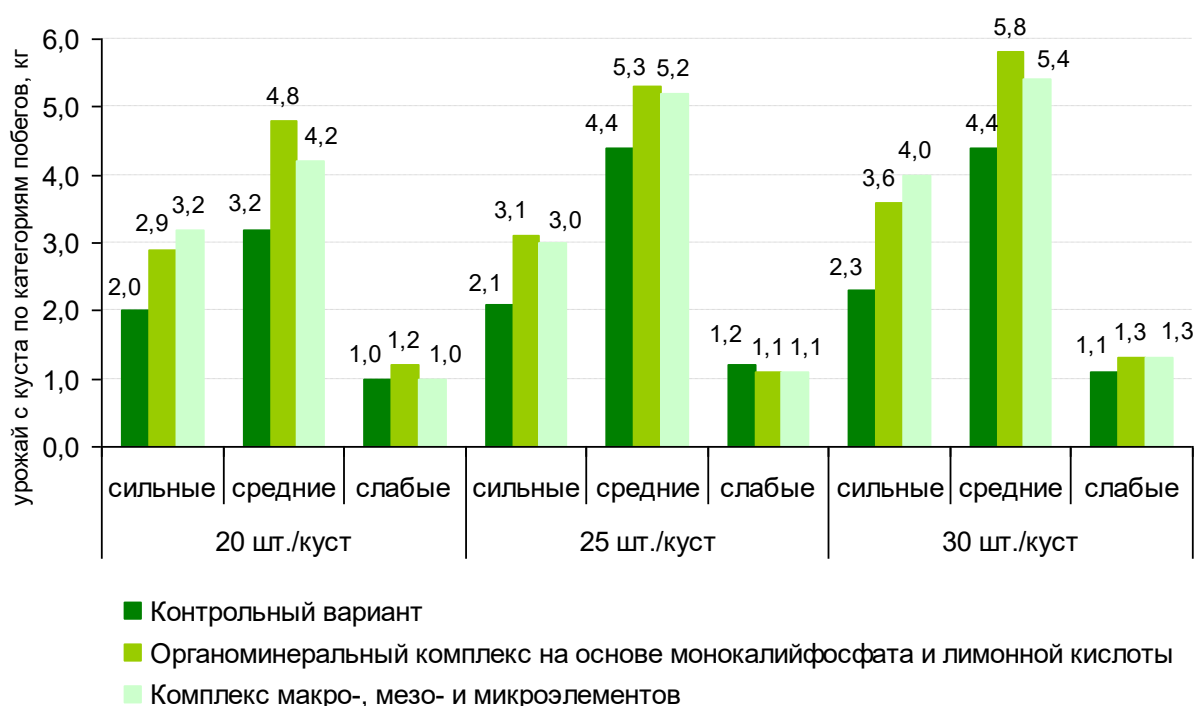


Рисунок 4.5 – Продуктивность различных по силе роста побегов винограда в зависимости от применяемых некорневым способом агрохимикатов на примере сорта Августин

На основе результатов полевых опытов и лабораторных исследований растительного материала установили положительное пролонгированное действие внутрипочвенного и некорневого внесения удобрений на образование плодовых почек и соцветий в них у сортов различного эколого-географического происхождения, увеличение количества плодоносных побегов, несущих большую массу гроздей. Растения винограда на фоне применения различных композиционных составов агрохимикатов характеризовались повышенной функциональной устойчивостью, активностью фотосинтетических процессов на фоне интенсивной

солнечной инсоляции и дефицита атмосферных осадков в летний период. Преимущества достигались путем увеличения содержания минеральных элементов в многолетних и однолетних частях куста, в гребнях и соке ягод. Содержание минеральных элементов коррелировало с величиной и качеством урожая винограда. Наиболее характерным было повышение содержания в гребнях гроздей марганца, железа, меди.

Тенденция взаимосвязи показателей устойчивости к действию стрессоров и продуктивности винограда была подтверждена результатами экспериментальных исследований 2015-2021 гг. На примере винограда позднего срока созревания сорта Рислинг была исследована устойчивость и эмбриональная плодоносность глазков в зависимости от доз и кратности применения некорневых обработок растений специальными комплексами макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов (N,P,K + Mg,S + B,Fe,Zn,Mn,Cu,Mo,Co (ОЭДФ). Водным раствором комплексного минерального удобрения в дозах от 1 до 3 л/га обрабатывали растения двух- и трехкратно: в первой декаде июня, второй декаде июля и второй декаде сентября. Агробиологические учеты проводили в 2014-2015 гг. на фоне продолжительного действия стресс-факторов: сумма активных температур воздуха с мая по октябрь 2014 г. превышала среднемноголетнюю норму на 247 °С и составляла 3318 °С. Дефицит атмосферных осадков наблюдался в период роста и созревания ягод, в июле-августе. В этих условиях ежегодно усиление адаптивных свойств винограда сорта Рислинг фиксировали по критериям: содержание зеленых пигментов, плодоносность глазков по длине лозы, коэффициент плодоношения. Наиболее эффективными были трехкратные обработки растений в дозах 2+2+2 л/га и 2+1+2 л/га (табл. 4.1) при отсутствии депрессии фотосинтетической активности.

Таблица 4.1 – Эмбриональная плодоносность глазков по длине лозы (%) и коэффициент плодоношения в зависимости от некорневых обработок растений водным раствором комплексного минерального удобрения

Вариант	1-3 глазки			4-6 глазки			7-8 глазки		
	всего	с двумя соцветиями	K ₁	всего	с двумя соцветиями	K ₁	всего	с двумя соцветиями	K ₁
Контроль, без обработок	67,6	-	0,7	100,0	-	0,8	100,0	-	1,0
Обработки удобрением в дозе 2+2+2 л/га	99,8	30,0	1,3	87,9	42,1	1,0	100,0	31,1	1,3
Обработки удобрением в дозе 2+1+2 л/га	100,0	28,3	1,4	100,0	46,8	1,3	89,2	22,4	1,3
<i>HCP_{0,05}</i>	3,1			1,0			1,2		

В результате анализа экспериментальных данных было установлено, что относительно стабильное функциональное состояние растений винограда сорта Рислинг на фоне действия абиотических стрессоров обеспечивали системные некорневые обработки комплексным минеральным агрохимикатом. При этом в сравнении с контрольным вариантом продуктивная зона побегов расширялась до 2-8 глазков [137, 153].

Существенное влияние на активацию жизненно важных функций, продуктивность и урожайность винограда оказывали некорневые обработки растений комплексным минеральным агрохимикатом в условиях дерново-карбонатных почв Черноморской зоны юга России (ООО «Абрау-Дюрсо») в 2015-2016 гг. В период проведения эксперимента наблюдалось характерное для региона нерегулярное и неустойчивое выпадение атмосферных осадков в период вегетации винограда, а также высокие температуры воздуха в летний период, способствующие дефициту влаги и нарушению водного баланса растений. Действующие продолжительное время, стресс-факторы провоцировали аттракцию листьями воды из растущих ягод, замедляя их рост и развитие. В этих условиях применение водных растворов агрохимиката явилось основным способом усиления адаптивных свойств растений винограда и, как следствие, повышения их продуктивности. Системное применение препарата в плодоносящих насаждениях винограда сорта Мерло обеспечивало ежегодно увеличение количества соцветий на куст до 8,3-10,0 % в сравнении с контрольным вариантом (без обработок препаратом), рост $K_{\text{хоз.}}$ на 12,6 %. Коэффициенты плодоношения и плодоносности значительно возрастали и составляли соответственно 1,73 и 1,85 в сравнении с показателями контрольного варианта – 1,60 и 1,65.

Анализ влияния органоминеральных агрохимикатов на генеративную функцию растений винограда был проведен в 2016-2018 гг. в полевом опыте на примере сортов Мерло, Шардоне, Каберне Совиньон. Летний период 2016 г. характеризовался чередованием осадков ливневого характера, местами с выпадением града, и жаркой сухой погоды. Максимальная температура воздуха превышала +36 °C. В этих условиях протекал процесс налива ягод винограда и накопления в них сахара. В 2017 г. в фазе цветения была зафиксирована максимальная температура воздуха +32 °C, оказавшая отрицательное воздействие на цветение и завязывание ягод винограда ввиду того, что при превышении температуры воздуха 27-30 °C пыльца становится стерильной.

В 2017 г. указанный период характеризовался дефицитом осадков и почвенной засухой, что повлекло некоторый недобор урожая [163].

Ежегодно трехкратно в летний и раннеосенний период проводили некорневые обработки винограда органоминеральным комплексом, содержащим макро-, микроэлементы в хелатной форме, экстракт водоросли *Ascophyllum nodosum* и аминокислоты в дозе 1 и 2 л/га.

Анализ адаптивных свойств растений винограда в стрессовых условиях летнего периода выявил характерные для первичной индуктивной стрессовой реакции изменения структуры воды в тканях. Растения, системно обрабатываемые водными растворами органоминерального комплекса, содержали более значительное количество «связанной» формы воды с измененными физико-химическими свойствами – механизм адаптации к стрессу, увеличение содержания осмолитов, а также отсутствие признаков снижения фотосинтетической активности в сравнении с контрольным вариантом, где наблюдалось частичное пожелтение листьев. При оценке плодоносности растений исследуемых сортов (К1) было выявлено, что виноград сорта Мерло в данных условиях на фоне обработок ежегодно формирует наибольшее количество зачаточных соцветий: на 8,8-39,5 % превышающие показатель в контрольном варианте. Менее выраженной, но достаточно значимой, была реакция на некорневые обработки препаратами у винограда сортов Шардоне и Каберне Совиньон. На учетных растениях ежегодно формировалось количество плодородных побегов, существенно превышающее показатель у растений контрольного варианта. В результате можно предположить, что стабильная реализация генеративной функции растений винограда связана с пролонгированным действием органоминерального препарата, применяемого в определенные фазы вегетации и оказывающего влияние на активность ферментативной антиоксидантной системы. Биологически активные органоминеральные компоненты агрохимиката являются регуляторами интенсивности биологических процессов в растениях, нормализуя условия последовательного протекания этапов морфообразования.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих линию защиты в клеточном ответе на абиотический стресс, рассматривается вторичный метаболизм растений (Cramer et al., 2011; Н.И. Ненько, 2014). Внешние физические раздражители,

действующие одновременно или последовательно, оказывают влияние на фенотипическую пластичность сорта (Fujita et al., 2006; Alcázar and Parker, 2011). Экспериментально установлено, что у различных сортов винограда, обладающих различным уровнем эндогенной устойчивости, процесс сопровождается накоплением вторичных метаболитов, как функция защиты от абиотического стресса, а также нарушением молекулярных путей метаболитов [133, 164]. Вторичные метаболиты являются связующим звеном между процессом формирования и созревания урожая и реакцией виноградной лозы на стресс-факторы (Cramer et al., 2011; Н.И. Ненько, 2014, 2017). Экспериментальным подтверждением этого послужили результаты проведенных нами полевых опытов с использованием биоорганического препарата (эффлюента), полученного в результате метангенерации органических отходов молочного завода, для смягчения абиотических стрессов летнего периода у растений винограда сортов Мерло, Шардоне и Каберне Совиньон в Черноморской зоне виноградарства Краснодарского края (ООО «Абрау-Дюрсо») (рис.4.6).

Регрессионная статистика			$Y = 3,692 + 0,001 X_1 + 0,005 X_2 + 0,06 X_3$, где Y – продуктивность растений винограда, урожай с одного куста, кг X_1 – содержание в листьях пролина (от 30,2 до 164,7 мг/л); X_2 – содержание в листьях фенольных кислот (от 25,10 до 67,3 мг/л); X_3 – содержание в листьях органических (карбоновых) кислот (от 11,90 до 37,40 г/л)		
Множественный R	0,891358311				
R-квадрат	0,794519638				
Нормированный R-квад- рат	0,750488132				
Стандартная ошибка	0,347608848				
Наблюдения	18				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	3	6,540997686	2,180332562	18,0443439	4,4008E-05
Остаток	14	1,691646759	0,120831911		
Итого	17	8,232644444			

	Коэфф-ты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	3,69168294	0,253635072	14,55509646	7,57512E-10	3,1476898	4,2356760
Переменная X 1	0,00139778	0,003901273	0,358290382	0,725470908	-0,0069696	0,0097651
Переменная X 2	0,00531534	0,007799645	0,681485473	0,506681779	-0,0114132	0,0220439
Переменная X 3	0,05986150	0,022216649	2,694443259	0,017445428	0,0122115	0,1075114

Рисунок 4.6 – Результаты регрессионного анализа на примере сорта Мерло

Путём некорневых обработок растений винограда в дозах 1 и 2 л/га водными растворами биоконцентрата, содержащего гуминовые вещества, макро-, мезо- и микроэлементы, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты, было достигнуто усиление защитной реакции растений на стрессы, выявленной в результате биохимического анализа растительных тканей: наблюдалось увеличение в листьях побегов активаторов основных механизмов адаптации — осмолита пролина, фенольных соединений, карбоновых кислот и др., характерных для этапа адаптации к стрессу. Сопряженность показателей моделировали с помощью регрессионного анализа, показавшего высокую степень взаимосвязи переменных и важность факторов «X» для зависимой переменной «Y»

4.2 Последовательность наиболее активного потребления элементов питания растениями винограда на различных этапах формирования урожая

Сезонный цикл развития винограда от начала сокодвижения до созревания побегов и листопада, находящийся под генетическим контролем, представляет собой совокупность эндогенных физиологических, морфологических и анатомических изменений у растений, происходящих последовательно, в соответствии со сменой условий и воздействия физических факторов среды. Известно, что каждый этап сезонного развития растений винограда требует определенное сбалансированное сочетание минеральных элементов (П.Г. Тавадзе, 1945, 1949; М.П. Бушин, 1957; Т. Попов, 1960, 1966, 1967, 1971; К.А. Серпуховитина, А.А. Красильников, Д.Э. Руссо, Э.Н. Худавердов 2014 [187]). Формирование урожая винограда имеет двухлетний цикл. Этап формирования зачатков всех цветов соцветия, а затем зачатков частей цветка, их развитие и размер цветков во многом зависят от уровня обеспеченности их минеральным питанием (S.D. Khanduja, V.R. Balasubrahmanyam, 1972; C. Srinivasan, M. G. Mullins, 1981). Так, К.А. Серпуховитина (1988), анализируя данные ряда исследователей, указывает, что изменением режима мине-

рального питания растений винограда можно добиться различной степени дифференциации и плодородности почек. Ссылаясь на исследования А.М. Негруля (1952), автор публикации отмечает, что для плодородности почек винограда особенно важна обеспеченность их питанием в так называемые «критические моменты» развития, когда в каждой почке «происходят качественные сдвиги, определяющие – станет ли почка плодородной или бесплодной и сколько будет в ней соцветий». Далее К.А. Серпуховитина (1986 г) рассматривает результаты изучения учеными влияния макро- и микроэлементов на закладку и формирование плодородных элементов и делает вывод о важности сбалансированного поступления в растения основных биогенных элементов. Данные выводы подтверждают ранее полученные исследователями результаты анализа содержания в динамике основных минеральных элементов в нормально развитых цветках без признаков аномалий у растений винограда (Куню Д. Стоев, 1973). На различных типах почв в первой и второй декадах июня в цветках содержание азота, фосфора и калия установлено в соотношении 35:8:57 и 54:8:38 соответственно. При этом изменение в соотношении элементов можно рассматривать как результат морфологических изменений на разных этапах развития. Автор ряда публикаций Л.И. Билибина (1958, 1960) констатирует сопряженность этапов и фаз развития винограда и содержания основных биогенных элементов в индикаторных органах растений, подтверждая выводы результатами анализов растительного материала: содержание в побегах винограда азота, фосфора и калия до цветения ниже, чем в период образования завязи соответственно на 15,9 %, 15,5 % и 9,9 %, а в листьях побегов – выше соответственно на 21,6 %, 14,0 %, 18,9 %. Исследуя сопряженность процессов формирования репродуктивных органов и режима питания растений винограда, ряд исследователей указывает также на решающее значение оптимального водного режима и обеспеченности растений азотом, а также сбалансированный уровень содержания в тканях растений макро- и микроэлементов (A. Li-Mallet, A. Rabot, L. Geny, 2016).

Известно, что на стадии формирования цветков (этап женского мейоза) они являются наиболее уязвимыми на фоне действия экологических и физиологических стрессов, способных резко прервать процесс цветения (G. Lebon et al., 2008).

В то же время оптимизация условий протекания процесса способствует большей доступности для растений питательных веществ и нормализации дифференциации соцветий, в результате чего на побеге образуется большее гроздей (M.C. Vasconcelos, 2009). Таким образом, стадия формирования соцветий (первый сезон) является одним из основных, решающих этапов, поскольку определяет количество гроздей на лозе и количество ягод в грозди (второй сезон) и рассматривается как критический период потребления питательных ресурсов.

Важным этапом формирования урожая является биологический период роста и созревания ягод винограда, требующим оптимизации режима питания растений. Период носит сигмоидальный характер и подразделяется на два этапа (рис. 4.7). Продолжительность первого периода роста от начала цветения – до 60 дней. На этом этапе формируется ягода и образуются зародыши семян. Начальный период этапа характеризуется интенсивным делением клеток, частично определяющим конечный размер ягоды. Кроме того, на данном этапе в мякоти ягоды накапливается значительное количество винной и яблочной кислоты, оказывающие влияние на качество виноматериалов. Образуются также гидроксикоричные кислоты, дубильные вещества, макро- и микроэлементы, аминокислоты, ароматические соединения и др.

Второй этап роста характеризуется размягчением и окрашиванием ягоды. Визуально на протяжении периода, от начала до созревания и сбора урожая, можно наблюдать увеличение ягоды в два раза. Вследствие этого наблюдается снижение в соке ягод концентрации растворенных веществ, накопленных в первый период развития и имеющих важное значение для качества виноматериалов. Варьирует содержание яблочной кислоты, снижается и подвергается модификации содержание танинов в ягодах и оболочке семян, снижается содержание ароматических соединений, значительные изменения происходят с дубильными веществами кожицы и др. (Kennedy J., 2002). Таким образом, данный период является важным фактором, существенно влияющим на стабильность текстуры и цвета виноматериала. Помимо этого, данный период протекает в условиях действия летних абиотических стрессов.

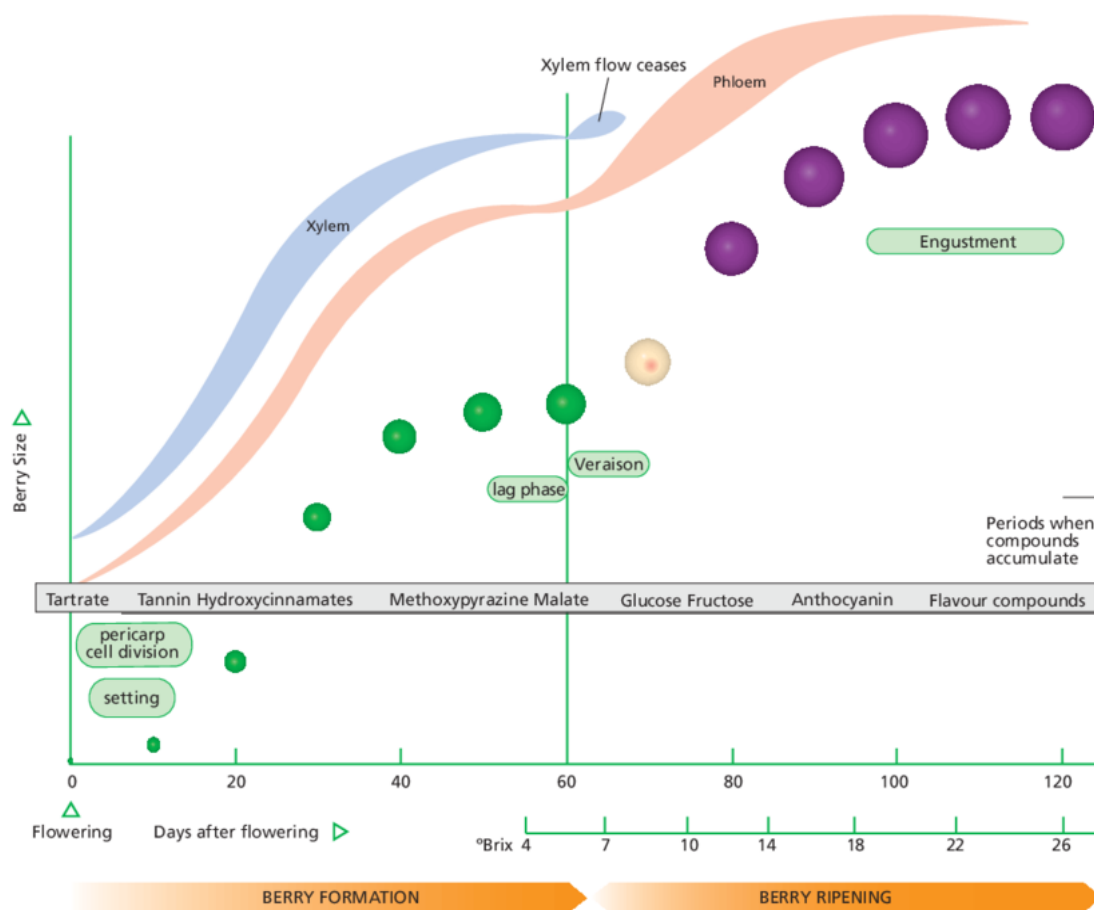


Рисунок 4.7 – Диаграмма, показывающая относительный размер и окраску ягод с интервалом в 10 дней после цветения, проходящих через основные этапы развития, периоды накопления соединений, уровни сока, а также скорость поступления сосудистых соков ксилемы и флоэмы в ягоду (иллюстрация Jordan Koutroumanidis, Winetitles)

Этап биохимического перехода к режиму созревания урожая характеризуется накоплением в соке ягод ряда соединений, основными из которых являются глюкоза и фруктоза, вторичные метаболиты, что предполагает стабилизацию фотосинтетической активности листового аппарата, поддерживаемую некорневыми обработками комплексных полифункциональных препаратов и пролонгированным эффектом их действия.

Руководствуясь данными положениями как основой для определения сроков применения и составов агропрепаратов полифункционального действия в ампелоценозах различных конструкций, нами были разработаны соответствующие регламенты, обеспечившие существенное увеличение размера и плотности грозди винограда группы сортов различного эколого-географического происхождения.

В 2016-2017 гг. на южных черноземах Темрюкского района и дерново-карбонатных почвах ООО «Абрау-Дюрсо» системное, в соответствии с наиболее важными этапами и фазами развития винограда, применение питательных растворов *органоминерального* агропрепарата, содержащего макро-, микроэлементы, аминокислоты, экстракт водорослей *Ascophyllum nodosum*, *и специального минерального комплекса* макро- и микроэлементов обеспечивали увеличение размера и плотности грозди (рис. 4.8-4.11) [73].



А



Б

Контрольный вариант



А



Б

Обработка растений органоминеральным агропрепаратом

Рисунок 4.8 – Внешний вид грозди винограда сорта Августин в связи с применением некорневых обработок агропрепаратами (стадия созревания, Темрюкский р-н): А – 2016 г., Б – 2017 г.



А



Б

Контрольный вариант



А



Б

Обработка растений органоминеральным агропрепаратом

Рисунок 4.9 – Внешний вид грозди винограда сорта Молдова в связи с применением некорневых обработок агропрепаратами (стадия созревания, Темрюкский р-н): А – 2016 г., Б – 2017 г.



А



Б

Контрольный вариант



А



Б

Обработка растений органоминеральным агропрепаратом

Рисунок 4.10 – Внешний вид грозди винограда сорта Шардоне в связи с применением некорневых обработок агропрепаратами (стадия созревания, ООО «Абрау-Дюрсо»): А – 2016 г., Б – 2017 г.



А



Б

Контрольный вариант



А



Б

Обработка растений органоминеральным агропрепаратом
 Рисунок 4.11 – Внешний вид грозди винограда сорта Мерло в связи с применением некорневых обработок агропрепаратами (стадия созревания, ООО «Абрау-Дюрсо»): А – 2016 г., Б – 2017 г.

Аналогичные результаты были получены при применении некорневых обработок растений водными растворами *гуминовых* адаптогенов в 2018-2021 гг. в условиях дерново-карбонатных почв ООО «Абрау-Дюрсо». В составе препаратов, оказывающих протекторное действие на фоне абиотических стрессов, содержались фульвокислоты, фитогормоны, органические кислоты растительного происхождения: янтарная, фумаровая, малеиновая, а также азот, фосфор, калий, сера. Препараты применяли: *за 10 дней до начала цветения; при достижении размера ягоды в диаметре 0,7-1,0 см; за 2 недели до начала созревания ягод*, обеспечивая пролонгированный эффект действия. В период созревания урожая визуально фиксировали увеличение размера и плотности грозди винограда (рис. 4.12).



Контрольный вариант



Вариант с обработкой растений гуминовыми препаратами

Рисунок 4.12 – Плотность грозди винограда в связи с системным применением гуминовых препаратов на примере сорта Мерло

Таким образом, достижение максимального положительного результата в процессе оптимизации режима питания винограда методом некорневых обработок питательными растворами, обеспечившего преимущество товарных характеристик урожая, было основано на последовательности «критических» этапов морфофизиологического развития растений и соответствующей им потребности в биогенных элементах: этап подготовки к цветению и цветение, активный рост ягод до начала созревания, созревание ягод (от начала созревания до сбора урожая ягоды усваивают от 1,0 % азота, 22,6 % фосфора, 10,3 % калия от общего количества элементов, потребляемых за вегетационный период) и интенсивный рост вегетативных и репродуктивных органов.

Прием основан на представлениях о функции листа, как центра активной и разнообразной регуляции процессов жизнедеятельности растений в течение вегетации путем изменения обмена веществ в зависимости от условий среды, вплоть до образования физиологически активных регуляторов метаболических процессов роста и развития

4.3 Влияние применяемых агрохимикатов на закладку и дифференциацию эмбриональных соцветий

Нестабильные погодные условия умеренно-континентального климата южных регионов Российской Федерации характеризуются участвовавшими физическими стрессовыми ситуациями, негативно влияющими на основные этапы сезонного развития растений винограда: закладку и дифференциацию эмбриональных соцветий в почках зимующих глазков в год, предшествующий плодоношению; дифференциацию и зимовку эмбриональных соцветий; додифференциацию эмбриональных соцветий в почках глазков после зимовки; рост соцветий и цветение; рост и созревание ягод в год плодоношения (рис. 4.13). Наиболее опасными для эмбриональных соцветий являются аномальные температуры воздуха, а также значитель-

ные перепады температур позднелетнего периода, когда растения винограда находятся в состоянии вынужденного покоя (В.С. Петров, Т.П. Павлюкова, 2018). Результатом воздействия стресс-факторов является потеря части соцветий, снижение степени реализации потенциала хозяйственной продуктивности на 30-40 %. Для четкого представления о необходимости корректировки режима питания винограда во время формирования генеративных структур, значении лимитирующего фактора дефицита резервных запасов питательных веществ в различных органах растения (корни, многолетние части куста) для закладки и дифференциации эмбриональных соцветий необходимо рассматривать стадии и условия образования эмбрионального зачатка, его дифференциации с образованием зачатков соцветий, дифференциации цветков. Эти морфофизиологические преобразования под генетическим контролем и сбалансированным воздействием фитогормонов требуют соответствующего температурного и светового режима, уровня увлажнения, минерального питания (азот – формирование зачатков соцветий, дифференциация цветков, фосфор, калий – индукция цветения, молибден – влияние на развитие репродуктивных структур, рост пылевых трубок, оплодотворение, цинк – образование завязи и т.д.), углеводов, аминокислот (аргинин), органических соединений азота (Vasconcelos M.C., 2009).

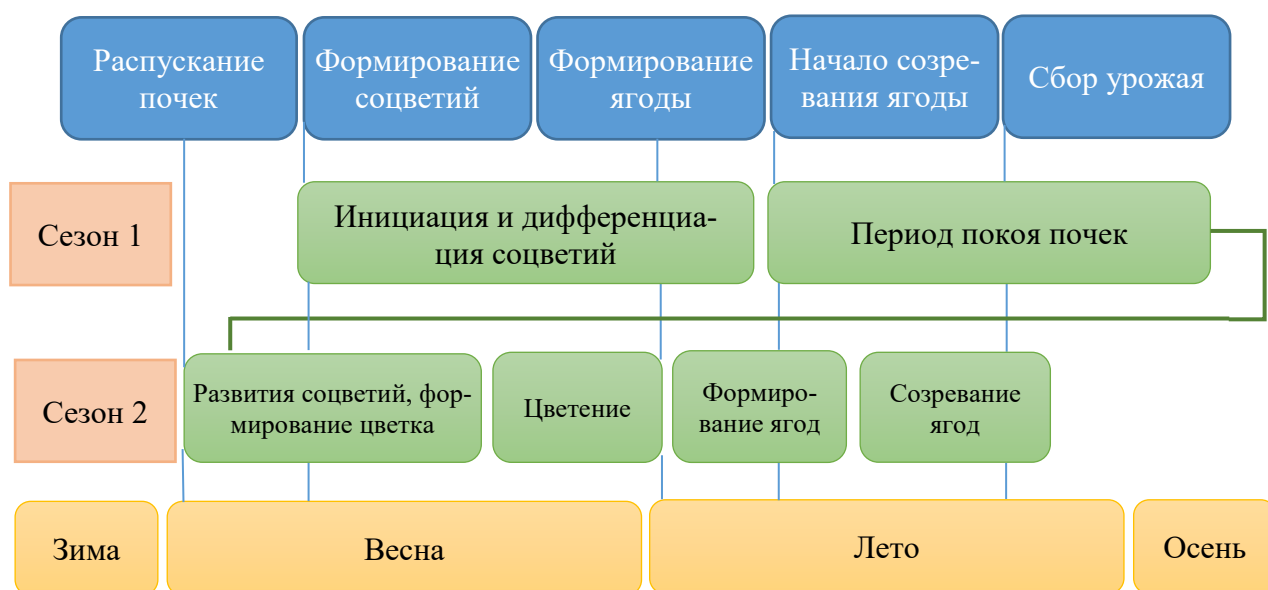


Рисунок 4.13 – Двухсезонный репродуктивный цикл развития растений винограда (по данным Carmona, 2008)

Исследуя уровень реализации потенциала хозяйственной продуктивности группы сортов винограда в зависимости от закладки эмбриональных соцветий в экологических условиях юга России, А.П. Дикань (2005), В.С. Петров, Т.П. Павлюкова (2018) отмечают решающее значение абиотических и антропогенных факторов среды для закладки первых генеративных зачатков до цветения и вторых – после цветения. В.А. Волынкин, В.А. Зленко, Н.П. Олейников, В.В. Лиховской (2009) констатируют важность этапа появления первых зачатков соцветий в формировании потенциальной плодоносности. При этом ученые отмечают необходимость оптимального поступления азота для максимального формирования зачатков соцветий и дифференциации цветков (Vasconcelos et al., 2009; Keller and Koblet, 1994; Keller, 2005; Khanduja and Balasubrahmanyam, 1972; Baldwin, 1966; Srinivasan et al., 1972; Carmona et al., 2008).

Известно, что одним из основных факторов, оказывающих регуляторное действие на распределение питательных веществ в растении являются цитокинины. Фитогормон способствует повышению и удержанию клетками подвижных метаболитов и приток питательных веществ из окружающих тканей (Mothes, 1960; Engelbrecht, Mothes, 1960, 1964). Помимо этого, цитокинины, поступившие из корней и присутствующие в почках в начале сезона, контролируют процесс формирование цветка (Mullins et al., 1992, Srinivasan and Mullins, 1978, 1979, 1980), распускание почек и цветение (Nitsch and Nitsch 1965, Skene and Kerridge 1967). Действие фитогормона тесно связано с уровнем минерального питания (Srinivasan and Mullins, 1981; Д.А. Климачев, 1997; Kudoyarova et al., 2015), что обуславливает актуальность оптимизации режима питания растений на данном этапе путем внутрипочвенных (запасный способ внесения, нитраты активируют синтез цитокининов в корнях) и некорневых подкормок комплексными минеральными и органоминеральными удобрениями, а также адаптогенами, содержащими в своем составе фитогормоны. Дефицит минерального питания активирует распад цитокининов, способствуя снижению их уровня в растениях (Vysotskaya et al., 2009).

Начало сокодвижения у растений винограда при достаточном количестве тепла и влаги является «стартом» развития зачатков соцветий, дальнейшего ветвления соцветий до дифференциации отдельных цветков и доразвития слабо дифференцированных зачатков соцветий в полностью дифференцированные. Гормональные процессы стимулируют реактивацию и развитие сосудистой системы у основания зачатка. Процесс развития почки после прохождения этапа отрицательных зимних температур воздуха (второй сезон) наглядно представлен на микрофото (рис. 4.14). Пробуждающиеся почки характеризуются низкой устойчивостью к понижению температуры.



Рисунок 4.14 – Этап развития почки (микрофото Т. Martinson, М. Goffinet)

Период характеризуется активацией потребления запасных питательных веществ. Крахмал является резервным источником углеводов – энергетическим источником этапа начала развития растения, фосфор и калий являются частью его энергетического обмена. Важное значение для протекания и развития данного этапа играют свободные аминокислоты, выполняющие многочисленные функции и участвующие в переносе азота из корней в надземные органы растений. Содержащийся в корнях аммоний превращается в глютамин, затем в глютамат и аминокислоту аргинин. Свободный аргинин – основной компонент, хранящийся в тканях виноградного растения, наиболее эффективный резерв азота. Эта аминокислота является предшественником полиаминов, незаменимым метаболитом многих физиологических процессов, играет важную роль в синтезе белка, способности винограда оптимально осуществлять вегетативное пробуждение и подготовку к цветению. Эти вещества синтезируются и накапливаются в резервных многолетних органах

растений винограда в течение всего вегетационного периода. Так, известно, что аргинин, как форма азота, перемещается к корням и другим многолетним частям куста, накапливаясь в виде запаса. Об оттоке аргинина (легкоподвижная форма в результате распада белка) из стареющих листьев к запасующим органам свидетельствует динамика содержания свободной аминокислоты в листьях в период июнь–сентябрь (рис. 4.15), выявленная нами в результате анализа индикаторных органов растений в полевых опытах с системным применением комплексных органоминеральных препаратов в насаждениях винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон (ООО «Абрау-Дюрсо»).

Для некорневых обработок растений применяли биоминеральные комплексы, содержащие в своем составе макро- и микроэлементы, аминокислоты (аргинин, тирозин, аланин, лизин, пролин, серин, треонин, валин и глютамин) и экстракт водорослей *Ascophyllum nodosum*.

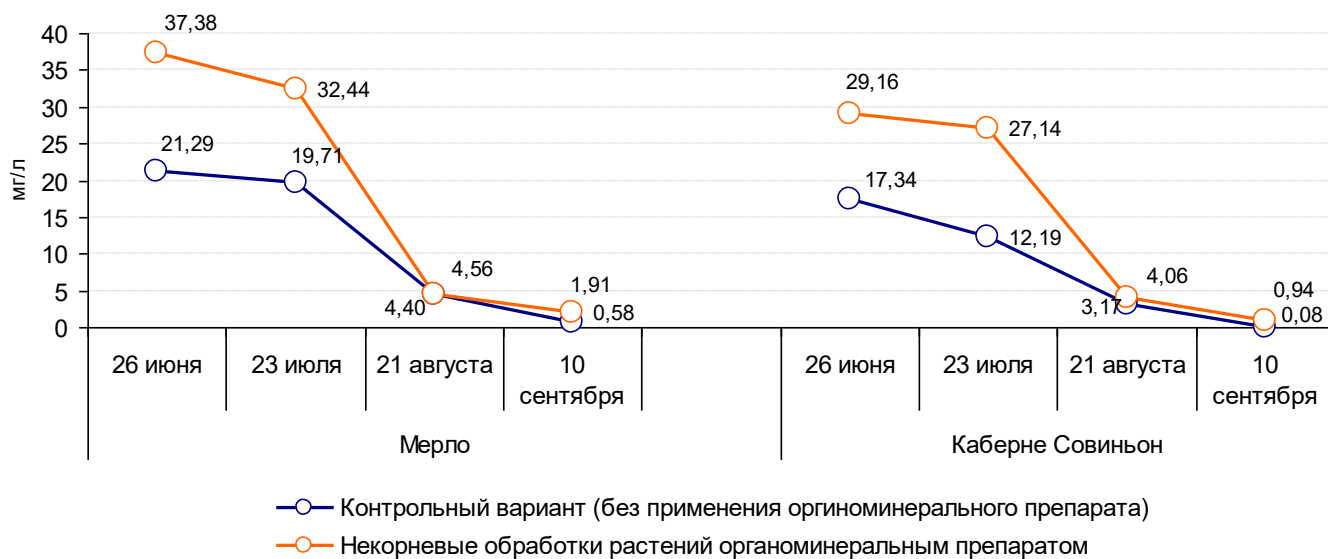


Рисунок 4.15 – Динамика содержания свободного аргинина в листьях побегов (средние данные)

Результаты биохимического анализа листьев свидетельствуют о более высоком содержании свободного аргинина в варианте с применением органоминерального препарата, что предполагает более высокое содержание запасов азота для формирования и развития генеративных почек и вегетативных органов. Можно предположить, что активное накопление запасных питательных веществ в различных

органах растений винограда происходит уже в конце лета, в период созревания ягод и окончания активного роста, мобилизуясь следующей весной.

В период роста и развития зеленых побегов в летний период, одновременно, с различной интенсивностью, протекают процессы дифференциации зачатков соцветий и продолжающаяся закладка новых генеративных бугорков в центральных почках зимующих глазков. Замедление процесса закладки зачатков соцветий и их дифференциации происходит в фазе начала созревания ягод. Данный этап А.М. Негруль (1959) рассматривал как первый критический период в формировании эмбриональной плодородности почек. В условиях юга при положительных температурах воздуха этап дифференциации соцветий может продолжаться и в фазе покоя растений винограда (Н.В. Матузок, П.П. Радчевский, Т.И. Кузьмина, А.А. Романенко, Л.П. Трошин, П.К. Заманиди, 2013, 2014), что позволяет рассматривать этот период как «относительный покой почек» и предполагать защитную реакцию от зимних морозов – изоляцию почек от сосудистой системы растения с помощью своеобразного барьера (проводящей ксилемы и управляющей питанием флоэмы) и обезвоживание – весьма условной и достаточно подвижной, отзывчивой на провокационные продолжительные поздnezимние оттепели.

Нашими исследованиями в 2014-2015 гг. был подтвержден процесс дифференциации эмбриональных соцветий в центральных почках зимующих глазков винограда сорта Молдова, продолжающийся в период относительного покоя виноградных кустов. При этом анализ динамики коэффициента плодородности зимующих глазков выявил различия между вариантами полевого опыта на фоне применения специального безбалластного питательного комплекса макро- мезо- и микроэлементов (N, P, K + Mg, S + B, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co (ОЭДФ) в Темрюкском р-не (АФ «Кубань») (табл. 4.2).

При сравнении показателей плодородности зимующих глазков в динамике с января по апрель оказалось, что по всем исследуемым вариантам наблюдалось постепенное повышение данного показателя. Так, за четыре месяца увеличение коэффициента плодородности глазков составило: в первом варианте опыта 0,10; во втором - 0,20; в третьем - 0,17; в четвертом и пятом – 0,18 [138].

Таблица 4.2 – Коэффициенты плодоношения зимующих глазков в динамике

Вариант	Январь	Февраль	Март
1. Контроль, без применения агропрепарата	0,88	0,90	0,98
2. Трехкратное применение агропрепарата в дозе 1 л/га	0,89	1,03	1,09
3. Трехкратное применение агропрепарата в дозе 2 л/га	0,93	0,96	1,10
4/5 Применение агропрепарата двукратно в разные периоды вегетации винограда в дозе 2 л/га	0,87 / 0,86	1,02/1,03	1,05/1,04

Ряд авторов отмечают имеющее место в летний период конкурентное взаимодействие процессов максимального роста побегов и закладки новых генеративных образований, связанное с потребностью минеральных элементов (Srinivasan and Mullins, 1980), а также необходимость оптимизации водного режима растений, влияющего на содержание цитокинина в ксилеме, что предполагает необходимость некорневых обработок растений винограда водными питательными растворами агропрепаратов полифункционального действия.

4.4 Анализ продуктивности побегов винограда на фоне обработок растений агрохимикатами полифункционального действия

Продуктивность побегов винограда оценивали в многофакторных полевых опытах, под влиянием комплексного воздействия нагрузки кустов побегами, гроздьями, длины обрезки, архитектуры куста и различных составов агрохимикатов, применяемых некорневым способом в соответствующие основным этапам сезонного развития растений винограда сроки (перед цветением, в период активного роста ягод и за две недели до созревания урожая). Для экспериментальной оценки использовали:

органоминеральный комплекс различных марок на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ;

комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов;

органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы.

Для условий Черноморской зоны виноградарства исследовали продуктивность побегов различной силы роста на фоне обработок растений винограда водными растворами агрохимикатов полифункционального действия (табл. 4.3-4.5) [149]. Основное внимание было уделено выявлению взаимосвязи интенсивности роста побегов и уровню их плодоношения на фоне системных обработок растений питательными растворами, что обусловлено установленной ранее исследователями (К.Д. Стоев, 1959; A.J. Winkler, 1962) корреляционной зависимости между силой роста побегов и их плодоносностью, числом бутонов, сформировавшихся в кисти. Результатами экспериментальных исследований было подтверждено, что максимальное значение коэффициента плодоношения на второй год развития почек у винограда группы сортов имели растения с нормальным приростом побегов в течение вегетации – от 110 до 150 см (К.Д. Стоев и др. 1965).

Таблица 4.3 – Продуктивность различных по силе роста побегов, развившихся на кусте при нагрузке 20 шт./куст в связи с применением некорневых обработок агрохимикатами, кг с одного куста

Применяемые агрохимикаты	Сорт винограда Августин			Сорт винограда Молдова		
	Побеги до 50 см	Побеги 51-100 см	Побеги 101-150 см и выше	Побеги до 50 см	Побеги 51-100 см	Побеги 101-150 см и выше
Контроль, без обработок агрохимикатами	1,0	3,6	2,0	1,5	4,5	2,9
Органоминеральный комплекс на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ	1,2-1,4	4,4-4,8	2,6-2,9	1,2-1,3	5,4-6,6	4,0-4,1
Комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов	1,0	4,2	3,2	1,4	5,3	3,9
Органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы	0,6-0,7	4,2-5,1	2,7-3,0	0,8	5,4-5,6	3,7-4,4

Таблица 4.4 – Продуктивность различных по силе роста побегов, развившихся на кусте при нагрузке 25 шт./куст в связи с применением некорневых обработок агрохимикатами, кг с одного куста

Применяемые агрохимикаты	Сорт винограда Августин			Сорт винограда Молдова		
	Побеги длиной до 50 см	Побеги длиной 51-100 см	Побеги длиной 101-150 см и выше	Побеги длиной до 50 см	Побеги длиной 51-100 см	Побеги длиной 101-150 см и выше
Контроль, без обработок агрохимикатами	1,2	4,4	2,1	1,3	5,0	3,2
Органоминеральный комплекс на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ	1,1-1,4	5,3	2,9-3,1	1,6-1,8	5,4-8,0	3,9-4,2
Комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов	1,1	5,2	3,0	1,7	6,6	4,9
Органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы	1,0-1,1	5,5-5,6	2,6-3,4	1,5-1,7	5,6-5,8	4,1-4,3

В наших опытах развившиеся на учетных кустах побеги ранжировали (согласно существующей методике А.И. Цейко, 1976) по степени развития для различного уровня нагрузки: от 20 до 30 побегов на куст. Побеги подразделились на категории: слабые – до 50 см длиной, средние (нормальные) – 51-100 см, сильные – 101-150 см и выше (в т.ч. имеющие избыточный рост). Полевые опыты были проведены в плодоносящих насаждениях винограда сортов Августин и Молдова при схеме размещения растений 3,0x2,5 м. Агробиологические учеты проводили в полевых условиях в сезонной динамике развития винограда. В результате анализа было установлено, что основная масса урожая формировалась на средних по силе роста побегах (от 51 до 100 см) во всех вариантах опыта, не зависимо от степени нагрузки кустов побегами. В контрольном варианте при нагрузке от 20 до 30 побегов на куст средние по силе роста побеги обеспечивали от 54,5 до 56,4 % общего урожая. На долю слабых побегов (≤ 50 см длиной) при нагрузке 30 побегов на куст

приходилось 14,1 %, 25 побегов на куст – 16,4 % и 20 побегов на куст 16,6 % общего урожая с одного куста, на долю сильных побегов (101-150 см длиной и выше) – соответственно 29,5, 28,9 и 30,3 %.

Таблица 4.5 – Продуктивность различных по силе роста побегов, развившихся на кусте при нагрузке 30 шт./куст в связи с применением некорневых обработок агрохимикатами, кг с одного куста

Применяемые агрохимикаты	Сорт винограда Августин			Сорт винограда Молдова		
	Побеги длиной до 50 см	Побеги длиной 51-100 см	Побеги длиной 101-150 см и выше	Побеги длиной до 50 см	Побеги длиной 51-100 см	Побеги длиной 101-150 см и выше
Контроль, без обработок агрохимикатами	1,1	4,4	2,3	1,3	5,6	4,0
Органоминеральный комплекс на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ	1,3-1,5	5,5	3,0-3,6	1,5-1,6	7,4-8,5	4,5-5,9
Комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов	1,3	5,4	4,0	1,5	7,4	4,8
Органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы	1,0-1,3	5,6-5,8	3,1-3,7	1,5-2,8	6,9-7,1	3,8-4,2

На фоне применения некорневых обработок растений водными растворами агрохимикатов при нагрузке кустов побегами от 20 до 30 шт./куст побеги средней длины обеспечивали от 55,1 до 59,7 % общего урожая с учетного куста в зависимости от состава препаратов, превысив показатели контрольного варианта. На долю слабых побегов приходилось от 10,0 до 14,5 % общего урожая с одного куста, на долю сильных – от 28,4 до 34,0 %.

Таким образом, системные некорневые обработки растений агрохимикатами способствовали максимальному усилению репродуктивной функции определенной категории побегов, формирующих в процентном отношении основную массу уро-

жая винограда. Результаты анализа 4^х-летних экспериментальных данных подтверждают выявленную ранее в полевых опытах тенденцию, что наибольшую часть урожая (более 55%) формируется на побегах средней силы роста у сортов винограда Надежда АЗОС, Шардоне Мильстрим, Каберне-Совиньон, Шардоне, Бианка и др. в природных зонах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов РФ.

Важными показателями эффективности некорневой подкормки растений, характеризующими уровень продуктивности побегов и кустов винограда, в целом являются расчетные коэффициенты плодоношения (К1) и плодоносности (К2) побегов. Коэффициенты позволяют также оценить устойчивость растений по уровню развившихся из зимующих глазков побегов на фоне некорневых обработок и количество соцветий на один плодоносный побег – сортовой признак и реакцию сорта на агроприем (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Продуктивность побегов при различной нагрузке на куст и применении агрохимикатов полифункционального действия

Применяемые агрохимикаты	Сорт винограда Августин			Сорт винограда Молдова		
	К1	К2	Продуктивность побега, г	К1	К2	Продуктивность побега, г
	20 побегов на куст					
Контроль, без обработок агрохимикатами	1,10	1,29	451,0	1,15	1,28	511,8
Органоминеральный комплекс на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ	1,26	1,47	597,8	1,22	1,42	724,4
Комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов	1,29	1,50	617,0	1,29	1,42	636,0
Органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы	1,26	1,48	588,8	1,27	1,53	712,7
	25 побегов на куст					
Контроль, без обработок агрохимикатами	1,04	1,24	407,7	1,08	1,29	428,8
Органоминеральный комплекс на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ	1,23	1,36	558,4	1,28	1,48	712,8
Комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов	1,27	1,43	594,4	1,27	1,43	580,4

Применяемые агрохимикаты	Сорт винограда Августин			Сорт винограда Молдова		
	K1	K2	Продуктивность побега, г	K1	K2	Продуктивность побега, г
Органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы	1,21	1,37	547,4	1,20	1,40	607,0
	30 побегов на куст					
Контроль, без обработок агрохимикатами	1,09	1,35	404,4	1,16	1,33	426,9
Органоминеральный комплекс на основе монокалийфосфата и лимонной кислоты, содержащий биогенные элементы, ПАВ	1,20	1,40	522,1	1,18	1,50	622,0
Комплекс макро-, мезо- и хелатированных микроэлементов	1,16	1,37	527,8	1,33	1,48	598,5
Органоминеральные комплексы различных марок, содержащие в своем составе экстракт морских водорослей, аминокислоты, полисахариды, цитокинины, макро- и микроэлементы	1,16	1,44	509,6	1,19	1,46	590,0

Анализируя данные таблицы 4.6, можно обоснованно утверждать, что прием системного использования агрохимикатов полифункционального действия в определенные фазы развития растений является достаточно эффективным при различной нагрузке кустов побегами. При этом расчетные данные, приведенные в таблице, позволяют охарактеризовать сортовую реакцию растений винограда на приемы нормирования нагрузки кустов побегами и некорневые обработки агрохимикатами. При нагрузке побегами кустов винограда сорта Августин 20, 25 и 30 шт./куст показатель продуктивности побега (ПП) был максимальным на фоне применения минерального питательного комплекса, содержащего макро-, мезо и микроэлементы (увеличение соответственно на 36,8, 45,8 и 30,5 %), а у сорта Молдова – на фоне применения органоминерального комплекса на основе монокалийфосфата, лимонной кислоты и биогенных элементов (увеличение соответственно на 41,5, 66,2 и 45,7 %). Таким образом, возможно варьирование составами и марками препаратов в процессе разработки системы применения некорневых обрабо-

ток растений питательными смесями в конкретных почвенно-климатических условиях для определенных конструкций ампелоценозов в целях повышения продуктивности.

В условиях дерново-карбонатных почв Черноморской зоны виноградарства края применение гуминовых адаптогенов в течение ряда лет также обеспечивало рост продуктивности побегов на фоне негативного действия физических факторов (поздnezимние перепады температуры воздуха, продолжительные засуха, суховеи, повышенная температура воздуха и солнечная инсоляция, дефицит почвенной влаги в летний период).

В полевых опытах, расположенных в границах промышленных плодоносящих насаждений ООО «Абрау-Дюрсо», системно обрабатывали растения водными растворами высокоэффективных препаратов, содержащих в своем составе гуминовые и фульвокислоты, стимулирующие защитную функцию растений от стресс-факторов за счет усиления метаболизма, активации гормонов, дыхательной функции, экономии энергетического ресурса и др., а также фитогормоны, органические кислоты, 0,27 % азота, 8 % калия, 0,18 % фосфора, 2,7 % серы.

Препарат применяли 3^х-кратно (I тур – за 10 дней до начала цветения; II тур – размер ягоды «горошина»; III тур – за две недели до начала созревания ягод) в дозах 400 г (I тур обработки) и 800 г (II и III туры обработки) на 1000 и 2000 л/га рабочего раствора соответственно.

По результатам 3^х-летних исследований было выявлено преимущество варианта с применением гуминового адаптогена, оказавшего положительное влияние на продуктивность побегов винограда (табл. 4.7).

Таблица 4.7 – Продуктивность побегов винограда при применении гуминового адаптогена (средние данные за 3 года) в почвенно-климатических условиях ООО «Абрау-Дюрсо»

Варианты	Сорт винограда Мерло			Сорт винограда Каберне Совиньон		
	K1	K2	Прод-ть побега, г	K1	K2	Прод-ть побега, г
Контроль, без обработок адаптогеном	0,90-0,91	1,08-1,11	88,2-100,3	0,93-1,03	1,04-1,23	85,6-119,9
Некорневые обработки растений гуминовым адаптогеном	1,00-1,03	1,10-1,17	114,2-125,0	1,03-1,31	1,18-1,50	113,0-160,5

Использование препарата в агроэкологических условиях Темрюкского района Краснодарского края для некорневых обработок винограда столовых сортов Августин и Молдова подтвердили выявленную тенденцию (табл. 4.8).

Таблица 4.8 – Продуктивность побегов винограда при применении гуминового адаптогена (средние данные за 3 года) в почвенно-климатических условиях Темрюкского района (АФ «Южная», отд. «Прогресс»)

Варианты	Сорт винограда Августин			Сорт винограда Молдова		
	K1	K2	Продуктивность побега, г	K1	K2	Продуктивность побега, г
Контроль, без обработок адаптогеном	0,95-1,23	1,00-1,45	435,4-438,9	0,96-1,31	1,04-1,48	428,2-507,0
Некорневые обработки растений гуминовым адаптогеном	1,00-1,46	1,09-1,64	581,6-636,6	1,04-1,48	1,08-1,72	586,6-623,1

Применяемое в плодоносящих насаждениях винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон в ООО «Абрау-Дюрсо» в течение 2-х лет биоудобрение (эффлюент), содержащее в своем составе гуминовые и фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны, регуляторы роста, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты, ежегодно, стабильно обеспечивало рост уровня плодоношения растений при нормируемом количестве побегов на куст во всех вариантах опыта (табл. 4.9).

Таблица 4.9 – Продуктивность побегов винограда при применении биоудобрения и нормировании нагрузки кустов побегами (36 шт./куст), средние данные

Варианты	Сорт винограда Мерло		Сорт винограда Каберне Совиньон	
	K1	Продуктивность побега, г	K1	Продуктивность побега, г
Контроль, без обработок адаптогеном	0,92	105,5	0,89	87,8
Некорневые обработки растений эффлюентом	0,98	126,8	0,95	100,6

Таким образом, коэффициент плодоношения побегов закономерно повышался при системном применении агрохимикатов различных составов полифункционального действия. При этом действие препаратов проявлялось в различной степени в зависимости от состава агрохимиката и биологических особенностей сорта винограда.

4.5 Динамика хозяйственного урожая винограда в зависимости от применяемых агрохимикатов

Сбалансированная, основанная на биологических особенностях развития и формирования урожая винограда система применения агрохимикатов в ампелоценозах некорневым способом способствует получению стабильной, экономически целесообразной хозяйственной продуктивности растений соответствующего качества, регламентированного нормативными документами [76, 79, 123, 184, 185]. Ретроспективный анализ опубликованных в литературных источниках экспериментальных данных исследователей свидетельствует о различной эффективности приема некорневой обработки растений винограда водными растворами агрохимикатов направленного действия (в том числе в составе баковых смесей с СЗР). Так, П.П. Радчевский, И.А. Кулько, Н.В. Матюзок, А.Н. Артамонов, И.А. Чурсин (2010, 2014, 2015) выявили положительное влияние комплексного препарата, содержащего в основе *монокалийфосфат и лимонную кислоту, а также биогенные элементы* и ПАВ, применяемого в сочетании с регулятором роста, на урожайность винограда сортов Цитронный Магарача, Шардоне, Саперави и др. в условиях Темрюкского района Краснодарского края (ЗАО «Победа»). Авторы отмечают комплексное воздействие на репродуктивную функцию растений препаратов: стимулирование ростовой активности и усиление потребления минеральных элементов, обеспечивающее рост хозяйственной продуктивности винограда. При этом исследователи, рассматривают прием совместного применения препаратов как перспек-

тивный для внедрения в производство, но требующий дальнейшего изучения и всестороннего биологического обоснования эффективности на основании различной реакции сортов на дозы, сроки и кратность применения обработок.

В наших исследованиях на черноземе южном Темрюкского района (2008-2010 гг., ОАО АФ «Кубань») применение препарата, содержащего монокальцийфосфат, лимонную кислоту, биогенные элементы и ПАВ (Фертивант) осуществляли 3^х-кратно (доза 3 кг/га) в основные фазы вегетации винограда. Кроме того, схемой полевого опыта был предусмотрен вариант с 2-кратным применением обработки растений комплексом: препарат (3 кг/га) в сочетании с борным удобрением (1 л/га, 15 %-ная жидкая препаративная форма удобрения) – однократно (перед цветением). Обоснование применения комплекса агрохимикатов перед цветением – физиологическая роль бора в растении: усиление углеводного обмена и притока сахаров к репродуктивным органам. В период проведения эксперимента негативное действие абиотических факторов (2008 г. – градобитие, повредившее побеги, листья, грозди; 2010 г. – критически низкие температуры воздуха в зимний период – от -22,8 до -33,2 °С) явилось причиной повреждения побегов и многолетней древесины – рукавов и штамбов кустов, снижению продуктивности винограда.

По итогам эксперимента, выявившего эффективность системных некорневых обработок растений агрохимикатов в условиях экстремальных погодных явлений, было установлено, что при различной нагрузке кустов побегами – от минимальной 20 шт./куст до максимальной 30 шт./куст – препараты способствовали реализации резервных адаптивных возможностей растений винограда сортов Августин и Молдова на фоне стресса. Хозяйственная урожайность винограда значительно превышала показатели контрольного варианта (без обработок препаратами) (рис. 4.16, 4.17).

В среднем за 3 года при различной нагрузке кустов побегами обработка винограда агрохимикатами обеспечила прибавку урожая в размере от 2,4 до 3,7 т/га. В варианте без добавления в питательный раствор борного удобрения максимальная прибавка урожая у сорта винограда Августин определена при минимальной и

максимальной нагрузке кустов побегами. У сорта винограда Молдова максимальная прибавка урожая была получена в варианте с 3^х-кратным применением препарата и составляла в среднем за 3 года при нагрузке кустов побегами 20 шт./куст – 3,1 т/га, 25 шт./куст – 4,5 т/га, 30 шт./куст – 5,1 т/га. Однократное применение борного удобрения в составе комплексного препарата в данных условиях не способствовало существенному росту урожайности в сравнении с трехкратным применением агрохимиката на основе монокалийфосфата, что предполагает увеличение кратности использования борсодержащего препарата. Об эффективности 3^х-кратного применения борного удобрения в дозах от 1 до 4 л/га свидетельствуют данные исследований О.О. Луниной, М.Б. Пановой, А.А. Лукьянова, проведенные в Черноморской зоне на винограде сорта Августин в 2014-2015 гг.

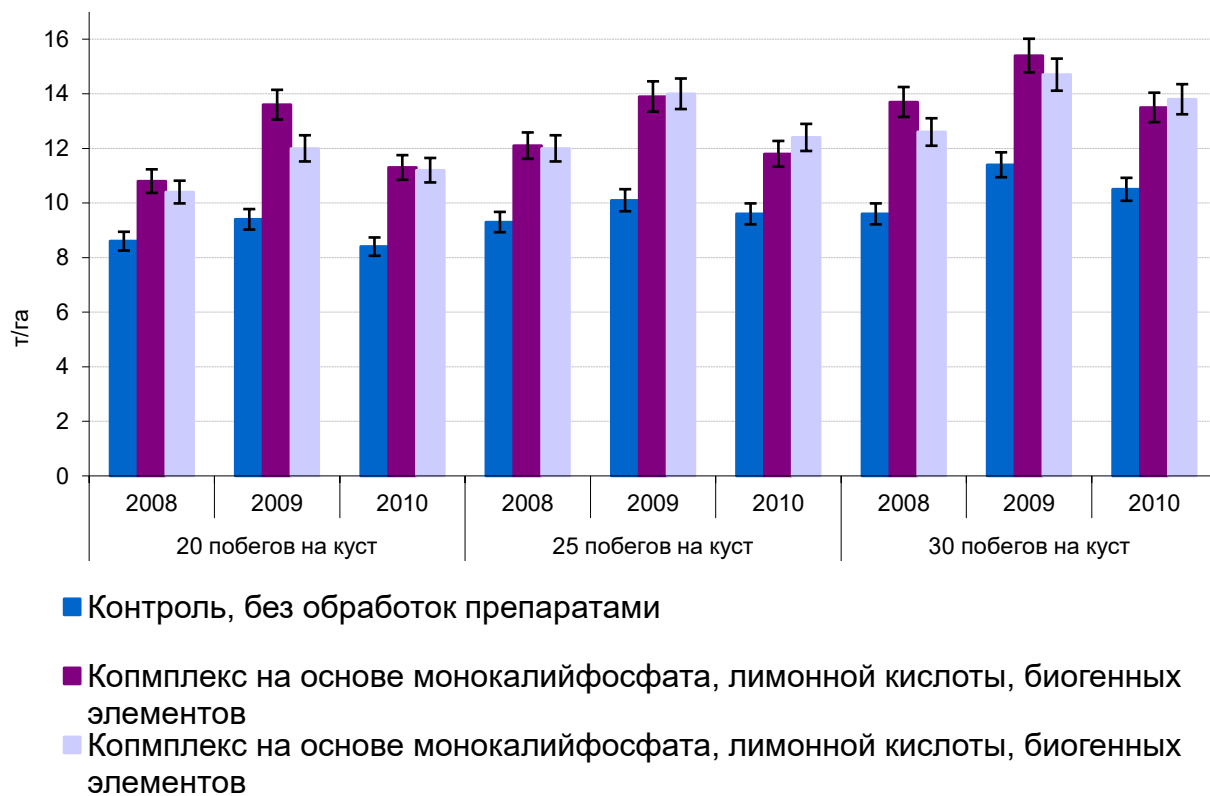


Рисунок 4.16 – Динамика урожайности винограда сорта Августин при применении агрохимикатов полифункционального действия (на фоне влияния абиотических стрессов)

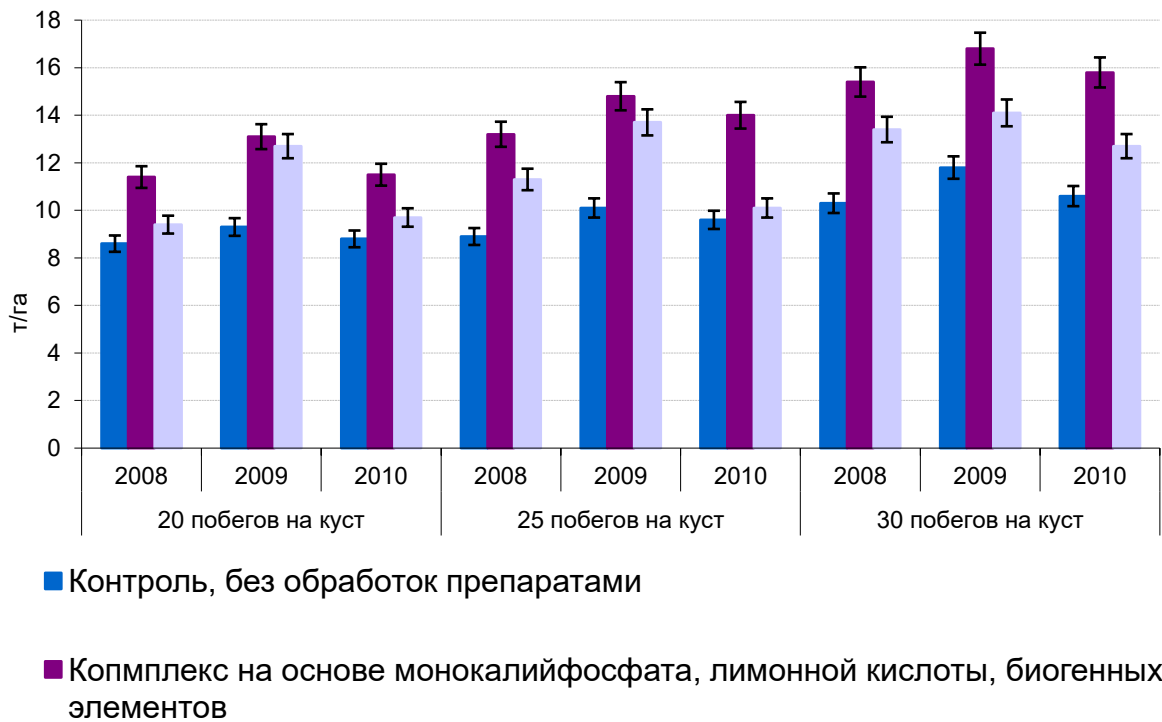


Рисунок 4.17 – Динамика урожайности винограда сорта Молдова при применении агрохимикатов полифункционального действия (на фоне влияния абиотических стрессов)

В 2008-2015 гг. нами была изучена динамика урожайности винограда на фоне некорневых обработок растений *специальными безбалластными минеральными комплексами различных препаративных форм*, содержащими макро-, мезо- и хелатированные ЭДТА и ОЭДФ микроэлементы. Полевые опыты были заложены в условиях Черноморской зоны Краснодарского края (пос. Абрау-Дюрсо) на дерново-карбонатных почвах и на черноземе южном (АФ «Южная»).

Применяемый в течение трех лет трехкратно в дозе 3 кг/га в плодоносящих насаждениях винограда сортов Августин и Молдова АФ «Южная» универсальный химически чистый минеральный комплекс (мелкокристаллическая препаративная форма), содержащий основные минеральные элементы в соотношении N20P20K20, а также хелатированные ЭДТА микроэлементы, ежегодно способствовал существенному росту урожайности растений в сравнении с контрольным вариантом (рис. 4.18). Тенденция сохранялась независимо от уровня нагрузки кустов побегами.

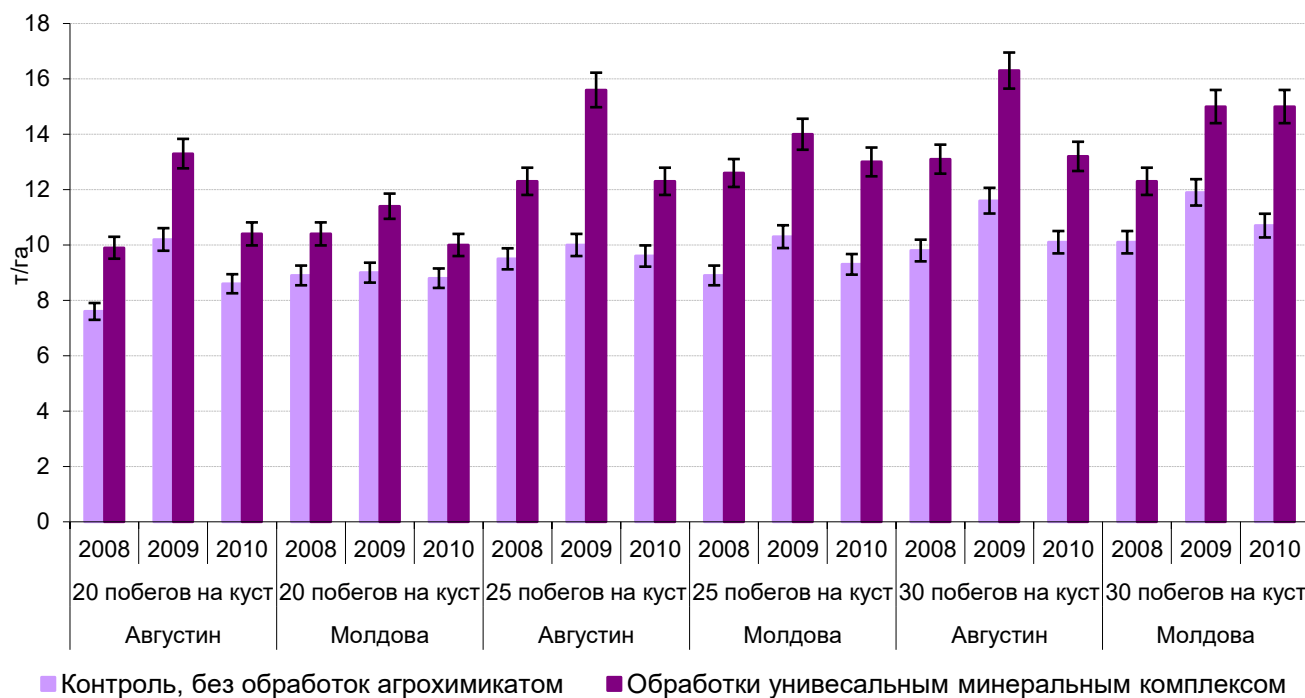


Рисунок 4.18 – Динамика хозяйственной продуктивности растений винограда на фоне применения некорневым методом универсального минерального комплекса

Системное ежегодное применение в полевом опыте специального комплексного минерального удобрения (жидкая препаративная форма), содержащего в своем составе N10P20K20, Mg, S, а также хелатированные ОЭДФ микроэлементы (B, Se, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co) в Анапском районе на сорте Рислинг обеспечивало рост урожайности растений в среднем на 19,1-36,4 % в сравнении с вариантом без обработок винограда питательным раствором. В 2012-2015 гг. при нормировании нагрузки кустов побегами (30 шт./куст) агрохимикат вносили по схеме: в дозах 1 и 2 л/га трехкратно, до цветения, в период активного роста ягод и за две недели до созревания урожая; в дозе 3 л/га двукратно, в период активного роста ягод и за две недели до созревания урожая. Максимальный эффект в сравнении с контрольным вариантом был получен при 3^х-кратном применении препарата в дозе 2 л/га, что, вероятно, связано с оптимизацией режима питания растений в летний период закладки генеративных органов. Использование агрохимиката в черноморской агроэкологической зоне возделывания винограда на дерново-карбонатной почве (ООО «Абрау-Дюрсо») в 2015-2017 гг. также было наиболее эффективно при 3^х-кратном применении [158]. В насаждениях винограда сортов Мерло и Шардоне

специальное удобрение вносили некорневым способом перед цветением (2 л/га), в фазе образования ягод (1 л/га) и за 20 дней до уборки урожая (2 л/га). Прибавка урожая в сравнении с контрольным вариантом составляла от 19,4 до 30,2 % (рис. 4.19).

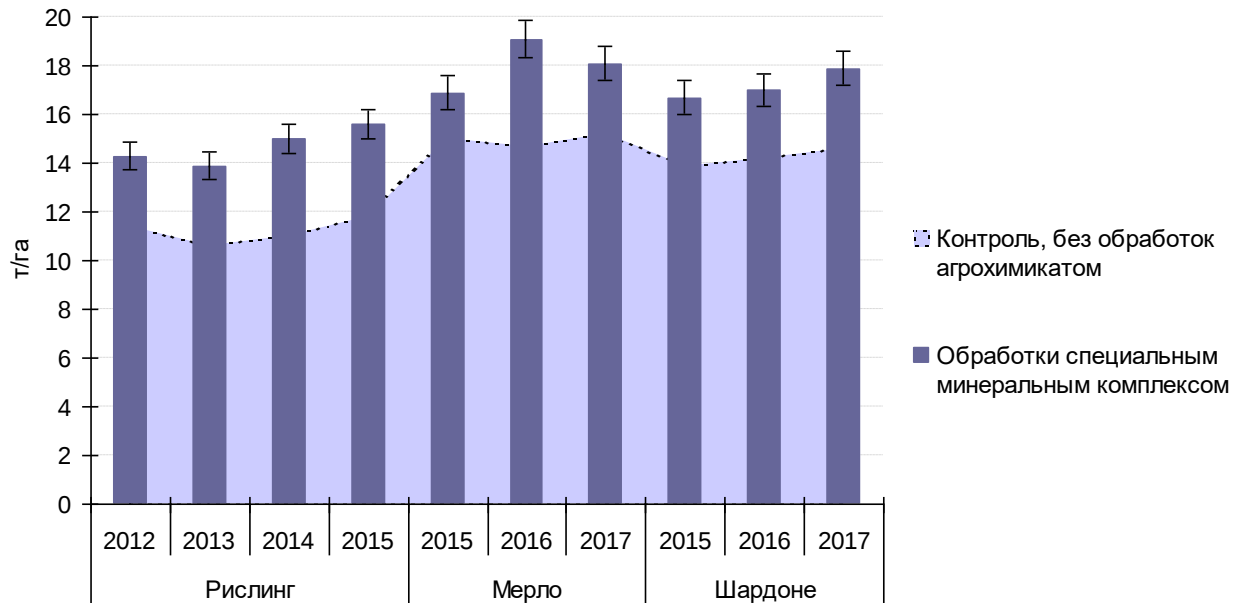


Рисунок 4.19 – Динамика урожайности винограда при применении некорневых обработок специальным минеральным комплексом

Об эффективности **биоминеральных** препаратов, способствующих росту хозяйственной продуктивности растений винограда свидетельствуют результаты экспериментальных исследований С.В. Левченко, Е.В. Остроуховой, В.А. Бойко и др. (2016), применявших некорневым методом в ампелоценозах Республики Крым комплексный биоминеральный препарат-адаптоген, основным действующим веществом которого является естественный биополимер из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* в сочетании с минеральными элементами, стабилизирующими и усиливающими эффект его действия (различные соединения азота, фосфора, калия), а также хвойный экстракт. Препарат применяли в дозе 200 мл/га 4^х-кратно: в период роста побегов и соцветий, перед цветением, в начале роста и формирования ягод и за месяц до уборки урожая. Было установлено, что в варианте с применением препарата урожайность винограда сорта Каберне Совиньон возросла более чем на 10 % в сравнении с контрольным вариантом (без некорневых обрабо-

ток биоминеральным препаратом) [163]. Аналогичный эффект был получен исследователями на фоне применения регулятора роста на основе синтетического фитогормона силатран в соединении с кремнием при снижении нагрузки на почву и растения средств защиты растений на 30-50 %. Эффективность кремнийсодержащего биостимулятора отмечалась также М.А. Тихоновой, Р.Р. Салимовой, М.А. Пановой (2018), выявивших действие препарата на репродуктивную функцию растений винограда в условиях Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства ВСТИСП.

В опытах с удобрениями в амелоценозе, проведенных Ш.Б. Байрамбековым, Б.Н. Кумашевой (2016), было использовано органоминеральное удобрение на основе бурой водоросли, содержащее также макро-, мезо- и микроэлементы (Fe, Mn, Cu, B, Zn, Mo, Co, I, Si и др.), белки, аминокислоты, углеводы, витамины, органические кислоты, ферменты, стимуляторы роста. В результате полученных экспериментальным путем данных исследователи отмечают высокую эффективность агрохимиката, обеспечившего существенный рост урожайности винограда.

Наши исследования динамики хозяйственной продуктивности растений винограда в 2008-2010 и 2016-2018 гг. в условиях южных черноземов (Темрюкский р-н) и дерново-карбонатных почв (Черноморская зона виноградарства, ООО «Абрау-Дюрсо», г. Новороссийск) были связаны преимущественно с системным использованием органоминеральных комплексов, содержащих активные компоненты экстрактов морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, свободные аминокислоты, макро- и мезоэлементы, сбалансированную смесь хелатированных микроэлементов. В период проведения экспериментов периодически наблюдались температурные минимумы на ранних этапах весеннего развития растений винограда, чередования продолжительного выпадения атмосферных осадков в период цветения, сопровождающегося частичным осыпанием цветков и изреженностью гроздей, суховеи и засухи в период роста и созревания ягод. В этих условиях проводимые ежегодно агробиологические учеты позволили выявить значительное преимущество вариантов с применением некорневых обработок растений винограда

группы сортов: при ежегодном нормировании нагрузки кустов побегами рост урожайности достигался за счет более высокого уровня эмбриональной плодородности глазков, снижения осыпания цветков, увеличения плотности и, соответственно, массы грозди (рис. 4.20, 4.21).

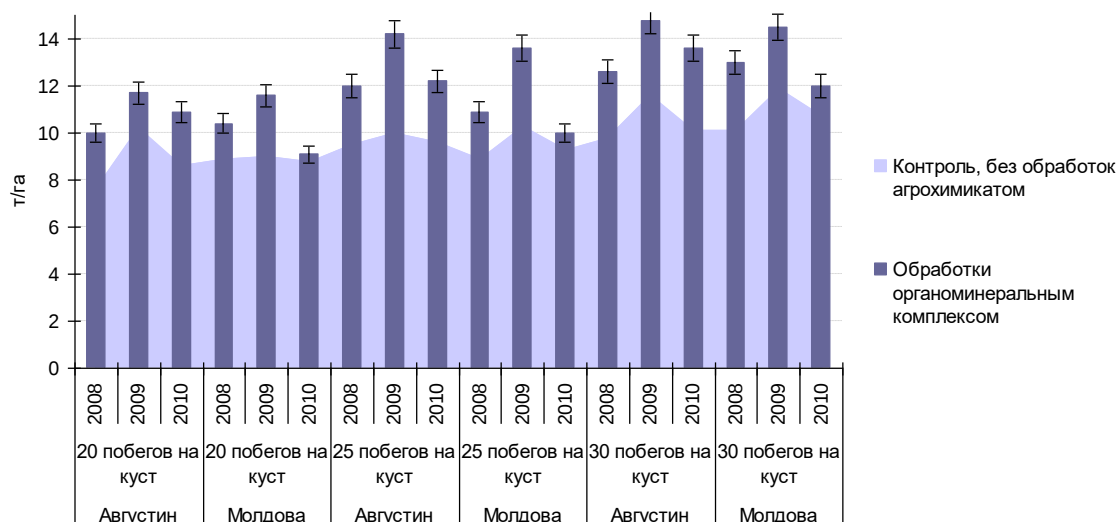


Рисунок 4.20 – Динамика урожайности винограда на фоне применения органоминерального комплекса на основе морских водорослей с добавлением аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов, аминокислот, цитокининов (3^х-кратно в дозе 1 л/га)

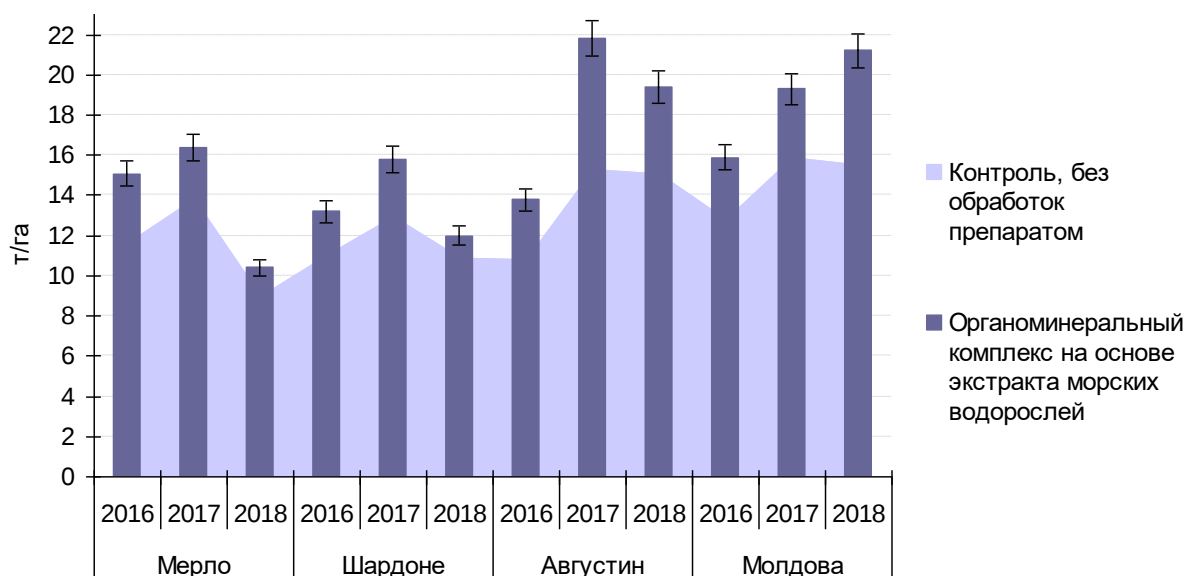


Рисунок 4.21 – Динамика урожайности винограда на фоне применения органоминерального комплекса, содержащего активные компоненты экстрактов морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, свободные аминокислоты, макро- и мезоэлементы, сбалансированную смесь хелатированных микроэлементов (пятикратно в дозе 2 л/га)

Анализируя данные исследований за ряд лет, выявлена различная сортовая реакция винограда на применяемые органоминеральные агрохимикаты. Максимальная суммарная прибавка урожая в сравнении с вариантом «контроль» в условиях Темрюкского района в 2008-2010 гг. была получена в насаждении винограда сорта Августин – 7,8 и 9,5 т/га при нагрузке кустов побегами соответственно 25 и 30 шт./куст. В 2016-2018 гг. тенденция сохранялась. Суммарный дополнительный урожай составил 13,8 т/га. В условиях дерново-карбонатных почв (ООО «Абрау-Дюрсо») максимальная суммарная прибавка урожая в варианте с обработками растений органоминеральным питательным комплексом в 2016-2018 гг. выявлена в насаждении винограда сорта Мерло – 7,5 т/га.

Использование в биологизированной системе некорневых подкормок винограда *адаптогенов гуминовой природы* для изучения влияния биоудобрений на генеративную функцию растений связано с широким спектром действия биологически активных компонентов препаратов. Подтверждением этому являются опубликованные результаты экспериментальных исследований эффективности в ампелоценозах лигногуматов различных марок, проведенные в насаждении сорта Саперави Р.В. Кравченко, П.П. Радчевским (2015), М.А. Тихоновой, Р.Р. Салимовой, М.А. Пановой на виноградниках Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства ВСТИСП (2018) и др.

Наши исследования влияния гуминового адаптогена, в основе которого соли гуминовых веществ и фульвокислот, а также комплекс органических кислот растительного происхождения (янтарная, фумаровая, малеиновая), микроколичества фитогормонов, усиливающие прецизионность действия препарата были проведены в 2019-2021 гг. в условиях Черноморской зоны виноградарства (ООО «Абрау-Дюрсо» и АФ «Южная») [154, 162]. Стабильное ежегодное существенное превышение уровня урожайности на фоне 3^х-кратной обработки растений водными растворами препарата в сравнении с контрольным вариантом (без обработок гуминовым адаптогеном) характеризует его комплексное действие на физиологическую устойчивость и активацию продуктивной функции винограда группы сортов (рис. 4.22).

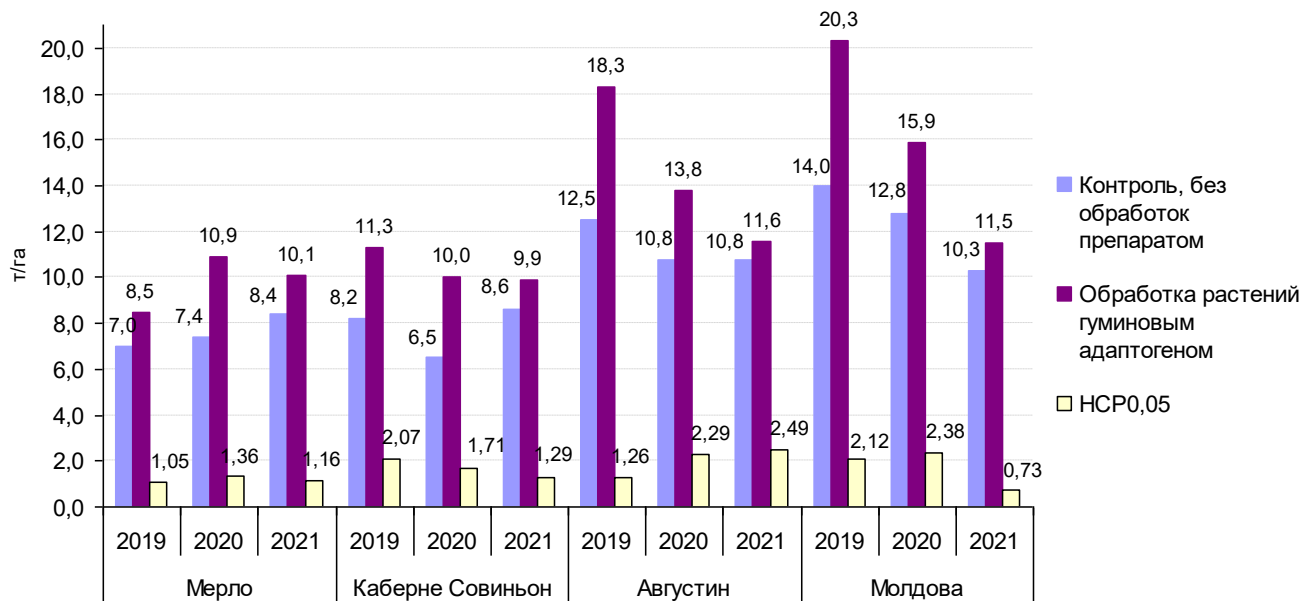


Рисунок 4.22 – Динамика урожайности винограда группы сортов на фоне некорневых обработок растений водными растворами гуминового адаптогена

Эффективность гуминовых препаратов в ампелоценозе по критерию «хозяйственная продуктивность» была подтверждена нашими исследованиями в 2022-2023 гг. в полевом опыте по применению *биоудобрения*-эффлюента некорневым способом. Растения винограда сортов Мерло и Каберне Совиньон 3^х-кратно обрабатывали водными растворами препарата на основе эффлюента, содержащего гуминовые и фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны, регуляторы роста, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты. На фоне негативного действия абиотических факторов среды урожайность винограда стабильно превышала значения показателя в контрольном варианте (рис. 4.23). Проведенные исследования позволили также выявить наиболее экономически целесообразную дозу внесения эффлюента, установить реакцию сортов на некорневые обработки препаратом.

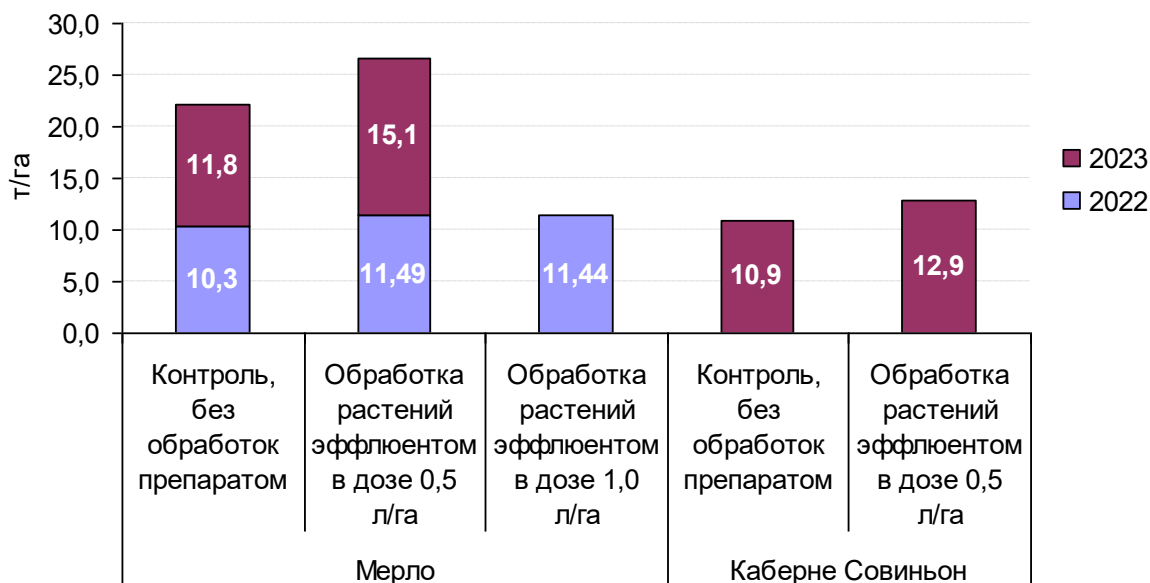


Рисунок 4.23 – Урожайность винограда при применении эффлюента некорневым методом

Таким образом, результаты многолетних исследований позволили получить представление о закономерностях и существенных корреляционных связях компонентов агроэкосистемы «почва-среда-растение-урожай». Выявленное комплексное регуляторное воздействие на адаптивную и генеративную функцию растений винограда агрохимикатов полифункционального действия, в том числе в сочетании с нормированием нагрузки растений побегами, явилось основой для создания принципиальной схемы повышения устойчивости и продуктивности растений винограда (рис. 4.24), способствующей совершенствованию системы применения агрохимикатов, обеспечивающей стабилизацию функционирования ампелоценозов в изменяющихся условиях климата.

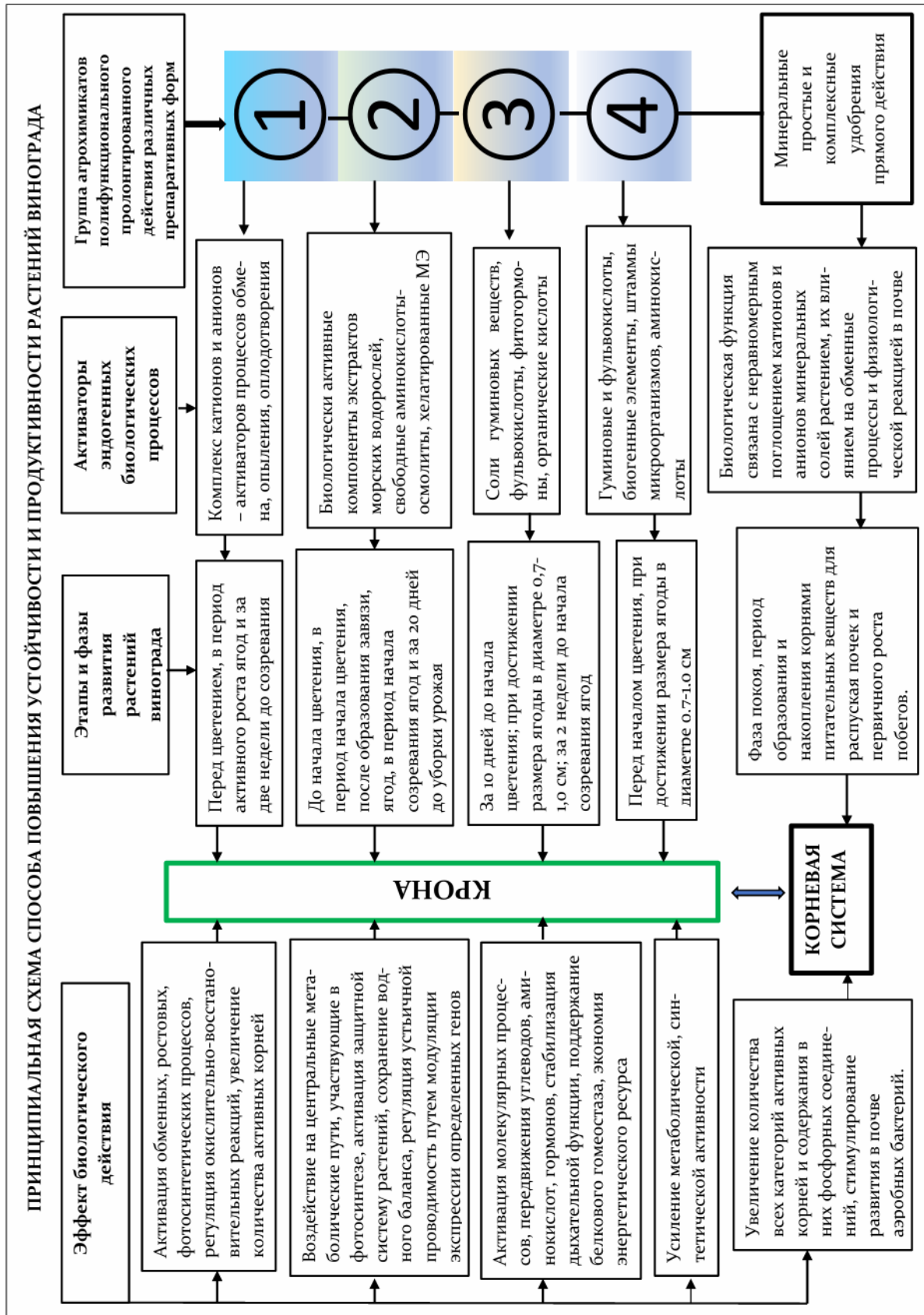


Рисунок 4.24 – Блок-схема (алгоритм) повышения устойчивости и продуктивности насаждений винограда

ГЛАВА 5 КАЧЕСТВО УРОЖАЯ И ВИНМАТЕРИАЛОВ

5.1 Основные показатели (товарного) качества винограда (в стадии съемной зрелости)

Товарную обработку урожая ежегодно, в стадии съемной зрелости винограда и дегустационную оценку отобранных образцов осуществляли в полевых и лабораторных условиях, руководствуясь соответствующими методиками и ГОСТами. Для транспортировки образцов использовали ящики из гофрированного картона, соответствующие ГОСТ 9142-90 (рис. 5.1), которые маркировали с указанием сорта, варианта, повторности, срока отбора, места отбора.



Рисунок 5.1 – Отбор образцов винограда на примере сорта Мерло с каждой делянки опыта для товарной обработки при уборке урожая (ООО «Абрау-Дюрсо», 2017 г.)

Для взвешивания отобранных образцов в полевых условиях (масса грозди, масса 1000 ягод) использовали поверенные измерительные приборы, установленные на стационарных специально подготовленных площадках, не допуская погрешности измерений. Для товарной обработки и химических анализов отбирали

только здоровые, соответствующие стадии зрелости грозди без признаков заболеваний и излишней внешней влажности (от росы, дождя, вытекающего сока).

Предварительно, перед отбором образцов осуществляли в динамике визуальную оценку однородности ягод, состояния, плотности, нарядности формирующейся грозди и созревающего винограда. Основываясь на многолетних экспериментальных данных, можно констатировать высокую эффективность применяемых агрохимикатов полифункционального действия, способствующих снижению количества горошащихся и больных ягод, значительному снижению процента этих показателей по отношению к «контролю». Так, в полевом опыте по изучению эффективности **органоминеральных комплексов**, содержащих активные компоненты экстрактов морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, свободные аминокислоты, макро- и мезоэлементы, сбалансированную смесь хелатированных микроэлементов были выявлены значительные различия между вариантами по критерию «плотность грозди». В опытных вариантах грозди были более плотные за счет увеличения размера ягод (рис. 5.2).

В период уборки урожая винограда в ОАО «Абрау-Дюрсо» и в Темрюкском районе было определено, что масса грозди в варианте с применением **органоминерального комплекса** ежегодно значительно превышала показатель в контрольном варианте преимущественно за счет более высокой плотности сформировавшихся гроздей (рис. 5.3). Результаты наших исследований согласуются с данными, полученными Левченко С.В., Остроуховой Е.В., Бойко В.А. и др. (2016), при применении некорневым способом в ампелоценозах Республики Крым комплексного **биоминерального комплекса**, основным действующим веществом которого является естественный биополимер из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* в сочетании с минеральными элементами: масса грозди превышала показатель в контрольном варианте в среднем на 4,1 % при существенном росте урожайности винограда сорта Каберне Совиньон.

Выявленный характер влияния органоминерального препарата на основе экстракта морских водорослей на товарные качества винограда явился подтвержде-

нием установленного нами ранее (2008-2010 гг.) воздействия агрохимикатов на основные показатели качества урожая при применении в ампелоценозе препаратов различных составов в условиях Черноморской зоны виноградарства на черноземе южном (рис. 5.4). Было выявлено, что во всех вариантах с различной нагрузкой кустов побегами на фоне обработок растений препаратами различных составов и препаративных форм количество горошащихся ягод значительно снижалось. У винограда сорта Августин минимальное количество некондиционных ягод было в варианте с применением агрохимиката на основе **монокалийфосфата** в сочетании с борным удобрением (6,5-6,9 %).



А



Б

Рисунок 5.2 – Плотность грозди винограда сорта Августин в контрольном варианте (А) и на фоне применения некорневых обработок растений органоминеральными удобрениями (Б), Темрюкский р-н

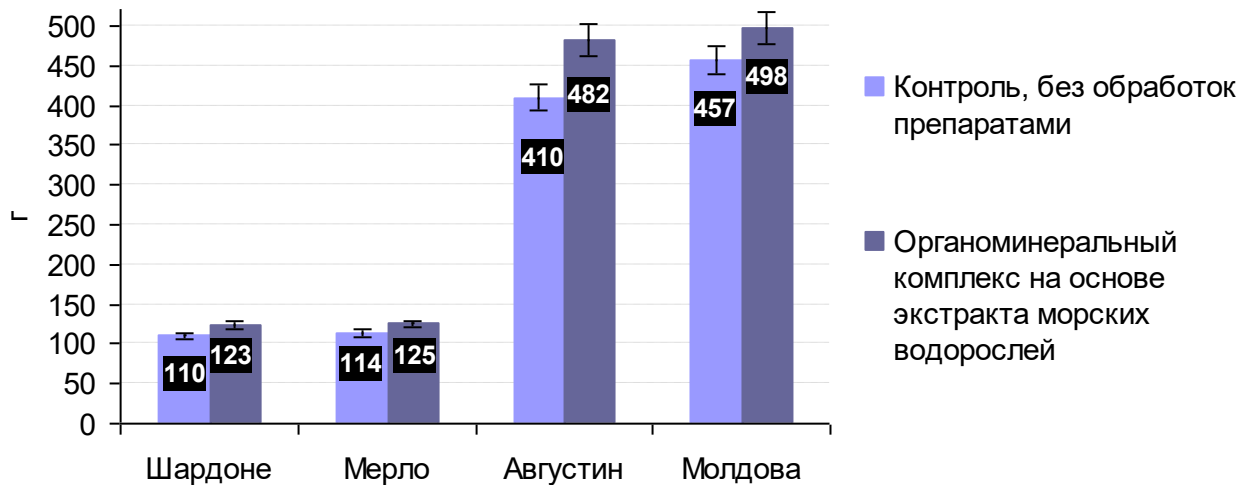


Рисунок 5.3 – Масса грозди винограда в связи с применением органоминерального комплекса (средние данные за 3 года)

На фоне обработок растений **универсальным минеральным комплексом** количество некондиционных ягод составляло 4,9-8,6 %, **биоминеральным комплексом** – 7,9-14,7 %, что оказалось значительно ниже показателя в контрольном варианте. Тенденция сохранялась при обработках препаратами растений винограда сорта Молдова. На фоне применения агрохимиката на основе **монокалийфосфата** в сочетании с борным удобрением количество некондиционных ягод составляло 7,4-8,5 %, **универсальным минеральным комплексом** – 4,7-8,7 %, **биоминеральным комплексом** – несколько выше, 12,1-14,5 %.

При применении агрохимикатов полифункционального действия различных составов масса 1000 ягод была значительно выше, чем в контрольном варианте. У растений винограда сорта Августин применение некорневых обработок растений агрохимикатами способствовало увеличению показателя на 3-35 %; у сорта Молдова – на 11-38 % в сравнении с «контролем». При максимальном увеличении показателя (на фоне обработок растений монокалийфосфатом) масса 1000 ягоды составляла у сорта Августин 4302-4806 г. У винограда сорта Молдова на фоне применения монокалийфосфата+борное удобрение масса 1000 ягод составила в среднем 5242 г, что на 38,8 % превысило массу 1000 ягод в контрольном варианте.

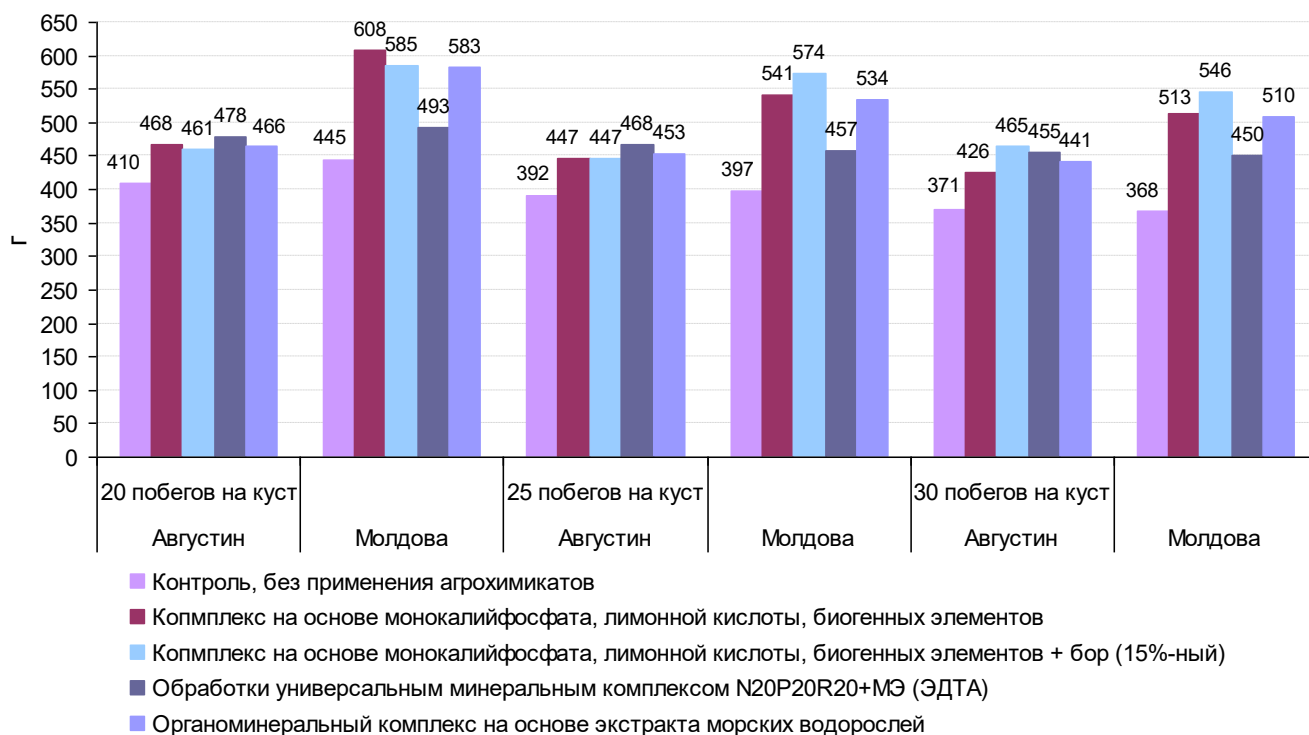


Рисунок 5.4 – Масса грозди винограда в связи с применением агрохимикатов полифункционального действия при различной нагрузке кустов побегами (средние данные за 3 года, трехкратное применение агрохимикатов)

Максимальная дегустационная оценка винограда сорта Августин была получена в варианте с обработками растений водными растворами препаратов на основе **монокальцийфосфата** – 8,3 балла. При применении **универсального минерального комплекса** – 8,2 балла (при нагрузке кустов побегами 25 шт./куст). Наиболее высокие дегустационные оценки винограда сорта Молдова были у образцов, отобранных на вариантах с обработками растений **монокальцийфосфатом** – 8,0 и **универсальным минеральным комплексом** – 7,9. Несколько ниже оказалась дегустационная оценка образцов в варианте с применением **биоминерального комплекса** на основе морских водорослей – 7,3 балла.

Об эффективности агрохимиката на основе **монокальцийфосфата** в сочетании с лимонной кислотой, содержащего сбалансированное соотношение биогенных элементов и ПАВ, свидетельствуют также результаты экспериментов П.П. Радчевского, В.А. Черкунова, проведенные ранее в насаждениях винограда сорта Каберне

Совиньон (ЗАО «Победа», АФ «Мирный», АФ «Южная»). В процессе товарной обработки урожая авторами выявлено увеличение массы грозди в сравнении с контрольным вариантом (без некорневых обработок препаратом) на 11,2-19,9 %.

Изучение в течение пяти лет влияния различных доз и кратности применения **минерального комплекса** (N10P20K20+Mg+S+МЭ, хелатированные ОЭДФ) на товарные качества винограда сорта Молдова (АФ «Кубань») позволило нам выявить преимущества всех вариантов обработок растений водными растворами препарата в сравнении с «контролем» по критерию «масса грозди». Достоверность результата обусловлена однородностью почвенно-климатических условий проведения эксперимента, агротехники ухода за растениями, ежегодным нормированием нагрузки кустов побегами (30 шт./куст). Средние за 5 лет данные показателя товарного качества урожая винограда в стадии съемной зрелости проиллюстрированы на рисунке 5.5.

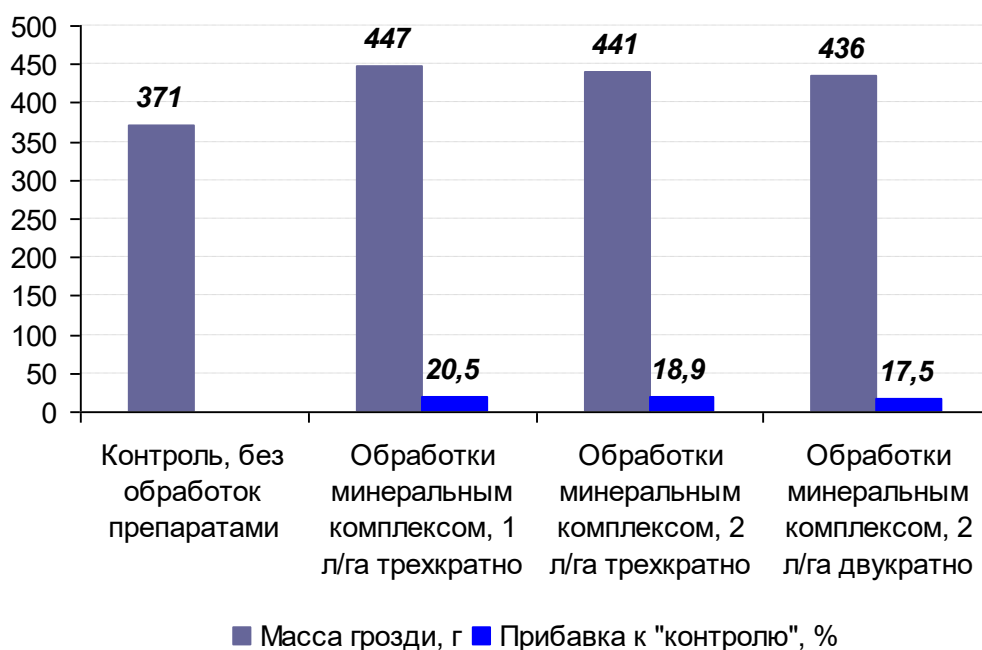


Рисунок 5.5 – Масса грозди винограда сорта Молдова в связи с применением обработок растений **минеральным комплексом**, средние за 5 лет данные

Эффект влияния на показатели товарного качества винограда наблюдали в полевых опытах, связанных с применением **гуминовых** адаптогенов и **биоудобрений** в 2019-2023 гг. Учеты массы грозди и визуальная оценка внешнего вида грозди

на вариантах опыта проводили с учетом ГОСТ 32786-2014 (UNECE STANDARD FFV-19:2010) «Виноград столовый свежий. Технические условия» и ГОСТ 31782-2012 «Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия». Согласно ГОСТ внешний вид гроздей и масса грозди соответствовали требованиям во всех вариантах опыта. При этом между вариантами выявлены существенные различия. Масса грозди на фоне применения обработок *гуминовым адаптогеном* была на 8,7-23,2 % больше в зависимости от сорта (рис. 5.6).

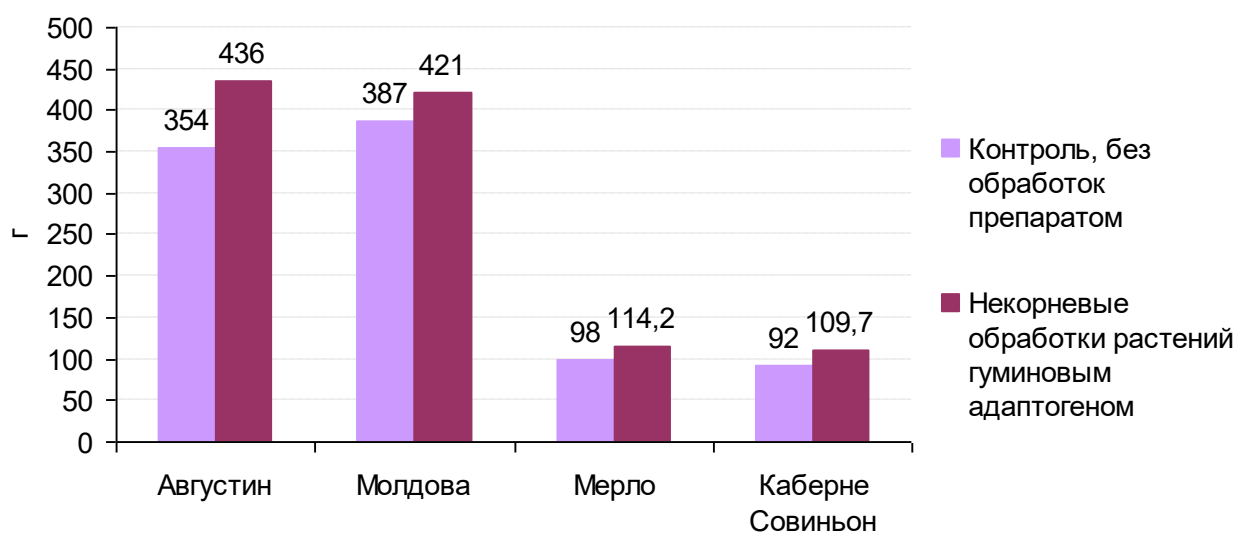


Рисунок 5.6 – Масса грозди винограда группы сортов при применении гуминового адаптогена некорневым методом (средние данные)

При применении в ампелоценозе ООО «Абрау-Дюрсо» *биоудобрения (эффлюента)* в дозах 0,5 и 1,0 л/га в 2022-2023 гг. формирование товарных качеств винограда наблюдали уже в начале формирования грозди, в третьей декаде мая (рис. 5.7).

Уже на этапе формирования выявлен более интенсивный рост грозди под действием препарата, на этапе съемной зрелости наблюдения были подтверждены измерениями (рис. 5.8). В процессе визуальных наблюдений определено, что плотность формирующейся грозди винограда была выше в вариантах с некорневыми обработками растений. Тенденцию прослеживали на различных этапах развития винограда. В период уборки урожая было установлено, что масса грозди винограда

на фоне обработок биоудобрением в среднем за 2 года была больше на 8,7 % в сравнении с контрольным вариантом [148].



а



б

Рисунок 5.7 – Измерение на ранних стадиях развития грозди винограда сорта Мерло (третья декада мая): а – некорневая обработка растений биоудобрением (эффлюентом) в дозе 0,5 л/га; б – контроль, без некорневых обработок препаратом



А



Б

Рисунок 5.8 – Размер грозди винограда сорта Молдова в стадии съемной зрелости: А – контрольный вариант; Б – вариант с применением препарата

5.2 Динамика содержания сухих веществ и сахаронакопления виноградом в связи с применением агрохимикатов

Экспериментальными исследованиями К.А. Серпуховитиной (1967, 1968, 1982, 1999, 2010, 2014), проведенными в различных природных зонах виноградарства Краснодарского края, выявлено изменение качественных показателей сока ягод винограда в зависимости от видов, доз и соотношений минеральных удобрений. Результаты многолетних исследований показали, что «отдельные элементы удобрений по-разному влияют на накопление сахаров и кислотность сока – основные показатели качества винограда⁵». При этом автор многочисленных научных публикаций отмечает, что наиболее существенным фактором, оказывающим воздействие на накопление сахаров в соке ягод, служат фосфорно-калийные удобрения (повышение сахаристости сока на 1,1-1,3 %), применяемые в парных комбинациях. Эффективным приемом повышения сахаристости виноградного сока, по мнению К.А. Серпуховитиной, является также внесение в почву полного минерального удобрения, на фоне которого выявлено высокое содержание сахаров (табл. 5.1). Однако азотный компонент полного удобрения способствует также росту содержания титруемых кислот.

Таблица 5.1 – Содержание сахаров и титруемая кислотность сока ягод винограда сорта Рислинг в связи с применением удобрений в различных соотношениях (по данным К.А. Серпуховитиной, 1965-1975 гг.)

Варианты	Содержание сахаров в соке ягод, г/100 см ³	Содержание титруемых кислот в соке ягод, г/дм ³	ГАП
Без удобрений	18,7	8,0	2,3
N	18,2	9,3	2,0
P	19,6	8,3	2,4
K	20,2	8,4	2,4
NP	20,0	8,6	2,3
NK	20,2	8,9	2,3
PK	21,2	8,6	2,5
NPK	20,4	9,3	2,2

⁵ По материалам публикаций Серпуховитиной К.А.

Многолетними результатами экспериментальных исследований К.А. Серпуховитиной неоднократно было подтверждено, что фосфор во всех случаях положительно влияет на сахаронакопление ягодами винограда, в том числе на фоне азота. На том же фоне четко проявлялось положительное влияние калия. Подтверждением результатов научных исследований К.А. Серпуховитиной являются опубликованные данные изучения П.П. Радчевским, И.А. Кулько и др. (2015) влияния некорневых обработок растений препаратом, содержащим монокалийфосфат в сочетании с лимонной кислотой и биогенными элементами, на качество урожая винограда сортов Саперави, Цитронный Магарача (Темрюкский р-н, ЗАО «Победа»). Авторы публикаций отмечают, что применение агрохимиката способствовало существенному росту массовой концентрации сахаров в соке ягод, на 1,92 г/100 см³ или на 9,2 %.

В наших исследованиях, проведенных в условиях Анапо-Таманской зоны виноградарства (2008-2010 гг.), анализировали действие биогенных элементов группы минеральных (*универсальный минеральный комплекс N20P20K20+МЭ*) и органоминеральных агрохимикатов (*монокалийфосфат+лимонная кислота+макро- и микроэлементы, биоминеральные комплексы на основе экстракта морских водорослей*), применяемых некорневым методом, на изменение массовой концентрации сахаров в соке ягод винограда сорта Молдова в сравнении с «контролем» (без применения агрохимикатов). Анализ осуществляли в системе: «препарат→лист→урожай». Для анализа содержания сахаров в соке ягод руководствовались ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров». Содержание минеральных макро- и микроэлементов в листьях побегов и ягодах винограда анализировали методом капиллярного электрофореза. В результате анализа была выявлена наиболее значимая корреляционная зависимость содержания сахаров в соке ягод от содержания фосфора ($r = 0,80$) и калия ($r = 0,74$) в ягодах. При этом довольно тесная зависимость наблюдалась также между содержанием фосфора и калия в листьях побегов винограда и ягодах: соответственно $r = 0,69$ и $r = 0,89$. Содержание сахаров в соке ягод в зависимости от препарата возрастала в сравнении с показателем в контрольном варианте

на 11,0-16,1 %. Менее значимой ($r=0,56$) была зависимость содержания сахаров в соке ягод от нагрузки кустов побегами (от 20 до 30 шт./куст).

В 2016-2018 гг. под влиянием *биоминеральных комплексов на основе экстракта морских водорослей* увеличивалась сахаристость и снижалась кислотность сока ягод винограда сортов Мерло и Шардоне в условиях дерново-карбонатных почв ООО «Абрау-Дюрсо» и сортов Августин и Молдова в насаждениях винограда ПАО «Победа» на черноземе южном.

В условиях ПАО «Победа» сахаристость сока ягод в варианте с обработками увеличивалась на 2,5-2,8 г/100 см³ (сорт винограда Августин) и 1,7-2,3 г/100 см³ (сорт винограда Молдова), при этом кислотность снижалась на 0,7-1,1 и 0,4-0,8 г/дм³ соответственно. У винограда сортов Шардоне и Мерло (ООО «Абрау-Дюрсо») сахаристость сока ягод увеличивалась на 3,6-3,8 г/100 см³ и 2,1-2,2 г/100 см³ соответственно при снижении кислотности на 0,6-0,8 и 0,4-0,7 г/дм³ в сравнении с контрольным вариантом [76, 78, 152, 181]. Важность эффекта действия органоминерального препарата на технических сортах винограда, предназначенных для переработки сырья на сухие виноматериалы, обусловлена тем, что сосредоточенные преимущественно в соке ягода сахара (преимущественно моносахариды) в процессе спиртового брожения, претерпевая сложные биохимические превращения, образуют этиловый спирт и являются источником новых соединений. Рекомендуемая для производства винодельческой продукции массовая концентрация сахаров в винограде должна составлять не менее 16,0 г/100 см³ для белых и не менее 17,0 г/100 см³ для красных. При этом предпочтительна переработка винограда с более высокими концентрациями сахаров, что обеспечивали применяемые некорневым способом агрохимикаты.

Динамика сахаронакопления ягодами винограда была исследована нами в 2022-2023 гг. на фоне применения *биоудобрения-эффлюента*, произведенного с помощью экологически-безопасной биотехнологии анаэробного сбраживания органических отходов сельскохозяйственного производства в биореакторе и

содержащего в своем составе гуминовые и фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормонов, регуляторов роста, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты.

Ежегодно в полевых условиях с помощью рефрактометра KEZI REFRAKTOVÉTER 0-85 Тур анализировали динамику содержания сухого вещества в соке ягод винограда, основную долю которого составляют сахара (рис. 5.9). Параллельно в лабораторных условиях гостированным методом анализировали процесс сахаронакопления в периоды роста ягод, начала созревания ягод (изменение окраски) и наступления съемной зрелости (рис. 5.10).

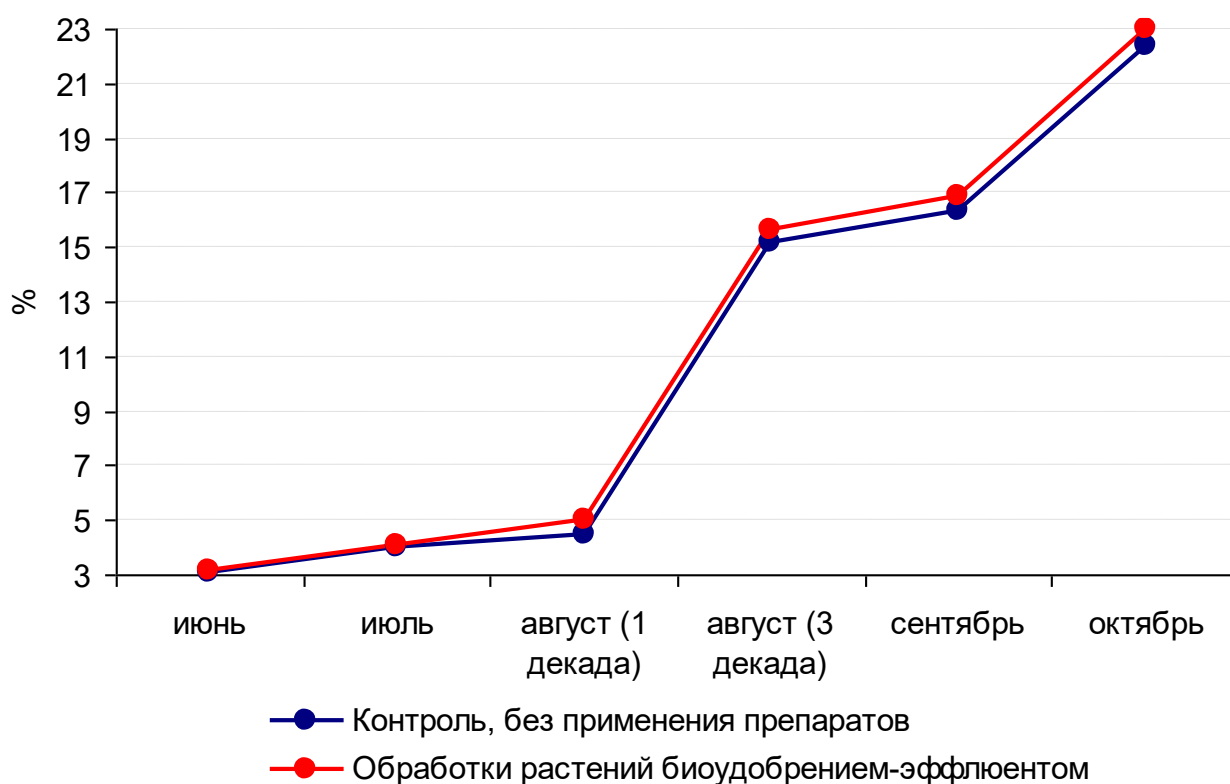


Рисунок 5.9 – Динамика содержания сухих веществ в ягодах винограда на примере сорта Мерло в связи с применением биоудобрения-эффлюента

Процесс накопления ягодами винограда сухих веществ на фоне обработок растений водными растворами биоудобрения имел тенденцию к опережению роста показателя в контрольном варианте уже во второй декаде июля, в период начала созревания ягод. К началу третьей декады августа количество сухих веществ и сахаров в соке ягод значительно возросло. Тенденция к опережению накопления са-

харов ягодами винограда под влиянием ранее проведенных обработок на фоне контрольного варианта сохранялась, что свидетельствует о пролонгированном характере действия удобрения.

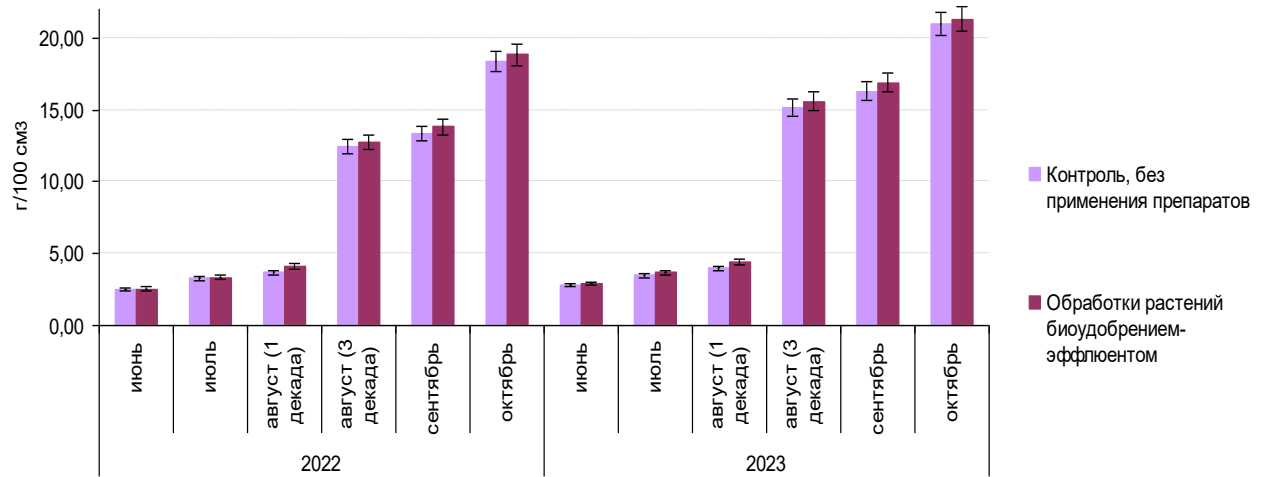


Рисунок 5.10 – Динамика сахаронакопления ягодами винограда на примере сорта Мерло в связи с применением биоудобрения-эффлюента

Превышение значений показателя над контрольным вариантом в 2022-2023 гг. в июне-июле составляло 2,4-5,4 %. В первой декаде августа наблюдался наиболее значительный рост сахаронакопления, количественно превышающий значения показателя в варианте без обработок на 10,5-11,4 %. С третьей декады августа до первой декады октября превышение содержания сахаров в соке ягод в процентном отношении составляло 1,5-3,7 %.

Анализируя полученные за период исследований результаты, можно констатировать существенную роль агрохимикатов полифункционального действия различных составов в повышении содержания сахаров в соке ягод винограда. При этом химический анализ, проведенный после уборки винограда, в октябре, в процессе дозревания, на примере сорта Мерло свидетельствует о продолжающемся процессе сахаронакопления, причем более интенсивно на фоне обработок растений биоудобрением, что является важным фактором для винных сортов винограда.

5.3 Качественные характеристики виноматериалов

Характеризуя влияние удобрений на качественные характеристики виноматериалов, выявленное ранее классическими исследованиями А.С. Арутюняна (1965, 1979, 1983), Л.М. Джанполадяна (1969, 1964, 1965), С.А. Мельникова (1964) и др. установлена возможность «управлять качеством получаемого вина путем варьирования условий питания виноградных кустов». Д.М. Гаджиев (1969) на основании последовательного изучения данного вопроса считал, что «качество винограда и получаемого из него вина по существу определяется соотношением различных форм соединений азота, фосфора, калия, магния и соответствием их данному типу вина». К.А. Серпуховитина (1989) указывает также на известную «корреляцию между содержанием элементов питания в ППК и содержанием в ягодах различных фракций углеводов, органических кислот, дубильных, красящих и ароматических веществ, совокупность которых и определяет качество вина». При этом отдельные элементы удобрений, вносимые в почву ампелоценозов, по-разному влияют на химический состав винограда, определяющий качество сусла и полученного из него вина. Эти продукты переработки винограда «характеризуются значительным содержанием азотистых веществ, представленных белками и продуктами их гидролиза: пептонами, пептидами, аминокислотами, амидами, аммиаком и другими веществами, прямо или косвенно влияющими на стабильность вин, ряд гидролитических или окислительно-восстановительных реакций, протекающих при изготовлении вина. Внесенные в почву удобрения в значительной степени оказывают влияние на химические компоненты сусла, увеличивая количество фенольных веществ и коллоидов, придающих вину характерный букет, устойчивость, гармоничность, мягкость и бархатистость». О влиянии баланса азотистых веществ виноматериалов на устойчивость к помутнению, формирование букета, вкуса, цвета и других достоинств вина указывают А.М. Фролов-Багреев (1951), Д.М. Гаджиев (1959, 1969), А.С. Арутюнян (1965) и др. Выводы и заключения исследователей, основанные на экспериментальных данных, проведен-

ных в 50-60-х годах XX века, подтверждены позднее многочисленными экспериментами К.А. Серпуховитиной (1986-1995) в условиях Кубани. Так, автором ряда опубликованных результатов научных экспериментов на примере сорта винограда Рислинг – эталона при производстве белых столовых вин – достоверно доказано, что «внесение в почву азотных удобрений, а также в сочетании с фосфором или калием способствует увеличению содержания общего и аминного азота в сусле. При этом фосфорные удобрения способствуют снижению азотистых веществ, что является обоснованием резервного внесения фосфора. Сусло, в котором присутствуют основные аминокислоты, было получено из винограда в вариантах с внесением полного минерального удобрения, а также азотно-фосфорного и фосфорного удобрения. На фоне внесения азотного, фосфорного, азотно-фосфорного, азотно-калийного и полного минерального удобрения в сусле винограда сорта Рислинг было выявлено повышенное содержание глютаминовой кислоты, а также аминокислот жирного ряда: α -аланина и β -аланина. Возрастало количество тирозина, лейцина, что характеризует лабильность продукта по отношению к дополнительному минеральному питанию, улучшению качества виноматериала, придание ему определенного тона, улучшению вкуса и букета продукта. Органолептическая оценка подтвердила более высокие достоинства виноматериалов, произведенных из винограда, выращенного на удобренных участках. При этом по калийному фону были определены лучшие образцы. Одиннадцатилетние экспериментальные данные позволяют судить о существенной роли удобрений, их составов и соотношений физиологически активных биогенных элементов в формировании качественных, «отличающихся слаженностью вкуса, гармоничностью, типичным сортовым ароматом и осветленностью» вин.

Этап формирования регламента и активного внедрения в производство системы некорневых подкормок винограда новыми специальными удобрениями различных составов и препаративных форм, стартовавший в начале XXI века, потребовал детального изучения влияния агрохимикатов на качественные характеристики продуктов переработки винограда. Известны полученные эксперименталь-

ным путем данные О.Н. Шелудько, Т.И. Гугучкиной, Н.К. Стрижовым, А.П. Хмыровым (2008) закономерности синтеза аминокислот в столовых виноматериалах в зависимости от применения минеральных удобрений; Т.И. Гугучкиной, Ю.В. Гапоненко, А.В. Прах, П.П. Радчевским (2010, 2011) влияние некорневых подкормок растений удобрениями нового поколения на органолептические и физико-химические показатели виноматериалов, выработанных из винограда сорта Цитронный Магараचा и эффективность удобрений, применения некорневым способом, в формировании качества винограда и вина. Исследователями Н.К. Стрижовым, Н.О. Лапиной, О.Н. Шелудько, Т.И. Гугучкиной, А.А. Красильниковым (2019) изучено изменение показателей качества столового сухого вина из сортов винограда Шардоне, Первенец Магараचा под влиянием некорневых подкормок хелатированными микроэлементами, проведено сравнение методов обработки результатов для повышения информативности полученных данных. Авторами ряда научных публикаций Н.М. Агеевой, А.Н. Тихоновой, Л.Э. Чемисовой, О.Н. Шелудько, Е.Н. Якименко (2021) выявлено влияние подкормок винограда сорта Алиготе биоудобрениями на состав летучих компонентов коньячных виноматериалов и дистиллятов. Полученные результаты анализа подтвердили гипотезу о положительном действии биологически активных компонентов препаратов: в продуктах переработки снижалась концентрация этилацеталя, увеличивалось содержание высших спиртов.

Изучению влияния некорневых обработок растений винограда минеральным комплексом (N20P20K20+хелатированные ЭДТА МЭ), агрохимикатами сложных составов на основе монокалийфосфата, органоминеральными препаратами, содержащими экстракт морских водорослей, аминокислоты, на фенольный и биологически активный комплекс вин, а также на их органолептическую характеристику были посвящены работы Т.И. Гугучкиной, А.В. Прах, Г.Ю. Алейниковой, Ю.В. Гапоненко. Вносимые в различные сроки препараты применяли в дозах от 3 до 5 кг/га. Исследователями было установлено, что объемная доля этилового спирта в виноматериалах колебалась от 13,1 до 15,3 об.%, массовая концентрация титруемых кислот находилась на уровне 5,9-8,4 г/дм³. Содержание летучих кислот составляло 0,47-1,05 мг/дм³, что соответствовало нормативным требованиям

ГОСТ Р 52523-2006. Авторами научной публикации было также установлено, что образцы опытных виноматериалов, полученные из винограда, обработанного препаратами на основе монокалийфосфата в сочетании с борными удобрениями «...имели светло-рубиновую окраску с малиновым оттенком, чистый, яркий сортовой аромат со сливочными тонами и оттенками паприки во вкусе. Присутствовали танинность и бархатистость вкуса, в результате чего ими была получена наиболее высокая дегустационная оценка – 7,8 баллов...». В целом, практически всем образцам виноматериалов, выработанных из винограда, подвергшегося системным обработкам монокалийфосфата, была свойственна высокая дегустационная оценка, они характеризовались «...чистым, без посторонних тонов сортовым ароматом и полным, танинным, с легкой горчинкой вкусом, свойственным молодым винам. Массовая концентрация общей суммы фенольных веществ находилась в интервале от 1371,4 до 2357,4 мг/дм³ (рис. 5.11). Определение содержания в виноматериалах биологически активных веществ (ресвератрола, витамина С, хлорогеновой, никотиновой, оротовой, кофейной, галловой и протокатеховой кислот) позволило установить, что максимальная сумма БАВ содержалась в образце, полученном из винограда в варианте с 3^х-кратным применением монокалийфосфата в дозе 3 кг/га и 3^х-кратным применением органоминерального комплекса на основе экстракта морских водорослей.

Органоминеральный препарат способствовал значительному росту содержания в виноматериале никотиновой (витамин РР) и аскорбиновой кислот, являющихся синергистами, что положительно отразилось на окислительно-восстановительных свойствах вина. По итогам наших научных исследований было сделано заключение об оптимальных дозах и сроках применения агрохимикатов, а также «возможности формирования качества винограда с заданными параметрами, позволяющего использовать продукт для производства определенных типов вин».

Наши исследования [163] в ООО «Абрау-Дюрсо» в условиях дерново-карбонатных почв были сосредоточены на выявлении влияния *органоминеральных комплексов*, содержащих активные компоненты экстрактов морских водорослей

Ascophyllum nodosum, свободные аминокислоты, макро- и мезоэлементы, сбалансированную смесь хелатированных микроэлементов, на концентрацию фенольных соединений, влияющих на органолептические характеристики виноматериалов, полученных из винограда сортов Мерло и Шардоне, концентрацию антоцианов (сорт Мерло), этилового спирта, массовую концентрацию летучих кислот и общего диоксида серы.

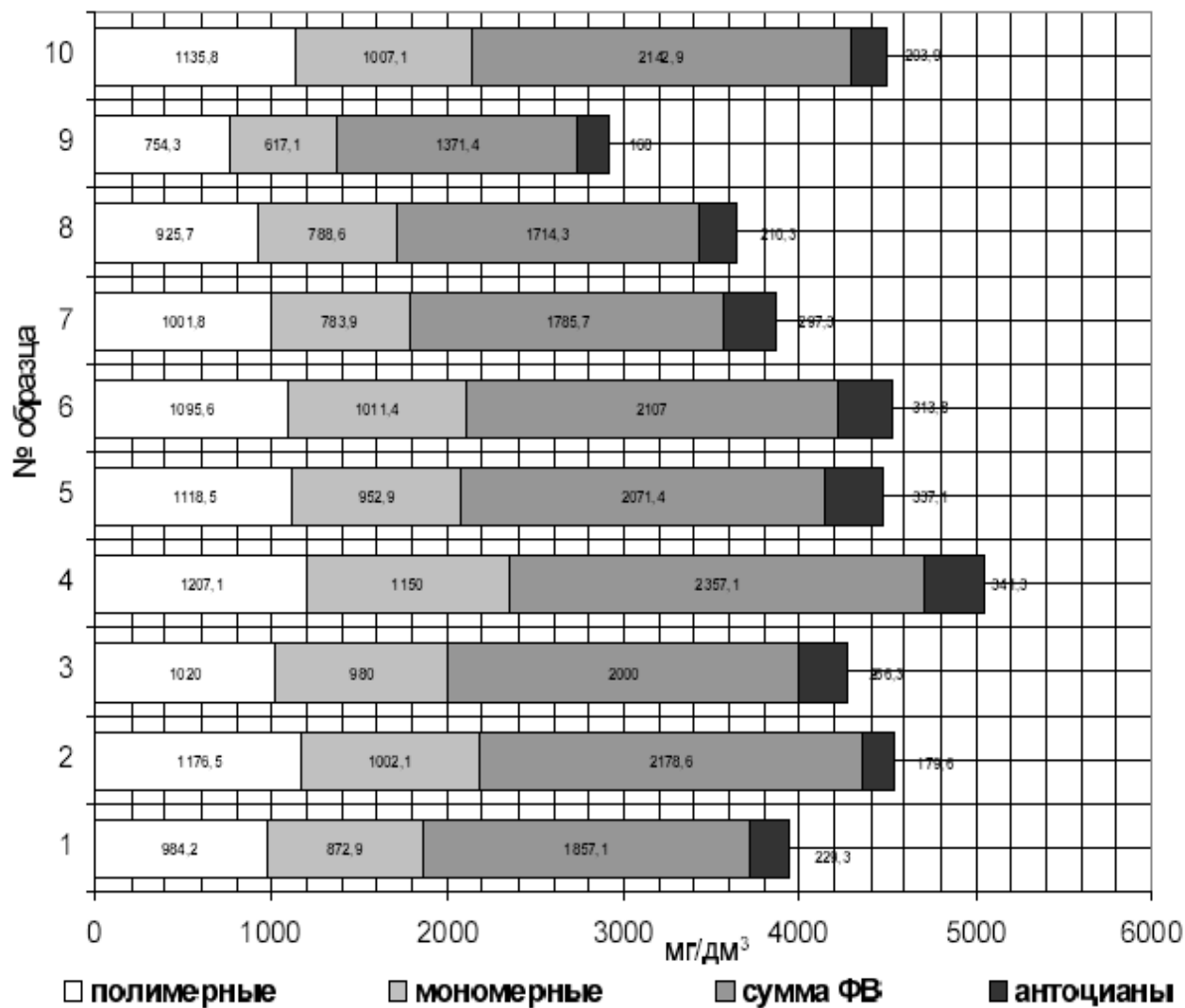


Рисунок 5.11 – Массовая концентрация фенольных веществ в виноматериалах из винограда сорта Мерло урожая 2010 г. (ООО «Абрау-Дюрсо») в связи с применением некорневых подкормок (по материалам публикации Гугучкиной Т.И., Прах А.В., Алейниковой Г.Ю.; вариант 1 - N20P20K20+хелатированные ЭДТА МЭ; варианты 2, 3, 4, 5, 9, 10 – комплексы на основе KH_2PO_4 и лимонной кислоты+био-генные элементы+ПАВ; вариант 8 – контроль)

Процесс производства опытных образцов сусла из винограда сорта Мерло осуществляли путем дробления с гребнеотделением в мягком режиме на валковой дробилке, без интенсивного измельчения ягод и, соответственно, без перехода большей части фенольных веществ в сусло-самотек. Это обусловило снижение суммарного количества фенольных веществ, характерного для красных вин (контрольный вариант – 318-409 мг/дм³). При этом в продукте, полученном из винограда, обрабатываемого в течение вегетации органоминеральным препаратом, содержание фенольных соединений оказалось выше в сравнении с контрольным вариантом. Концентрация антоцианов во всех вариантах также была несколько занижена и составляла 2,4-2,9 мг/дм³. После технологических операций, применяемых для экстрагирования фенольного комплекса из кожицы в виноградное сусло (повышение температуры, сульфитация, процесс брожения с образованием этилового спирта), массовая концентрация фенольных веществ в виноматериале красном сухом, полученном из винограда, подвергнутого некорневой обработке, была 2430 мг/дм³, в контрольном варианте на 7 % ниже. Содержание антоцианов в виноматериалах также значительно увеличилось.

После завершения процесса брожения в молодых сухих виноматериалах, приготовленных из винограда сортов Шардоне и Мерло, определяли объемную долю этилового спирта, массовую концентрацию титруемых, летучих кислот и общего диоксида серы (табл. 5.2), а также проводили органолептическую оценку образцов [77, 163].

При оптимальном содержании титруемых кислот в красных сухих винах ~ 5 г/дм³ учитывали, что в процессе ферментации показатель несколько снижается, а pH – повышается. Это позволило прогнозировать устойчивость образцов к бактериальным заболеваниям и качество будущего вина. Массовая концентрация летучих кислот и общего диоксида серы находилась в диапазоне, не превышающем требования ГОСТ.

Образцы виноматериалов, полученных из винограда сорта Шардоне с различных вариантов опыта, отличались по своим органолептическим характеристикам.

Таблица 5.2 – Физико-химические показатели сухих виноматериалов

Вариант	Объемная доля этило- вого спирта, %	Массовая концентрация		
		титруемых кис- лот	летучих кис- лот	общ. SO ₂ , мг/дм ³
		г/дм ³		
сорт винограда Шардоне				
Контроль, без обработок препара- татами	10,5	6,5	0,44	129
Обработки растений органомине- ральным препаратом	11,8	6,4	0,48	132
<i>HCP_{0,05}</i>	<i>0,55</i>	<i>0,44</i>	<i>0,05</i>	<i>3,38</i>
сорт винограда Мерло				
Контроль, без обработок препара- татами	12,1	5,8	0,42	105
Обработки растений органомине- ральным препаратом	13,4	5,6	0,45	100
<i>HCP_{0,05}</i>	<i>0,61</i>	<i>0,42</i>	<i>0,06</i>	<i>3,18</i>

Образец, приготовленный из винограда, выращенного с применением обработок органоминеральными комплексами, обладал светло-соломенным с легким зеленоватым оттенком цветом, ярким, цветочно-плодовым с оттенками печеного яблока и айвы ароматом, полным, округлым, мягким вкусом, с продолжительным цветочным послевкусием и был оценен на 0,4 балла выше варианта «контроль» (без обработок препаратами), который обладал чистым цветочным ароматом, но простым вкусом. Данные различия можно объяснить более низким содержанием сахаров в виноградном сусле и высоким – титруемых кислот, которые связаны с накопление экстрактивных и других соединений, обуславливающих органолептические характеристики вин. Из красных виноматериалов, приготовленных из винограда сорта Мерло, также выделился опытный образец с насыщенным красным цветом, чистым сортовым ароматом и гармоничным вкусом, с мягким, слегка бархатистым послевкусием.

Таким образом, экспериментальным путем была подтверждена гипотеза о направленном улучшении качеств виноградного сусла и приготовленных из него сухих виноматериалов при системных в течение вегетации винограда обработках растений органоминеральным комплексом, содержащим биологически активные компоненты морских водорослей, свободные аминокислоты, макро- и мезоэлементы, сбалансированную смесь хелатированных микроэлементов.

ГЛАВА 6 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМА ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА АГРОХИМИКАТАМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Сохранение и оптимизированное использование природных (невозобновляемых) энергетических ресурсов в условиях интенсификации отрасли виноградарства является одной из приоритетных задач эффективной деятельности производственного предприятия. Рациональное использование почвенно-климатического ресурса, влияющего на рост, развитие, количество и качество урожая, осуществляется путем выделения на территории региона сельскохозяйственных зон, соответствующих биологическим требованиям культуры винограда. При этом частично возобновляемые пахотно-пригодные почвенные ресурсы сельскохозяйственного производства являются основным экономическим потенциалом перспективного развития отрасли и социосферы. Сохранение их продуктивного состояния связано с поддержанием здоровой почвенной экосистемы (J.W. Doran, M.R. Zeiss, 2000; А.М. Семенов, И.А. Бубнов, В.М. Семенов, Е.В. Семенова, В.В. Зеленев, Н.А. Семенова, 2013; A.H.C. Van Bruggen, K. Sharma, E. Kaku, S. Karfopoulos, V.V. Zelenev, W.J. Blok, 2015 и др.) ампелоценозов и уровня экономического плодородия почвы путем рационального использования приема локального основного внесения удобрений исключительно пролонгированного действия и запасным способом на 3-5 лет, снижая химические и механические нагрузки на почву, сокращая прямые и косвенные энергозатраты.

Достижение необходимого уровня энергоэффективности достигается также путем использования приема некорневого регулирования режима питания растений винограда водными растворами агрохимикатов полифункционального действия. Одновременно снижая нагрузку на почву, достигается экономия топливных энергетических ресурсов при обработке растений агрохимикатами совместно с пестицидами в составе баковых смесей препаратов (все агрохимикаты, используемые в процессе выполнения научно-исследовательских работ совместимы с СЗР при

условии контроля pH рабочего раствора и дозы агрохимиката). При этом рабочая ширина захвата распыляемого рабочего раствора агропрепаратов достигает 2-3 рядов виноградника, сокращая количество проходов агрегата, а расход водного рабочего раствора 1000-1500 л/га соизмерим с функцией надпочвенного микрополива, что особенно важно в период летней воздушной засухи.

Применяемые некорневые обработки винограда водными растворами специальных агрохимикатов в насаждениях различных конструкций, судя по выявленному в течении ряда лет физиологическому состоянию растений, обеспечивают повышение энергетической эффективности ампелоценозов за счет активации использования регенеративной солнечной энергии (увеличение содержания фотосинтезирующих пигментов, вторичных метаболитов, площади листовой поверхности и др.).

Помимо этого, представлена и научно обоснована перспектива использования в ампелоценозе биопрепаратов, произведенных в процессе получения биотоплива при утилизации органических отходов методом анаэробного сбраживания. Побочные продукты (эффлюенты) являются экологически безопасными и эффективными органическими удобрениями, способствующими повышению КПД ампелоценоза.

Расчетами энергетической ценности урожая (т/га) в вариантах опытов разных лет ($E_y = Y(\text{ц/га}) \cdot K_y(\text{энергетический эквивалент})$) было подтверждено преимущество приема применения агрохимикатов в сравнении с «контролем». Показатель составлял в разные годы от 26627,2 МДж до 45216,0 МДж.

В качестве обоснования вышеперечисленных энергетических эффектов можно рассматривать экономическую эффективность приема, полученную от затраченных на производство продукции виноградарства энергоресурсов.

1. В опытах по изучению влияния минеральных и органоминеральных препаратов полифункционального действия в зависимости от уровня нагрузки кустов побегами было установлено, что при нагрузке побегами от 25 до 30 шт./куст коэффициент окупаемости дополнительных затрат в зависимости от вида удобрений превзошел значение показателя в контрольном варианте, что способствовало росту рентабельности производства (табл. 6.1, 6.2).

2. Применение высокоэффективных минеральных комплексов обеспечивало на фоне значительной прибавки урожая получение прибыли от продаж в размере от 48,3 до 110,5 тыс.руб/га в зависимости от сорта и доз и кратности применения препарата (табл. 6.3).

3. Использование в течение ряда лет органоминеральные удобрения на основе экстракта морских водорослей в сочетании с аминокислотами и хелатированными микроэлементами позволило повысить рентабельность производства продукции, которая в различных почвенно-климатических условиях составила 34,6-52,2 % в зависимости от сорта (табл. 6.4).

4. Применение в ампелоценозах гуминового адаптогена стимулировало репродуктивную функцию растений винограда и повышение качества урожая, способствуя росту экономической эффективности производства продукции (табл. 6.5).

6. Эффективность экологически безопасного высокоэффективного гуминового биоудобрения-эффлюента, содержащего в своем составе также фульвокислоты, комплекс макро- и микроэлементов, фитогормоны, регуляторы роста, штаммы живых ризосферных почвенных микроорганизмов, аминокислоты, обеспечивалась ростом урожайности и качества продукции на фоне снижения затрат (табл. 6.6).

Таблица 6.1 – Экономическая эффективность применения агрохимикатов при различной нагрузке кустов винограда столового сорта Молдова побегами (2008-2010), АО Агрофирма «Южная»⁶

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на производство, тыс. руб./га		Средняя цена реализации винограда руб./кг	Себестоимость производства, руб./кг	Выручка от продаж, тыс. руб./га	Прибыль от продаж, тыс. руб./га	Экономическая эффективность (рентабельность продукции), %	
	т/га	абсолютный прирост, т/га	относительный прирост, %	всего	из них стоимость обработки					значение	отклонение от контроля
Нагрузка 20 побегов/куст											
Контроль, без применения препаратов	8,9			88,8		12,6	10,0	112,2	23,4	26,4	
Органоминеральные комплексы на основе водорастворимого монокалийфосфата (KH ₂ PO ₄) и лимонной кислоты (3-хкратно)	12,0	3,1	34,8	109,6	5,8	12,6	9,1	151,3	41,7	38,1	11,7
Специальный комплекс макро- и хелатированных микроэлементов (20-20-20+МЭ)	10,6	1,7	19,1	105,1	8,1	12,6	9,9	133,7	28,5	27,1	0,7
Нагрузка 25 побегов/куст											
Контроль, без применения препаратов	9,5			91,7		12,6	9,7	119,8	28,1	30,6	
Органоминеральные комплексы на основе водорастворимого монокалийфосфата (KH ₂ PO ₄) и лимонной кислоты (3-хкратно)	14,0	4,5	47,4	119,3	5,8	12,6	8,5	176,5	57,2	48,0	17,3
Специальный комплекс макро- и хелатированных микроэлементов	13,2	3,7	38,9	117,7	8,1	12,6	8,9	166,5	48,7	41,4	10,7

⁶ В условиях колебания цен и значительного влияния ценового фактора все затраты и цены пересчитаны для периода 2022-2023 гг.

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на производство, тыс. руб./га		Средняя цена реализации винограда руб./кг	Себестоимость производства, руб./кг	Выручка от продаж, тыс. руб./га	Прибыль от продаж, тыс. руб./га	Экономическая эффективность (рентабельность продукции), %	
	т/га	абсолютный прирост, т/га	относительный прирост, %	всего	из них стоимость обработки					значение	отклонение от контроля
(20-20-20+МЭ)											
Нагрузка 30 побегов/куст											
Контроль, без применения препаратов	10,9			98,5		12,6	9,0	137,4	39,0	39,6	
Органоминеральные комплексы на основе водорастворимого монокалийфосфата (KH ₂ PO ₄) и лимонной кислоты (3-хкратно)	16,0	5,1	46,8	129,0	5,8	12,6	8,1	201,8	72,8	56,4	16,8
Специальный комплекс макро- и хелатированных микроэлементов (20-20-20+МЭ)	14,1	3,2	29,4	122,1	8,1	12,6	8,7	177,8	55,7	45,6	6,1

Таблица 6.2 – Экономическая эффективность применения агрохимикатов при различной нагрузке кустов винограда столового сорта Августин побегами (2008-2010), АО Агрофирма «Южная»

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на про- изводство, тыс. руб./га		Средняя цена ре- лиза-ции виногра- да руб./кг	Себестои- мость произ- водст-ва, руб./кг	Вы- ручка от про- даж, тыс. руб./га	При- быль от про- даж, тыс. руб./га	Экономическая эф- фективность (рен- табельность про- дукции), %	
	т/га	абсо- лютный прирост, т/га	относи- тельный прирост, %	всего	из них стои- мость обра- ботки					значе- ние	отклоне- ние от контроля
Сорт винограда Августин (2008-2010 гг.), АО Агрофирма «Южная»											
Нагрузка 20 побегов/куст											
Контроль, без применения пре- паратов	8,8			88,3		12,6	10,0	111,0	22,7	25,7	
Органоминеральные ком- плексы на основе водораство- римого монокалийфосфата (KH ₂ P0 ₄) и лимонной кислоты (3-х кратно)	11,9	3,1	35,2	109,1	5,8	12,6	9,2	150,1	40,9	37,5	11,8
Специальный комплекс макро- мезо- и хелатированных мик- роэлементов (20-20-20+МЭ)	11,2	2,4	27,3	108,0	8,1	12,6	9,6	141,2	33,2	30,7	5,1
Нагрузка 25 побегов/куст											
Контроль, без применения пре- паратов	9,7			92,7		12,6	9,6	122,3	29,7	32,0	
Органоминеральные ком- плексы на основе водораство- римого монокалийфосфата (KH ₂ P0 ₄) и лимонной кислоты (3-х кратно)	12,6	2,9	29,9	112,5	5,8	12,6	8,9	158,9	46,4	41,2	9,2
Специальный комплекс макро- мезо- и хелатированных мик- роэлементов (20-20-20+МЭ)	13,4	3,7	38,1	118,7	8,1	12,6	8,9	169,0	50,3	42,4	10,4

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на про- изводство, тыс. руб./га		Средняя цена ре- лиза-ции виногра- да руб./кг	Себестои- мость произ- водст-ва, руб./кг	Вы- ручка от про- даж, тыс. руб./га	При- быль от про- даж, тыс. руб./га	Экономическая эф- фективность (рен- табельность про- дукции), %	
	т/га	абсо- лютный прирост, т/га	относи- тельный прирост, %	всего	из них стои- мость обра- ботки					значе- ние	отклоне- ние от контроля
Нагрузка 30 побегов/куст											
Контроль, без применения пре- паратов	10,5			96,5		12,6	9,2	132,4	35,9	37,1	
Органоминеральные ком- плексы на основе водораство- римого монокалийфосфата (КН ₂ Р0 ₄) и лимонной кислоты (3-хкратно)	14,2	3,7	35,2	120,3	5,8	12,6	8,5	179,1	58,8	48,9	11,7
Специальный комплекс макро- мезо- и хелатированных мик- роэлементов (20-20-20+МЭ)	14,2	3,7	35,2	122,6	8,1	12,6	8,6	179,1	56,5	46,1	8,9

Таблица 6.3 – Экономическая эффективность применения специального безбалластного водорастворимого комплекса макро- мезо- и микроэлементов (N10P20K20+ МЭ ОЭДФ) в различных дозах и кратности при одинаковой нагрузке кустов побегами (30 шт./куст)

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на произ-водство, тыс. руб./га		Средняя цена ре-ализа-ции ви-ногра-да руб./кг	Себестои-мость произ-вод-ства, руб./кг	Выручка от про-даж, тыс. руб./га	При-быль от про-даж, тыс. руб./га	Экономическая эффек-тивность (рентабель-ность продукции), %	
	т/га	абсо-лютный приро-стт/га	относи-тельный прирост, %	всего	из них стои-мость обработ-ки					значе-ние	отклоне-ние от кон-троля
Сорт винограда Рислинг (2014-2016 гг.), г. Анапа											
Контроль, без применения препарата	11,0			201,5		23,4	18,3	257,4	55,9	27,8	
1 л/га 3 ^х -кратно	13,2	2,2	20,0	222,1	2,7	23,4	16,8	308,9	86,7	39,0	11,3
2 л/га 3 ^х -кратно	15,0	4,0	36,4	240,5	6,4	23,4	16,0	351,0	110,5	45,9	18,2
3 л/га двукратно (I и III туры)	13,1	2,1	19,1	222,2	3,6	23,4	17,0	306,5	84,3	37,9	10,2
2 л/га двукратно (I и III туры)	14,1	3,1	28,2	230,4	3,6	23,4	16,3	329,9	99,5	43,2	15,4
Сорт винограда Молдова (2014-2016 гг.), АФ «Кубань»											
Контроль, без применения препарата	10,5			197,4		23,4	18,8	245,7	48,3	24,5	
1 л/га 3 ^х -кратно	14,1	3,6	34,3	229,5	2,7	23,4	16,3	329,9	100,4	43,8	19,3
2 л/га 3 ^х -кратно	14,2	3,7	35,2	234,0	6,4	23,4	16,5	332,3	98,3	42,0	17,5
2 л/га двукратно (I и III туры)	13,7	3,2	30,5	227,1	3,6	23,4	16,6	320,6	93,5	41,1	16,7
2 л/га двукратно (I и II туры)	12,9	2,4	22,9	220,6	3,6	23,4	17,1	301,9	81,3	36,8	12,4

Примечание: обработки осуществляли перед цветением (I тур), в период активного роста ягод (II тур), за две недели до созревания ягод (III тур).

Таблица 6.4 – Экономическая эффективность применения органоминерального комплекса биологически активных компонентов экстракта морских водорослей в сочетании с аминокислотами и хелатированными ОЭДФ и ЭДТА микроэлементами

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на произ- водство, тыс. руб./га		Средняя цена ре- ализа- ции ви- ногра-да руб./кг	Себестои- мость произ-вод- ства, руб./кг	Выручка от про- даж, тыс. руб./га	При- быль от про- даж, тыс. руб./га	Экономическая эффективность (рентабельность продукции), %	
	т/га	абсо- лютный приро- стт/га	относи- тельный прирост, %	всего	из них стои- мость обработ- ки					значе- ние	отклоне- ние от контроля
Сорт Мерло (2016-2018 гг.), ООО «Абрау-Дюрсо»											
Контроль, без примене- ния препарата	13,7			273,9		29,1	20,0	398,7	124,8	45,6	
Специальный комплекс, содержащий экстракт во- дорослей <i>Ascophyllum nodosum</i> , высокий про- цент свободных амино- кислот + МЭ	17,4	3,7	27,0	336,1	22,3	29,1	19,3	506,3	170,2	50,6	5,1
Сорт Шардоне (2016-2018 гг.), ООО «Абрау-Дюрсо»											
Контроль, без примене- ния препарата	11,6			251,2		29,1	21,7	337,6	86,4	34,4	
Специальный комплекс, содержащий экстракт во- дорослей <i>Ascophyllum nodosum</i> , высокий про- цент свободных амино- кислот + МЭ	13,7	2,1	18,1	296,2	22,3	29,1	21,6	398,7	102,5	34,6	0,2
Сорт Августин (2016-2018 гг.), АО Агрофирма «Южная»											
Контроль, без примене- ния препарата	13,0			266,3		29,1	20,5	378,3	112,0	42,1	

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на производство, тыс. руб./га		Средняя цена реализации винограда руб./кг	Себестоимость производства, руб./кг	Выручка от продаж, тыс. руб./га	Прибыль от продаж, тыс. руб./га	Экономическая эффективность (рентабельность продукции), %	
	т/га	абсолютный прирост/га	относительный прирост, %	всего	из них стоимость обработки					значение	отклонение от контроля
Специальный комплекс, содержащий экстракт водорослей <i>Ascophyllum nodosum</i> , высокий процент свободных аминокислот + МЭ	17,8	4,8	36,9	340,4	22,3	29,1	19,1	518,0	177,5	52,2	10,1
Сорт Молдова (2016-2018 гг.), АО Агрофирма «Южная»											
Контроль, без применения препарата	14,4			281,4		29,1	19,5	419,0	137,6	48,9	
Специальный комплекс, содержащий экстракт водорослей <i>Ascophyllum nodosum</i> , высокий процент свободных аминокислот + МЭ	17,6	3,2	22,2	338,3	22,3	29,1	19,2	512,2	173,9	51,4	2,5

Таблица 6.5 – Экономическая эффективность применения гуминового адаптогена в насаждениях винограда столовых и винных сортов в различных почвенно-климатических условиях

Варианты	Хозяйственная урожайность			Затраты на произ-водство, тыс. руб./га		Средняя цена ре-ализа-ции ви-ногра-да руб./кг	Себестои-мость произ-вод-ства, руб./кг	Выручка от про-даж, тыс. руб./га	При-быль от про-даж, тыс. руб./га	Экономическая эффек-тивность (рентабель-ность продукции), %	
	т/га	абсо-лютный приро-ст/га	относи-тельный прирост, %	всего	из них стои-мость обрабат-ки					значе-ние	отклоне-ние от кон-троля
Сорт Мерло (2019-2021 гг.), ООО «Абрау-Дюрсо»											
Контроль	7,6			224,3		35,4	29,5	269,1	44,8	20,0	
НОРМАТ-Л	9,8	2,2	28,9	253,9	2,9	35,4	25,9	347,0	93,1	36,7	16,7
Сорт Каберне Совиньон (2019-2021 гг.), ООО «Абрау-Дюрсо»											
Контроль	7,8			226,8		35,4	29,1	276,2	49,4	21,8	
НОРМАТ-Л	10,4	2,6	33,3	261,2	2,9	35,4	25,1	368,3	107,1	41,0	19,2
Сорт Августин (2019-2021 гг.), АО Агрофирма «Южная»											
Контроль	11,4			270,4		35,4	23,7	403,7	133,3	49,3	
НОРМАТ-Л	14,6	3,2	28,1	312,1	2,9	35,4	21,4	517,0	204,9	65,7	16,4
Сорт Молдова (2019-2021 гг.), АО Агрофирма «Южная»											
Контроль	12,4			282,5		35,4	22,8	439,1	156,6	55,4	
НОРМАТ-Л	15,9	3,5	28,2	327,8	2,9	35,4	20,6	563,0	235,2	71,7	16,3

Таблица 6.6 – Эффективность применения биоудобрения-эффлюента на виноградных насаждениях

Показатель	2022				2023				В среднем за 2022-2023 гг.			
	Контроль	Биоудоб- рение, 0,05 л/га	Отклонение		Контроль	Биоудоб- рение, 0,05 л/га	Отклонение		Контроль	Биоудоб- рение, 0,05 л/га	Отклонение	
			+/-	%			+/-	%			+/-	%
сорт винограда Мерло												
Урожайность, т/га	10,33	11,5	1,2	11,3	11,78	15,11	3,33	28,3	11,1	13,3	2,3	20,4
Затраты на препа- раты, руб./га		2000,0	2000,0	х		2000,0	2000,0	х		2000,0	2000,0	х
Себестоимость, руб./ц	3869,1	3683,0	-186,1	-4,8	3650,7	3358,0	-292,7	-8,0	3759,9	3520,5	-239,4	-6,4
Издержки на про- изводство вино- града через вино- продукцию, тыс.руб./га	951,6	1013,2	61,6	6,5	1023,9	1212,8	188,9	18,4	987,8	1113,0	125,2	12,7
Цена реализации винопродукции, руб./л	200,0	200,0	-	-	200,0	200,0	-	-	200,0	200,0	-	-
Доход от реализа- ции через винопро- дукцию, тыс.руб./га	1404,9	1564,0	159,1	11,3	1602,1	2055,0	452,9	28,3	1503,5	1809,5	306,0	20,4
Прибыль от про- даж, тыс.руб./га	453,3	550,8	97,5	21,5	578,1	842,1	264,0	45,7	515,7	696,5	180,8	35,0
Рентабельность продукции, %	47,6	54,4	6,73	х	56,5	69,4	13,0	х	52,2	62,6	10,4	х
сорт винограда Каберне												
Урожайность, т/га					10,89	12,91	2,02	18,5				
Затраты на препа- раты, руб./га						2000,0	2000,0	х				
Себестоимость, руб./ц					3759,3	3534,5	-224,8	-5,98				
Издержки на					974,7	1091,2	116,5	11,95				

Показатель	2022				2023				В среднем за 2022-2023 гг.			
	Контроль	Биодоб- рение, 0,05 л/га	Отклонение		Контроль	Биодоб- рение, 0,05 л/га	Отклонение		Контроль	Биодоб- рение, 0,05 л/га	Отклонение	
			+/-	%			+/-	%			+/-	%
производство вино- града через вино- продукцию, тыс.руб./га												
Цена реализации винопродукции, руб./л					200,0	200,0	-	-				
Доход от реализа- ции через винопро- дукцию, тыс.руб./га					1481,0	1755,8	274,7	18,55				
Прибыль от про- даж, тыс.руб./га					506,3	664,6	158,3	х				
Рентабельность продукции, %					51,9	60,9	9,0	х				

Таким образом, оптимизация энергетической эффективности явилась результативным фактором снижения затрат на фоне роста урожайности культуры винограда, увеличить прибыльность и конкурентоспособность виноградовинодельческих предприятий. Применение биоминеральных и биоудобрений, снижение нагрузки на почву при запасном внесении минеральных удобрений способствовало снижению негативного влияния на экологию региона, повышая устойчивость предприятия, а также получать высококачественную продукцию, соответствующую нормативным регламентам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных многолетних исследований (2011-2023 гг.) и ретроспективного анализа экспериментальных данных, полученных в стационарных опытах с агрохимикатами полифункционального действия в ампелоценозах, теоретически и экспериментально обоснованы методологические аспекты повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов в изменяющихся условиях среды, интенсификации производства, деградации почвы и увеличения ресурсозатрат на основе минерального питания, систематизации и совершенствования методов функционирования ампелоценозов и их структурных элементов в зоне промышленного виноградарства юга России.

Выявлены зависимости и закономерности воздействия препаратов различных составов на физиологические процессы роста винограда столовых и технических сортов, параметры изменчивости метаболизма и основных элементов продуктивности растений, качественные характеристики винограда в насаждениях различных конструкций в условиях промышленного виноградарства юга России.

Анализ полученных результатов позволяет обобщить весь спектр исследований и сделать следующие выводы и заключения:

1. Сформирована логическая структура научного поиска, специфика которой заключается в использовании метода редукционизма, позволяющего установить взаимосвязи в функционирующих как единое целое блоках: «почва-агрохимикат-корневая система», «корневая система-растение», «среда-агрохимикат-растение», «агрохимикат-лист-урожай» для получения новых знаний об эффективности применяемых агрохимикатов в условиях многолетней культуры винограда и постоянно протекающих процессов открытой агроэкосистемы ампелоценоза.

2. Проведен фактологический анализ показателей дерново-карбонатной почвы и черноземов южных, выявленных в результате локального мониторинга эдафических факторов в промышленных насаждениях винограда, возделываемых

в разнотипных терруарах Черноморской зоны. С позиции экологического воздействия на функциональное состояние растений в ампелоценозе основными эдафическими факторами дерново-карбонатных почв, требующими улучшения, являются: содержание в почве органики, биофильных элементов, уровень эродированности почв; черноземов южных – водный режим, содержание в почве органики и подвижных соединений основных минеральных элементов и установлено:

а. В системе «почва-удобрение-растение» повышение экономического плодородия почвы ампелоценоза при основном запасном локальном внесении фосфорных и фосфорно-калийных удобрений способствует росту корнезаселенности (поглощающих и проводящих корней) слоя почвы 0-90 см, повышению содержания в них неорганических и органических соединений фосфора, существенно не изменяя микрофлору почвы под виноградниками в очаге внесения. Аналогичный эффект действия наблюдается на фоне системных некорневых обработок растений винограда комплексным агрохимикатом пролонгированного действия на основе водорастворимого монокалийфосфата, а также специального комплекса, содержащего сбалансированное количество макро- и микроэлементов, аминокислот, витаминов и экстракта морских водорослей.

б. Биологическая эффективность комплексных агрохимикатов полифункционального действия обеспечивается соответствием сроков применения препаратов и «критических» периодов сезонного развития растений винограда, что способствует созданию бездефицитного баланса питательных веществ в растении и реализации генеративного ресурса винограда в условиях климатических изменений и эдафического разнообразия.

3. Установлено влияние климатических параметров агроэкологических зон виноградарства Краснодарского края на адаптивную и генеративную функцию растений винограда.

Проведен анализ динамики гидротермических факторов в период 2011-2023 гг. в условиях Анапо-Таманской (темрюкская подзона) и Черноморской (геленджикская подзона) почвенно-климатических зон

Краснодарского края и оценка влияния климатических условий на адаптивную и генеративную функцию растений винограда.

Проведенные исследования выявили прямую зависимость функционального состояния винограда от климатических условий различных агроэкологических зон Краснодарского края. При аномально высоких температурах (летние периоды с $t^{\circ} > +35^{\circ}\text{C}$) и дефиците осадков происходило снижение фотосинтетической активности на 15–20 % (по содержанию хлорофилла), увеличение доли связанной воды в листьях (с 25 % до 35–40 %) как защитный механизм, уменьшение площади листовой поверхности на 20–25 %, снижение прироста побегов на 30–40 %. Применение органоминеральных комплексов (с экстрактами водорослей) повышало засухоустойчивость за счет накопления пролина (на 40–60 мг/л больше, чем в контроле) при сохранении тургора листьев даже при дефиците влаги.

Важным стресс-фактором, снижающим уровень эндогенной устойчивости растений винограда и негативно влияющим на реализацию потенциала продуктивности растений винограда, является перепад температуры воздуха в апреле, в начале второй фазы вегетации, когда происходит набухание и начало распускания глазков. Нарушение поступательного развития этого процесса также связано с понижением температуры до $-1 \dots -2^{\circ}\text{C}$, а также отсутствие необходимого уровня влагообеспеченности в летний период роста и созревания ягод.

4. Выявлены биологические механизмы целевого экзогенного воздействия и установлено пролонгированное действие специальных питательных комплексов, содержащих сбалансированное количество макро-, мезо-, хелатированных микроэлементов на закладку, дифференциацию и додифференциацию эмбриональных соцветий в почках глазков после зимовки; рост соцветий и цветение; рост и созревание ягод. Механизм процесса пролонгированного воздействия агрохимикатов связан с синтезом и накоплением биологически активных веществ в резервных многолетних органах растений винограда в течение вегетации, обеспечивающих оптимизацию процесса вегетативного пробуждения и подготовки к цветению.

Целевое экзогенное пролонгированное действие специальных питательных комплексов, содержащих сбалансированное количество макро-, мезо-, хелатированных микроэлементов положительно влияло на закладку, дифференциацию и додифференциацию эмбриональных соцветий в почках глазков после зимовки; рост соцветий и цветение; рост и созревание ягод. При этом в летний период в сравнении с контрольным вариантом возрастала водоудерживающая способность листьев на 1,6-11,8 %; суммарное содержание в листьях зеленых пигментов до 16 %; моносахаридов в 2-5 раз, осмопротектора пролина до 2,5 раз, что определяло высокий уровень метаболической перестройки растений на фоне действия абиотического стресса.

5. Раскрыты особенности и установлена математическая зависимость устойчивости ампелоценозов, ростовых и продукционных процессов от функционально сопряженных абиотических и антропогенных факторов.

В частности, раскрыты следующие ключевые особенности устойчивости виноградных ампелоценозов к абиотическим стрессам: устойчивость не является единым показателем, а представляет собой комплекс функционально сопряженных физиолого-биохимических и ростовых процессов:

- Водный режим (соотношение связанной и свободной воды, общая оводненность тканей).
- Фотосинтетический потенциал (содержание и соотношение хлорофиллов а и b, каротиноидов).
- Метаболическая активность (накопление осмолитов — пролина, сахарозы; синтез вторичных метаболитов — фенольных соединений, органических кислот; гормональный статус).
- Ростковая и продукционная активность (длина побегов, площадь листовой поверхности, закладка плодовых почек, количество соцветий).

Установлено, что протекторное действие биоминеральных агрохимикатов реализуется через активацию адаптивных возможностей растений, то есть стиму-

ляцию эндогенных механизмов устойчивости, а не прямое питание; повышение эффективности фотосинтеза даже в стрессовых условиях; индукцию синтеза защитных соединений (антиоксидантов, осмолитов, фенолов).

Эффективность действия агрохимикатов и выраженность защитных реакций существенно зависят от генотипа винограда (сорта), его эколого-географического происхождения и силы роста.

Установлена тесная положительная корреляция ($r = 0.885$) между величиной отношения связанной воды к свободной (показатель водоудерживающей способности и устойчивости к засухе) и площадью листовой поверхности.

Выявлена положительная регрессионная зависимость ($r = 0.841$) между содержанием глюкозы и суммарным содержанием хлорофиллов ($a+b$). Это подтверждает связь между углеводным обменом и активностью фотосинтетического аппарата.

Установленные математические зависимости (корреляции и уравнения регрессии) носят прогностический характер. Они позволяют не только констатировать эффект, но и моделировать и количественно предсказывать ростовой и продукционный отклик растений винограда на основе измерения ключевых физиологических показателей их устойчивости в конкретных почвенно-климатических условиях и при заданной агротехнике.

6. Разработаны принципы и модели управления уровнем реализации потенциала хозяйственной продуктивности ампелоценозов на основе протекторной функции системно применяемых некорневых обработок растений винограда и активации молекулярных процессов, связанных с защитными системами растений, образовании ассимилятов и, как следствие, стабилизации продукционных процессов на фоне дестабилизирующего влияния абиотических факторов.

Принцип системности и превентивности обработок заключается в том, что обработки носят не разовый, а системный характер и приурочены к ключевым физиологическим фазам развития винограда и к прогнозируемым периодам абиотических стрессов. Это приводит к заблаговременной активации защитных систем растения для повышения устойчивости, а не исправлению последствий стресса

Принцип комплексного и полифункционального воздействия – составы агрохимикатов подбираются таким образом, чтобы одновременно воздействовать на несколько звеньев метаболизма: энергетическое и углеводное обеспечение, активация ферментативных систем и синтеза фитогормонов, стимуляция неспецифической резистентности (элиситорный эффект).

Принцип адаптивности и учета условий среды – дозы, кратность и состав обработок дифференцируются в зависимости от сортовых особенностей, почвенно-климатических условий зоны, уровня агротехники.

7. Методы управления продукционным и адаптивным потенциалом виноградных растений на основе комплексной системы новых биологизированных агротехнологических приемов возделывания винограда на фоне стрессового воздействия меняющихся условий среды обоснованы результатами эмпирически выявленных протекторных свойствах препаратов, их пролонгированным действием, активацией процессов, связанных с защитными системами растений, образованием ассимилятов и, как следствие, стабилизации продукционных процессов на фоне дестабилизирующего влияния абиотических факторов, соответствием сроков применения препаратов и «критических» периодов сезонного развития растений винограда, усилением репродуктивной функции определенной категории побегов, формирующих в процентном отношении основную массу урожая винограда.

а. Комплексное влияние на адаптивную и генеративную функцию растений винограда агрохимикатов полифункционального действия обеспечивает получение стабильной, биологически обоснованной хозяйственной продуктивности винограда группы сортов различного эколого-географического происхождения. Основные товарные качества урожая на фоне применения минеральных и биоминеральных комплексов обеспечиваются преимущественно за счет формирования плотности и массы грозди, снижению количества горошащихся и больных ягод.

б. Системное применение органоминерального комплекса, содержащего биологически активные компоненты морских водорослей, *свободные аминокислоты, макро- и мезоэлементы, сбалансированную смесь хелатированных*

микроэлементов улучшает качество виноградного сула и приготовленных из него сухих виноматериалов.

8. Обоснована энергетическая и эколого-экономическая эффективность комплекса специальных агротехнологических приемов, направленных на более полную реализацию биологического потенциала винограда в условиях моноотраслевого производства. Применение агрохимикатов запасным и некорневым способом обеспечивает снижение нагрузки на почву, негативное влияние на экологию региона, одновременно повышая устойчивость предприятия за счет реализации биологического потенциала винограда в условиях моноотраслевого производства и получения высококачественной продукции, соответствующей нормативным регламентам. При этом имеет место оптимизация энергетической эффективности, как результат снижения затрат на фоне роста урожайности винограда, увеличение прибыльности и, соответственно, конкурентоспособности виноградовинодельческих предприятий.

Перспективы дальнейшей разработки темы.

Дальнейшее развитие исследований будет заключаться в переходе от изучения частных физиолого-агрохимических закономерностей к созданию целостной, прогностической и адаптивной системы управления агроценозом, основанной на принципах биологизации, цифровизации и глубоком понимании молекулярных основ устойчивости. Это позволит не только нивелировать негативные последствия изменяющейся среды, но и активно управлять продукционным и качественным потенциалом виноградных насаждений.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На основании проведенного комплексного анализа экспериментальных данных и выявленных закономерностей функционирования ампелоценозов в условиях юга России, для виноградопроизводящих предприятий рекомендуется:

1. В области методологии управления производственным процессом:

Рекомендуется внедрение принципа превентивного адаптивного управления, основанного на системном применении некорневых обработок органоминеральными комплексами полифункционального действия. Ключевым аспектом является синхронизация сроков применения агрохимикатов с критическими периодами органогенеза виноградного растения – дифференциацией эмбриональных соцветий, фазой цветения и интенсивного роста ягод.

2. В системе минерального питания и коррекции эдафических факторов:

Установлена необходимость дифференцированного подхода к оптимизации почвенных условий. Для дерново-карбонатных почв обязательным элементом технологии признано запасное локальное внесение фосфорно-калийных удобрений с целью повышения корнезаселенности пахотного и подпахотного горизонтов. Для черноземов южных первостепенное значение приобретает регулирование водного режима в комплексе с применением удобрений, содержащих подвижные формы макроэлементов.

3. В области повышения стрессоустойчивости ампелоценозов:

На основании выявленных физиолого-биохимических механизмов адаптации рекомендуется применение специализированных комплексов на основе монокалийфосфата и биологически активных компонентов (экстракты водорослей, аминокислоты, хелатированные микроэлементы). Доказана их эффективность в аккумуляции осмопротекторов (пролин, моносахариды), повышении водоудерживающей способности листового аппарата до 11,8% и сохранении функциональной активности фотосинтетических систем в условиях гидротермического стресса.

4. В системе мониторинга и прогнозирования продуктивности:

Целесообразно внедрение методов оперативной диагностики на основе установленных регрессионных зависимостей. Корреляция между соотношением связанной и свободной воды ($r=0.885$) и площадью листовой поверхности, а также между содержанием углеводов и хлорофиллов ($r=0.841$) позволяет осуществлять прогнозирование продукционного отклика растений на применяемые агротехнологические приемы.

5. В области управления качественными параметрами урожая:

Доказана экономическая целесообразность применения органоминеральных комплексов для улучшения товарных характеристик грозди – увеличения ее плотности и массы при одновременном снижении доли горошащихся и пораженных болезнями ягод. Для технических сортов установлено положительное влияние на биохимические показатели сахара и органолептические характеристики виноматериалов.

6. В организационно-технологической плоскости:

Рекомендуется переход от разрозненных агротехнических приемов к комплексной биологизированной системе возделывания, предусматривающей:

- дифференциацию технологических решений с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий подзон;
- применение препаратов с пролонгированным действием для аккумуляции резервных веществ в многолетних органах;
- оптимизацию энергозатрат через совмещение операций и снижение пестицидной нагрузки.

Реализация предложенной системы рекомендаций обеспечит стабилизацию продукционных процессов, повышение экологической устойчивости ампелоценозов и рост экономической эффективности виноградарских предприятий в условиях изменяющейся агроклиматической среды.

Список использованных источников

1. Абрамов, Ш.А., Власова О.К., Бахмулаева З.И. Влияние биоэкологических факторов на формирование углеводов столового винограда // Виноград и вино России. 2000. № 3. С. 11-14.
2. Авидзба, А.М., Иванченко В.И., Рыбалко Е.А. и др. Анализ влияния агроэкологических факторов на урожайность винограда на южном берегу Крыма // Виноградарство и виноделие. 2014. Т. 44. С. 48-52.
3. Авидзба, А.М., Иванченко В.И., Корсакова С.П., Фурса Д.И. Влияние агроклиматических факторов на продуктивность винограда на Южном берегу Крыма: тематический сборник – Ялта: НИВиВ «Магарач», 2007.– 26 с.
4. Агроландшафтные системы Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: территориальная организация, продуктивность, устойчивость: монография / В.Н. Тюрин, А.А. Мищенко, Л.А. Морева; под ред. В.Н. Тюрина. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2016. 236 с.
5. Адаптивный потенциал винограда в условиях стрессовых температур зимнего периода: метод. рекомендации / Рос. акад. с.-х. наук, СКЗНИИСиВ; [Егоров Е.А. и др.]. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2006. 156 с.
6. Аджиев, А.М. Нагрузка и длина обрезки сортов винограда в укрывной зоне виноградарства Дагестана // Научно-прикладные аспекты дальнейшего развития и интенсификации виноградно-винодельческой отрасли в связи со вступлением России в ЕС и ВТО. Махачкала, 2006. С. 256-257.
7. Алейникова, Г.Ю., Сегет О.Л., Цику Д.М., Разживина Ю.А. Ростовые процессы растений винограда в зависимости от схемы посадки и нагрузки кустов побегами // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 65(5). С. 222-237. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-5-65-222-237.
8. Алейникова, Г.Ю., Гугучкина Т.И., Руссо Д.Э. Оптимизация режима минерального питания винограда столового сорта Августин // Обеспечение устойчивого производства виноградовинодельческой отрасли на основе современных достижений науки: сб. науч. тр. 2010. С. 21-26.
9. Алейникова, Г.Ю., Петров В.С., Марморштейн А.А. База данных RU 2020620453 Агроклиматические показатели агротерритории Краснодарского края

за 1989-2018 годы для выявления оптимальных агроэкологических условий и рационального размещения виноградных насаждений. Заявка № 2020620286 от 02.03.2020. 2020.

10. Алейникова, Г.Ю., Гугучкина Т.И. Выделение микрозон для производства вин контролируемых наименований по происхождению в Темрюкском районе Краснодарского края // Научно-прикладные аспекты дальнейшего развития и интенсификации виноградо-винодельческой отрасли в связи со вступлением России в ЕС и ВТО: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Махачкала, 12-13 сент. 2006 г. Махачкала: Дагестанская республиканская газетно-журнальная типография, 2006. С. 89-95.

11. Алейникова, Г.Ю., Петров В.С. Агроэкологическое зонирование территории Краснодарского края для культуры винограда // Виноделие и виноградарство. 2018. № 1. С. 4-11.

12. Амирджанов, А.Г. Методы оценки продуктивности виноградников с основами программирования урожаев. Кишинев: Штиинца, 1992. 171 с.

13. Арутюнян, А.С. Удобрение виноградников. М.: Колос, 1965. 129 с.

14. Ахмедова, Ю.А. Эффект применения гиббереллина на бессемянных сортах винограда селекции АЗОС // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 61(1). С. 148-160.

15. Ахмедова, Ю.А., Разживина Ю.А. Управление продукционным процессом бессемянных сортов винограда путем гормональной регуляции // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2020. Т. 28. С. 131-136.

16. Балыкина, Е.Б., Ягодинская Л.П., Титаренко С.Л. Биологические основы регулирования численности паутиных клещей в яблоневых садах Крыма // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. 2009. № 39. С. 30-32.

17. Безуглов, Г.Ю., Чулков В.В. Оптимизация нагрузки маточных кустов винограда побегами - эффективный прием повышения их продуктивности // Плодоводство и ягодоводство России. М.: 2012. Т. XXXII. Ч. 2. С. 303-308.

18. Бейбулатов, М.Р., Игнатов А.П., Буйвал Р.А., Тихомирова Н.А. Применение удобрений нового поколения на виноградниках как способ интенсификации

отрасли // Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии (Том 1 - виноградарство). Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. С. 238-242.

19. Белюченко, И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология). Краснодар: КубГАУ, 2010. 356 с.

20. Большаков, В.А., Панкин М.И., Петров В.С. База данных RU 2018620901. База данных сортов винограда Анапской ампелографической коллекции. Заявка № 2018620553 от 07.05.2018. 2018.

21. Бондаренко, С.Г. Оптимизация нагрузки кустов и возможности программирования урожая винограда в Молдавии. Кишинев: 1982. 215 с.

22. Борисенко, М.Н., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Алгоритм ампелоэкологической оценки территории с применением современных информационно-географических и математико-статистических методов // Русский виноград. 2017. Т. 5. С. 159-166.

23. Бушин, П.М. Микроудобрения на виноградниках Узбекистана // Виноградарство и виноделие СССР. 1951. № 12. С. 24-28.

24. Виноград [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vinogradu.narod.ru> (дата обращения: 15.07.2022).

25. Виноград: перспективные и новые сорта с элементами агротехники / И.А. Кострикин [и др.]. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2004. 232 с.

26. Виноградарство / под ред. К.В. Смирнова. М.: Изд-во МСХА, 1998. 511 с.

27. Виноградарство с основами виноделия / под ред. Л.В. Кравченко. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. 472 с.

28. Власов, В.В., Власова Е.Ю., Шапошникова О.Ф., Булаева Ю.Ю. Ампелоэкологическая систематика земель Северного Причерноморья // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Высокоточные технологии производства, хранения и переработки винограда». Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. С. 17-24.

29. Внукова, А.С., Рыжа В.К. Роль соединения марганца и бора // Виноградарство и виноделие СССР. 1955. № 3. С. 35-38.

30. Волков, Я.А., Клименко Н.Н., Странишевская Е.П. Влияние посевов растений-сидератов на динамику численности микроорганизмов основных эколого-трофических групп в почве виноградника // Магарац. Виноградарство и виноделие. 2019. № 1. С. 36-40.
31. Волков, Я.А., Волкова М.В. Фитосанитарные риски при культивировании винограда с использованием биодинамического метода в Крыму // Магарац. Виноградарство и виноделие. 2017. № 2. С. 19-21.
32. Волкова, М.В., Якушина Н.А. Акарокомплекс виноградных насаждений и пути его стабилизации: методические рекомендации. Симферополь: Полипресс, 2012. 32 с.
33. Волынкин, В.А., Лиховской В.В., Олейников Н.П., Левченко С.В., Лисовой А.Н. Разработка схемы применения физиологически активных веществ для улучшения хозяйственно значимых показателей бессемянных сортов на примере сорта Южнобережный // Магарац. Виноградарство и виноделие. 2015. Т. 4. С. 16-18.
34. Воробьева, Т.Н., Волкова А.А., Ветер Ю.А. Методы эколого-токсикологической оценки и агробиологической реабилитации промышленных виноградников. Краснодар: Просвещение - Юг, 2009. 71 с.
35. Воробьева, Т.Н., Ветер Ю.А. Продуктивность ампелоценозов и агротехнические новации в виноградарстве (изучение, экологизация производства). Краснодар: Альфа-полиграф+, 2011. 200 с.
36. Гаприндашвили, Г.В. Длина плодовых побегов - важное звено в обрезке винограда // Виноделие и виноградарство СССР. 1984. № 6. С. 35-37.
37. Гордеев, Б.В., Нагиев З.С., Гусейнов Ш.Н. Продуктивность интенсивных виноградников на Тамани // Виноделие и виноградарство. 2006. № 6. С. 26-27.
38. ГОСТ 31782-2012 Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки (Технические условия). М.: Стандартинформ, 2012. 12 с.
39. ГОСТ 32786-2014 (UNECE STANDARD FFV-19:2010) Виноград столовый свежий (Технические условия) // Плодовые и ягодные культуры. М.: Стандартинформ, 2015. 16 с.

40. Государственный реестр селекционных достижений, разрешенных к использованию на территории России [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/> (дата обращения: 15.07.2022).

41. Гугучкина, Т.И., Серпуховитина К.А., Якименко Е.Н., Хмыров А.П. Влияние удобрений на урожайность, химический состав и качество виноматериалов из винограда сорта Мерло // Критерии прецизионности технологий садоводства и виноградарства (в прикладном аспекте). Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2007. С. 328-335.

42. Гугучкина, Т.И., Прах А.В., Красильников А.А., Белякова Е.А. Влияние некорневых подкормок на органолептические свойства виноматериалов из винограда сорта Шардоне // Обеспечение устойчивого производства виноградовинодельческой отрасли на основе современных достижений. Анапа: ГНУ АЗОС ВиВ СКЗНИИСиВ, 2010. С. 268-271.

43. Гусейнов, Ш.Н., Майбородин С.В., Руссо Д.Э. Реакции виноградного растения на применение различных агротехнических приемов в насаждениях индустриального и интенсивного типа // Виноделие и виноградарство. 2013. № 1. С. 29-32.

44. Гусейнов, Ш.Н., Чигрик Б.В., Нагиев З.С., Гордеева Н.Г., Гордеев Н.В. Агротехнические аспекты возделывания винограда сорта Левокумский на Кубани // Виноделие и виноградарство. 2010. № 2. С. 31-33.

45. Гусейнов, Ш.Н., Чигрик В.Н., Гордеев Б.В. Влияние нормы нагрузки на продуктивность сорта винограда Денисовский на Дону // Виноделие и виноградарство. 2007. № 6. С. 42-43.

46. Гусейнов, Ш.Н., Чигрик Б.В., Гордеева Н.Г. Продуктивность сорта винограда Левокумский при различных агротехнических воздействиях // Научные труды СКЗНИИСиВ. 2014. Т. 6. С. 156-161.

47. Дворнин, А.В., Ипатий А.Д. Влияние нагрузки и длины обрезки на урожай и качество винограда // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1984. № 12. С. 25-26.

48. Джамалутдинова, Р.Ш. Влияние длины обрезки на урожайность, качество и транспортабельность винограда // Стратегия устойчивого развития и инновационные технологии в садоводстве и виноградарстве. Махачкала: ФГОУ ВПО ДГСХА, 2010. С. 66-69.

49. Дикань, А.П. Плодоносность центральных почек сортов винограда в западно-предгорно-приморском районе Крыма // Виноград и вино России. 1995. № 2. С. 4-6.
50. Дикань, А.П., Замета О.Г. Урожай и товарность столовых сортов винограда в зависимости от длины обрезки // Виноград и вино России. 1996. № 5. С. 17-19.
51. Добролюбский, О.К., Славво А.В. Действие соединений цинка и кобальта // Виноградарство и виноделие СССР. 1955. № 4. С. 18-21.
52. Добролюбский, О.К., Рыжа В.К. Изменение биохимических процессов в винограде при использовании марганцевого удобрения // Физиология растений. 1962. № 1. С. 16-17.
53. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
54. Егоров, Е.А., Петров В.С. Сортовая политика в современном виноградарстве России // Виноградарство и виноделие. 2020. С. 147-151. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44056294> (дата обращения: 15.07.2022).
55. Егоров Е.А., Петров В.С., Панкин М.И. Потенциал продуктивности винограда: проблемы его реализации на промышленных насаждениях юга России // Виноделие и виноградарство. 2007. № 3. С. 7-9.
56. Ждамарова, О.Е. Агробиологические особенности роста и плодоношения новых районированных и интродуцированных сортов винограда в укрывной зоне Краснодарского края: дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 1999. 175 с.
57. Ждамарова, О.Е., Радчевский П.П., Чкалова О.С., Лаптинова О.С. Влияние толщины плодовой стрелки на продуктивность побегов винограда // Виноделие и виноградарство. 2007. № 6. С. 44-45.
58. Ждамарова, О.Е., Ждамарова А.Г., Радчевский П.П. Плодоносность развившихся на побегах глазков винограда // Виноделие и виноградарство. 2006. № 3. С. 48-49.
59. Ждамарова, О.Е., Радчевский П.П. Плодоносность почек винограда и особенности ее формирования. Краснодар, 2009. 184 с.
60. Жуков А.И., Панкин М.И., Дергунов А.В., Ларькина М.Д., Никулушкина Г.Е., Щербаков С.В. Столовые сорта винограда раннего срока созревания //

Сорта винограда Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия. Методические рекомендации. Краснодар, 2012. С. 6-9.

61. Занилов, А.Х., Мелентьева О.С., Накаряков А.М. Научно-методические рекомендации для сельскохозяйственных консультантов «Организация органического сельскохозяйственного производства в России» [Электронный ресурс]. 2019. URL: <https://soz.bio/organizaciyaorganicheskogo-selskohozyajstvennogo-proizvodstva-v-rossii/> (дата обращения: 15.07.2022).

62. Захарова, Е.И., Машинская Л.П. Формирование, обрезка и нагрузка виноградных кустов. Ростов-на-Дону: Кн. изд-во, 1972. 192 с.

63. Иваненко, Е.Н. и др. Влияние некорневых подкормок на восприимчивость винограда к болезням в орошаемых условиях Астраханской области // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2017. № 3(32). С. 31-36.

64. Исмаил, Ш.Х.А., Шаламова А.А., Абрамов А.Г., Абрамова Г.В. Влияние гиббереллина на продуктивность и качество ягод некоторых столовых бессемянных сортов винограда в условиях Республики Татарстан // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 63-65.

65. Исмаилов, А.Б. Продуктивность винограда сорта Ркацители в зависимости от нормы нагрузки кустов побегами и способов орошения // Стратегия устойчивого развития и инновационные технологии в садоводстве и виноградарстве. Махачкала: ФГОУ ВПО ДГСХА, 2010. С. 106-108.

66. Караев, М.К., Халипаев Ш.Г. Влияние нагрузки и длины обрезки на урожай и качество винограда // Виноделие и виноградарство. 2008. № 5. С. 32-33.

67. Карпова, Е.А. Роль минеральных удобрений в трансформации микроэлементного состояния почв агроландшафтов // Материалы VI-XII Биогеохимических чтений, посвященных памяти В.В. Ковальского (2006-2010 гг.) «Развитие идей континентальной биогеохимии и геохимической экологии» / Отв. ред. В.В. Ермаков. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 40-48.

68. Ключникова, Г.Н. Сахоронакопительная способность новых столовых и кишмишных сортов винограда и ее зависимость от различных факторов в условиях Тамани // Виноград и вино России. 2000. С. 10-12.

69. Колесник, Л.В. Влияние молибдена на некоторые физиологические процессы винограда // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1964. № 2. С. 7-8.
70. Колесник, Л.В., Колин И.П. Молибден и урожай винограда // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1961. № 7. С. 14-17.
71. 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.
72. Кострик, И.А. и др. Виноград: перспективные и новые сорта с элементами агротехники. Херсон: Редакция газеты «Надніпрянська правда», 1997. 171 с.
73. Красильников, А.А., Руссо Д.Э. Агроэкологические аспекты применения удобрений на основе дигестата в ампелоценозе // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2024. Т. 26. № 4 (130). С. 342-348.
74. Красильников, А.А., Руссо Д.Э. Влияние микроэлементов на рост и развитие побегов, площадь листьев и продуктивность винограда // Виноделие и виноградарство. 2015. № 2. С. 40-44.
75. Красильников, А.А., Руссо Д.Э. Удобрение виноградников: методические рекомендации. Краснодар, 2018. 45 с.
76. Красильников, А.А., Руссо Д.Э., Попов Р.Ю. Эффективность гуминового микроудобрения, универсального на винограде сорта Шардоне в условиях Абрау-Дюрсо // Повышение конкурентоспособности продукции виноградарства и виноделия на основе создания новых сортов и технологий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 125-летию Н.И. Вавилова. 2012. С. 148-153.
77. Красильников, А.А., Руссо Д.Э., Прах А.В. Влияние системного применения некорневых подкормок винограда на качество виноматериала и вина // Виноделие и виноградарство. 2019. № 1. С. 4-14.
78. Красильников, А.А., Руссо Д.Э., Прах А.В., Поздеев А.В., Попов Р.Ю. Влияние новых микроудобрений на урожай и качество винограда сорта Шардоне и виноматериалов из него // Виноделие и виноградарство. 2011. № 4. С. 42-43.
79. Красильников, А.А., Руссо Д.Э., Хорошкин А.Б. Интенсификация минерального питания виноградников: методические рекомендации. Краснодар, 2019. 38 с.

80. Красная книга Республики Крым. Животные / Отв. ред. С.П. Иванов, А.В. Фатерыга. Симферополь: АРИАЛ, 2015. 440 с.
81. Краснохина, С.И., Хисамутдинов А.Ф. Влияние нормирования кустов урожая на качество винограда сорта Бессемянный Магарача // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т. 18. С. 39-43.
82. Кухарский, М.С., Винцелару К.Г., Михайлюк И.В. Сортовая обрезка винограда в условиях интенсивного возделывания насаждений // Виноделие и виноградарство СССР. 1984. № 5. С. 43-47.
83. Лагутинская, Н.А. Влияние марганца, цинка и бора на урожай и качество винограда // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1962. № 2. С. 22-23.
84. Лиховской, В.В. Влияние биологически активных веществ на фенотипическую изменчивость бессемянных сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 49(1). С. 126-142.
85. Лукьянов, А.А., Петров В.С., Денисова Т.А. База данных RU 2021622650. База данных виноградопригодных почв Таманского полуострова Краснодарского края. Заявка № 2021622620 от 19.11.2021. 2021.
86. Лукьянова, А.А., Ахмедова Ю.А., Коваленко А.Г. Конкурентоспособные кишмишные сорта винограда Анапской ампелографической коллекции // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 58 (4). С. 21-34.
87. Луцкий, Е.О., Сундырева М.А. Влияние низкотемпературного стресса на активность антиоксидантных ферментов винограда // Плодоводство и виноградарство юга России. 2019. № 58(4). С. 58-71. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-4-58-58-71.
88. Малтабар, Л.М., Ждамарова А.Г. Методики проведения агробиологических учётов и наблюдений по виноградарству. Краснодар: Кубанский СХИ, 1982. 112 с.
89. Малых, Г.П., Андреева В.Е., Калмыкова Н.Н. Влияние корневых подкормок удобрением нового поколения Грин Го на урожайность винограда и качество вина сорта Ркацители // Вестник донского государственного аграрного университета. 2017. № 4-1(26). С. 63-71.

90. Малых, Г.П., Ерина Н.М., Макарова А.Г. Отзывчивость сорта винограда Восторг на применение макро- и микроудобрений на песчаных почвах // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 22. № 1. С. 34-38. DOI: 10.35547/IM.2020.22.1.007.
91. Мамилов, Б.Б., Габибова Е.Н. Особенности обрезки высокоштамбовых кустов винограда // Оптимизация технологического-экономических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда. Краснодар, 2008. Т. 2. С. 79-81.
92. Мамилов, Б.Б., Габибова Е.Н. Рациональный метод обрезки морозоустойчивого сорта винограда // Актуальные проблемы и пути их решения в современном плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве Дона. Персиановский, 2004. С. 43-47.
93. Мамилов, Б.Б. Система обрезки высокоштамбовых кустов винограда сорта Денисовский // Стратегия развития АПК: Технологии, экономика, переработка, управление. Персиановский, 2004. С. 57-58.
94. Мананкова, О.П. Влияние гиббереллина на плодообразование бессемянных сортов винограда // Человек-Природа-Общество: Теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. 2013. № 6. С. 43-46.
95. Матузок, Н.В., Малтабар Л.М. Совершенствование методики прогнозирования урожайности виноградных насаждений перед обрезкой // Виноград и вино России. 1996. № 5. С. 26-29.
96. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСИВ, 2010. 182 с.
97. Мироненко, О.В. Органический рынок России. Итоги 2017 года. Перспективы на 2018 год [Электронный ресурс]. 2018. URL: <http://rosorganic.ru/files/Mironenko%20Analitika%202017-18.pdf> (дата обращения: 15.07.2022).
98. Михов, Д.П. Влияние гиббереллина (GA3) и кольцевания на урожайность кустов и качество ягод у бессемянного столового сорта винограда Black Emerald // Виноградарство и виноделие. 2011. Т. 41. № 2. С. 31-33.
99. Мищенко, З.А. Агроклиматология: учебник. Киев: КНТ, 2009. 512 с.

100. Мищенко, З.А. Биоклимат дня и ночи. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.
101. Мищенко, З. А. Методика агроклиматического районирования винограда с оценкой вклада микроклимата // Экология винограда и урожай. – Кишинев, 1985. – С. 26–34.
102. Мищенко, З. А. Учет микроклимата при размещении виноградников и садов / З. А. Мищенко. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 103 с.
103. Мухортова, В. К. Исследование различных вариантов контурной обрезки штамбовых виноградников в условиях Нижнего Дона / В. К. Мухортова, В. В. Чулков // Инновационные технологии в плодоводстве, овощеводстве и декоративном садоводстве: сб. науч. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 102–107.
104. Мухортова, В. К. Оценка влияния различных методов обрезки на зимостойкость винограда в экологических условиях Ростовской области / В. К. Мухортова, Г. В. Завада // Актуальные проблемы экологии в антропогенных и природных ландшафтах: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 26 марта 2015 г. – Персиановский, 2015. – С. 86–87.
105. Мухортова, В. К. Результаты изучения различных способов обрезки штамбовых виноградников / В. К. Мухортова, В. В. Чулков // Научные труды СКЗ-НИИСиВ. Повышение эффективности инновационных процессов в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2015. – Т. 8. – С. 176–179.
106. Наумова, Л. Г. Анализ тенденций изменений урожайности сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко / Л. Г. Наумова, Л. Ю. Новикова // Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 5. – С. 44–49.
107. Наумова, Л. Г. Тенденции продолжительности вегетации сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко / Л. Г. Наумова, Л. Ю. Новикова // Виноделие и виноградарство. – 2013. – № 6. – С. 48–53.
108. Ненько, Н. И. Эффективность применения регулятора роста фуrolан на культуре винограда / Н. И. Ненько, Е. А. Егоров, И. А. Ильина, В. С. Петров [и др.] // Агрохимия. – 2015. – № 9. – С. 46–53.
109. Ненько, Н. И. Закономерности адаптации сортов винограда к абиотическим и биотическим стрессорам летнего периода / Н. И. Ненько, И. А. Ильина, В. С. Петров [и др.] // Плодоводство и виноградарство юга России. – 2017. – № 45(03).

110. Ненько, Н. И. Физиолого-биохимическая оценка сопряженной устойчивости сортов винограда к абиотическим стрессорам летнего периода Анапо-Таманской зоны / Н. И. Ненько, И. А. Ильина, В. С. Петров [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 25(1). – С. 51–75.
111. Ненько, Н. И. Адаптационная устойчивость винограда в летний период / Н. И. Ненько, И. А. Ильина, Т. В. Схалыхо [и др.] // Высокоточные технологии производства, хранения и переработки винограда: материалы междунар. конф., 17–19 августа 2010 г. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 50–59.
112. Ненько, Н. И. Метаболические изменения различных сортов винограда в активации защитных реакций на абиотические стрессы летнего периода / Н. И. Ненько, Г. К. Киселева, И. А. Ильина [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 72(6). – DOI: 10.30679/2219-5335-2021-6-72-145-159.
113. Никольский, М. А. Изменение анатомического строения и регенерационной активности подвойных черенков винограда сорта Кобер 5ББ под воздействием микроэлементов // Аграрная Россия. – 2016. – № 9. – URL: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2190>.
114. Никулушкина, Г. Е. Высококачественные столовые сорта селекции АЗОСВиВ – Маринка, Черномор анапский и их особенности / Г. Е. Никулушкина, М. Д. Ларькина // Виноградарство и виноделие. – 2015. – Т. XLV. – С. 15–17.
115. Новикова, Л. Ю. Динамическая модель сезонного развития винограда / Л. Ю. Новикова, Л. Г. Наумова // Агрофизика. – 2018. – № 2. – С. 46–52.
116. Новикова, Л. Ю. Модель температурной регуляции развития винограда / Л. Ю. Новикова, Л. Г. Наумова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 49. – С. 257–260.
117. Новикова, Л. Ю. Температурные потребности фенологических фаз распускания почек и цветения винограда в Ростовской области / Л. Ю. Новикова, Л. Г. Наумова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 46. – С. 292–296.
118. Носульчак, В. А. Исходный материал в селекции бессемянных сортов винограда // Виноделие и виноградарство. – 2021. – Т. 4. – С. 18–30.
119. Очилдиев, У. О. Влияние нагрузки кустов глазками сорта винограда Кишмиш Батир на развитие растений и их продуктивность / У. О. Очилдиев, Ж. Н. Файзиев, Н. Ш. Енилеев // Аграрная наука. – 2018. – № 10. – С. 47–49.

120. Павлюкова, Т. П. Влияние нагрузок куста побегами на ростовые процессы и фитосанитарное состояние виноградников / Т. П. Павлюкова, А. И. Талаш // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 4. – С. 35.
121. Павлюкова, Т. П. Роль оптимальной нагрузки и фитосанитарного состояния в получении качественного сырья винограда в различных экологических зонах Кубани / Т. П. Павлюкова, А. И. Талаш // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 4. – С. 34–35.
122. Павлюкова, Т. П. Эффективность агроприемов в зависимости от биологических особенностей сортов винограда в условиях Черноморской зоны Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ереван, 1981. – 28 с.
123. Павлюкова, Т. П. Зависимость продуктивности винограда от антропогенных факторов / Т. П. Павлюкова, Д. Э. Руссо // Виноделие и виноградарство. – 2010. – № 5. – С. 34–35.
124. Павлюкова, Т. П. Зависимость продуктивности винограда от уровня нагрузки кустов побегами / Т. П. Павлюкова, Д. Э. Руссо // Высокоточные технологии производства, хранения и переработки винограда. – 2010. – С. 158–164.
125. Павлюкова, Т. П. Нагрузка и длина обрезки побегов сорта Екатеринодарский / Т. П. Павлюкова // Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. – Т. 1. – С. 202–205.
126. Павлюченко, Н. Г. Потенциальная плодоносность сортов винограда при размножении в культуре In Vitro / Н. Г. Павлюченко, Н. И. Зимина // Магарах. Виноградарство и виноделие. – 2018. – № 3 (105). – С. 30–32.
127. Петров, В. С. Влияние изменений климата на фенологию винограда / В.С. Петров, Г. Ю. Алейникова, Л. Ю. Новикова, Л. Г. Наумова, А. А. Лукьянова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2019. – № 57(3). – С. 29–50. – DOI: 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50.
128. Петров, В. С. Методология управления устойчивостью, продуктивностью ампелоценозов и качеством продукции в условиях антропогенной интенсификации, глобального и локального изменения климата // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2018. – Т. 15. – С. 7–15. – DOI: 10.30679/2587-9847-2018-15-7-15.

129. Петров, В. С. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография / В. С. Петров, Г. Ю. Алейникова, А. А. Мarmorштейн. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2020. – 138 с.
130. Петров, В. С. Методы исследований в виноградарстве / В. С. Петров, Г. Ю. Алейникова, А. А. Мarmorштейн. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2021. – 147 с.
131. Петров, В. С. Методы исследований в виноградарстве / В. С. Петров, Г. Ю. Алейникова, А. А. Мarmorштейн. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2021. – 147 с.
132. Петров, В. С. Управление устойчивостью ампелоценозов в условиях антропогенной интенсификации производства и изменений климата юга России / В. С. Петров, Г. Ю. Алейникова, М. И. Панкин, Д. Э. Руссо [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 66(6). – С. 123–148.
133. Петров, В. С. Методология управления агробиологической, адаптивной и продукционной устойчивостью насаждений винограда в нестабильных погодных условиях и техногенной интенсификации производства / В. С. Петров, Г. Ю. Алейникова, О. Л. Сегет [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2024. – № 86(2). – С. 16–43.
134. Петров, В. С. Методология системного управления продукционным потенциалом ампелоценозов в условиях изменения климата и интенсификации производства / В. С. Петров, И. А. Ильина, М. И. Панкин [и др.] // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2022. – Т. 34. – С. 99–111.
135. Петров, В. С. Биологические методы управления продукционным и адаптивным потенциалом ампелоценозов / В. С. Петров, И. А. Ильина, М. И. Панкин, Г. Ю. Алейникова [и др.] // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2023. – Т. 36. – DOI: 10.30679/2587-9847-2023-36-162-176.
136. Петров, В. С. Агроэкологическая и продукционная устойчивость ампелоценозов в аномальных погодных условиях при использовании удобрений / В. С. Петров, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо // Виноделие и виноградарство. – 2015. – № 3. – С. 42–44.

137. Петров, В. С. Изменение ростовых процессов, продуктивности винограда и качества продукции под влиянием различных режимов минерального питания / В. С. Петров, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – № 34(4). – С. 64–71.

138. Петров, В. С. Ростовые и физиологические процессы, продуктивность и качество винограда при различных режимах минерального питания / В. С. Петров, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо, Н. И. Ненько // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 45(03). – С. 65–75.

139. Петров, В. С. Влияние факторов среды возделывания на закладку эмбриональных соцветий в центральных почках глазков винограда [Электронный ресурс] / В. С. Петров, Т. П. Павлюкова, В. В. Соколова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – № 33(3). – С. 51–59.

140. Петров, В. С. Влияние нагрузки кустов побегами и гроздьями на продуктивность винограда и его качество / В. С. Петров, Д. Э. Руссо // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 4. – С. 36–37.

141. Петров, В. С. Норма реакции винограда сорта Мерло в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России / В. С. Петров, Д. Э. Руссо, А. А. Красильников, А. А. Мarmorштейн // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 72(6). – С. 63–72.

142. Петров, В. С. Роль нагрузки кустов винограда побегами в их жизнедеятельности, адаптивности и плодоношении / В. С. Петров, Т. П. Павлюкова // Виноделие и виноградарство. – 2014. – № 3. – С. 30–32.

143. Полищук, А. Д. Влияние марганца на рост виноградных сеянцев / А. Д. Полищук // Виноград и вино СССР. – 1955. – № 3. – 27 с.

144. Полухина, Е. В. 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.

145. Прусакова, Л. Д. Регуляторы роста растений с иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.

146. Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Т. 2: Технические, овощные, плодовые, субтропические культуры, травы, пастбищная растительность, отгонное животноводство / под ред. Ю. С. Мельник, Н. В. Гулинова, С. А. Бедарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.

147. Русанов, А. М. Повышение устойчивости винограда к климатическим факторам Южного Урала / А. М. Русанов, С. В. Хардикова // Вестник ОГУ. – 2008. – № 5(86). – С. 125–130.

148. Руссо, Д. Э. Использование в ампелоценозе биоконцентрата для некорневых подкормок растений винограда / Д. Э. Руссо // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2025. – № 03(207). – IDA [article ID]: 2072503018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/03/pdf/18.pdf>.

149. Руссо, Д. Э. Управление продукционным потенциалом винограда внекорневыми подкормками микроудобрениями / Д. Э. Руссо // Магарач. Виноградарство и виноделие [Электронный ресурс]. – Ялта, 2025. – Т. 27, № 2. – С. 112–118. – Режим доступа: <https://magarach-journal.ru/index.php/magarach/article/view/467>.

150. Руссо, Д. Э. Продуктивность столовых сортов винограда Августин и Молдова при оптимизации минерального питания и нагрузки кустов побегами в условиях Тамани: дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2011. – 133 с.

151. Руссо, Д. Э. База параметров применения макро- и микроудобрений на культуре винограда в зависимости от природно-климатических зон Краснодарского края: свидетельство о регистрации базы данных № RU 2018620924 / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников. – 2018.

152. Руссо, Д. Э. Влияние препаратов гуминовой природы на качественные показатели винограда сорта Шардоне / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Инновационные технологии и тенденции в развитии и формировании современного виноградарства и виноделия. – 2013. – С. 23–28.

153. Руссо, Д. Э. Влияние режимов минерального питания на продукционный потенциал и качество винограда / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – Т. 5. – С. 120–126.

154. Руссо, Д. Э. Динамика продуктивности винограда столовых сортов при применении биоминеральных удобрений некорневым методом / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 82(4). – С. 176–200.
155. Руссо, Д. Э. Механизированные методы отбора почвенных образцов и обобщение результатов полевого агрохимического обследования почв ампелоценозов / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2024. – № 87(3). – С. 123–135.
156. Руссо, Д. Э. Микроудобрения и продуктивность винограда в нестабильных условиях возделывания / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 4(16). – С. 163–167.
157. Руссо, Д. Э. Научно обоснованная система применения некорневых удобрений виноградников в черноморской зоне Кубани / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Виноделие и виноградарство. – 2014. – № 5. – С. 53–55.
158. Руссо, Д. Э. Продуктивность и товарные качества урожая винограда в зависимости от внекорневых обработок растений специальными агрохимикатами направленного действия / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Магарац. Виноградарство и виноделие. – 2024. – Т. 26, № 3(129). – С. 242–246.
159. Руссо, Д. Э. Эколого-экономические аспекты применения удобрений на основе эфлюента в ампелоценозе / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2025. – № 91(1). – С. 69–76.
160. Руссо, Д. Э. Эффективность применения эфлюента «Биоконцентрат-Z» в ампелоценозе / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2023. – Т. 364. – С. 184–190.
161. Руссо, Д. Э. Эффективность системного применения биоминеральных препаратов некорневым способом в ампелоценозе / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 80(2). – С. 180–199.
162. Руссо, Д. Э. Эффективность органических и органоминеральных удобрений, применяемых некорневым методом, в ампелоценозах черноморской зоны виноградарства Краснодарского края / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников, В. С. Петров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 5(77). – С. 119–130.

163. Руссо, Д. Э. Влияние специальных органоминеральных микроудобрений нового поколения на качество винограда и виноматериалов / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников, О. Н. Шелудько // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 67(1). – С. 261–282.

164. Руссо, Д. Э. Элементы органического земледелия в технологической схеме возделывания винограда / Д. Э. Руссо, А. А. Красильников, Ю. Ф. Якуба, Г. К. Киселева, Т. В. Схалыхо // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2024. – № 85(1). – С. 225–238.

165. Рыбалко, Е. А. Адаптация математической модели пространственного распределения теплообеспеченности территории с целью эффективного размещения промышленных виноградников на территории Крымского полуострова // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 2. – С. 10–11.

166. Рыбалко, Е. А. Разработка математической модели пространственного распределения морозоопасности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова // Системы контроля окружающей среды. – 2016. – № 6(26). – С. 101–105.

167. Рыбалко, Е. А. Влияние агроэкологических условий на урожайность и качество винограда / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова, О. В. Ткаченко, Л. Б. Твардовская // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2015. – № 4. – С. 23–24.

168. Рыбалко, Е. А. Адаптация математической модели пространственного распределения теплообеспеченности территории с целью эффективного размещения промышленных виноградников на территории Крымского полуострова // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 2. – С. 10–11.

169. Рыбалко, Е. А. Анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории Крымского полуострова / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2022. – № 75(3). – С. 107–118.

170. Рыбалко, Е. А. Влияние агроэкологических условий на урожайность и качество винограда / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова, О. В. Ткаченко, Л. Б. Твардовская // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2015. – № 4. – С. 23–24.

171. Рыбалко, Е. А. Исследование тенденций изменения климатических условий в Республике Крым для планирования размещения виноградных насаждений / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова // Системы контроля окружающей среды. – 2018. – № 14(34). – С. 116–121.

172. Рыбалко, Е. А. Размещение промышленных виноградников с учетом распределения основных агроэкологических факторов, лимитирующих развитие винограда на территории Крымского полуострова / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова, М. А. Маевская // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 53(5). – С. 58–66.

173. Рыбалко, Е. А. Размещение сортов винограда в Республике Крым в зависимости от морозоопасности территории / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова // Магарац. Виноградарство и виноделие. – 2017. – № 1. – С. 26–28.

174. Рыбалко, Е. А. Разработка крупномасштабной картографической модели пространственного распределения теплообеспеченности на территории Крыма для культуры винограда с учётом морфометрических особенностей рельефа / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова, Л. Б. Твардовская // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. – 2016. – Т. 11. – С. 17–22.

175. Рыбалко, Е. А. Разработка математической модели пространственного распределения морозоопасности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда / Е. А. Рыбалко, Н. В. Баранова // Системы контроля окружающей среды. – 2016. – № 6(26). – С. 101–105.

176. Рябчун, О. П. Изучение внекорневой подкормки на виноградниках Абрау-Дюрсо / О. П. Рябчун // Виноград и вино СССР. – 1958. – № 5. – С. 53–54.

177. Серпуховитина, К. А. Почвы, корневая система и продуктивность винограда // Материалы междунар. дистанцион. научно-практ. конф. «Обеспечение устойчивого производства виноградовинодельческой отрасли на основе современных достижений науки», посвященной 125-летию профессора А. С. Мержаниана. – Анапа: ГНУ Анапская ЗОСВиВ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 164–168.

178. Серпуховитина, К. А. Удобрения нового поколения, урожайность и качество винограда / К. А. Серпуховитина, Э. Н. Худавердов, А. А. Красильников, В.

В. Кудряшова, Ю. В. Панежа // Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии (Том 1 – виноградарство). – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. – С. 242–255.

179. Серпуховитина, К. А. Эффективность новых агрохимических средств по показателям продуктивности и качества винограда / К. А. Серпуховитина, Э. Н. Худавердов, А. А. Красильников // Оптимальные технологические параметры биолого-технологических систем. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2008. – С. 289–294.

180. Серпуховитина, К. А. Урожай, качество винограда и вина в зависимости от микроудобрений / К. А. Серпуховитина, А. А. Красильников, А. В. Прах, Д. Э. Руссо // Методы и регламенты оптимизации структурных элементов агроценозов и управления реализацией продукционного потенциала растений. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2009. – С. 362–367.

181. Серпуховитина, К. А. Влияние препаратов гуминовой природы на качественные показатели винограда сорта Мерло / К. А. Серпуховитина, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо, Р. Ю. Попов // Виноделие и виноградарство. – 2012. – № 5. – С. 38–39.

182. Серпуховитина, К. А. Рост, развитие и продуктивность сортов при системном удобрении виноградников / К. А. Серпуховитина, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо, Э. Н. Худавердов // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 26(2). – С. 119–141.

183. Серпуховитина, К. А. Продуктивность побегов винограда в различных условиях выращивания / К. А. Серпуховитина, В. В. Кудряшова, А. А. Красильников // Критерии и принципы формирования высокопродуктивного виноградарства. – АЗОС ВиВ, 2007. – С. 98–106.

184. Серпуховитина, К. А. Оптимизация питания и нагрузок кустов побегами при производстве столовых сортов винограда / К. А. Серпуховитина, Д. Э. Руссо // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 3. – С. 32–36.

185. Серпуховитина, К. А. Восстановление поврежденных градом виноградников с помощью микроудобрений нового поколения / К. А. Серпуховитина, Д. Э. Руссо, М. А. Грюнер // Виноделие и виноградарство. – 2009. – № 4. – С. 46–47.

186. Серпуховитина, К. А. Эффективность удобрений и продуктивность винограда в связи с агротехническими условиями / К. А. Серпуховитина, Э. Н. Худавердов // Материалы междунар. дистанцион. научно-практ. конф. «Обеспечение устойчивого производства виноградовинодельческой отрасли на основе современных достижений науки», посвященной 125-летию профессора А. С. Мержаниана. – Анапа: ГНУ Анапская ЗОСВиВ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 19–21.

187. Серпуховитина, К. А. Микроудобрения в виноградарстве / К. А. Серпуховитина, Э. Н. Худавердов, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо. – Краснодар, 2010. – 193 с.

188. Серпуховитина, К. А. Микроудобрения, стабильность плодоношения, продуктивность и качество винограда / К. А. Серпуховитина, Э. Н. Худавердов, А. А. Красильников, Д. Э. Руссо // Высокоточные технологии производства, хранения и переработки винограда: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 171–179.

189. Серпуховитина, К. А. Эффективность применения микроудобрений при оптимизации технологии возделывания столовых сортов винограда / К. А. Серпуховитина, П. Н. Кондратьев // Методы и регламенты оптимизации структурных элементов агроценозов и управления реализацией продукционного потенциала растений. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2009. – С. 358–362.

190. Серпуховитина, К. А. Внескорневая подкормка винограда / К. А. Серпуховитина, А. И. Колесниченко // Виноделие и виноградарство СССР. – 1955. – № 8. – С. 49–50.

191. Серпуховитина, К. А. Удобрение и продуктивность винограда / К. А. Серпуховитина. – Краснодар, 1982. – С. 111–123.

192. Смирнов, К. В. Виноградарство: учебник / К. В. Смирнов, Л. М. Малтабар, А. К. Раджабов, Н. В. Матюзок, Л. П. Трошин. – М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2017. – 500 с.

193. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archive.org>.

194. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – ФГБУ «Государственная комиссия

Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») [Электронный ресурс]. – Сорты культуры «Подвой винограда». – Режим доступа: <http://reestr.gossort.com/reestr/culture/333>.

195. Стоев, К. Физиология винограда и основы его возделывания. – Т. 1 / К. Стоев. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 331 с.

196. Стоев, К. Физиология винограда и основы его возделывания. – Т. 2: Рост и развитие виноградной лозы / К. Стоев. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 386 с.

197. Схаляхо, Т. В. Оценка степени засухоустойчивости сортов винограда в условиях Анапо-Таманской зоны по физиолого-биохимическим и анатомо-морфологическим показателям / Т. В. Схаляхо, Г. К. Киселева // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 72(6).

198. Тимуш, А. И. Энциклопедия виноградарства. Т. 1 / А. И. Тимуш. – Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энциклопедии, 1986. – 502 с.

199. Трошин, Л. П. Технологии производства элитного посадочного материала и виноградной продукции, отбора лучших протоклонов / Л. П. Трошин. – Краснодар, 2005. – С. 15–49.

200. Трошин, Л. П. Институту винограда и вина “Магарач” – 170 лет / Л. П. Трошин // Виноград и вино России. – 1998. – № 3. – С. 1–6.

201. Трошин, Л. П. Сочетаемость признаков комплексной устойчивости сортов винограда / Л. П. Трошин // Виноградарство и виноделие СССР. – 1983. – № 3. – С. 28.

202. Трошин, Л. П. Рекомендуемые сорта и клоны винограда Северного Кавказа / Л. П. Трошин, П. П. Радчевский, Г. В. Олешко // Технологии производства элитного посадочного материала и виноградной продукции, отбора лучших протоклонов. – Краснодар: АлВи-Дизайн, 2005. – С. 108–253.

203. Трошин, Л. П. Устойчивые сорта винограда / Л. П. Трошин, Н. А. Свириденко. – Симферополь: Таврия, 1988. – 207 с.

204. Трюханова, А. П. Для лучшего плодоношения / А. П. Трюханова // Сельские зори. – 1976. – № 6. – 59 с.

205. Федеральный закон «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» от 27.12.2019 № 468-ФЗ (ред. от 08.12.2020).

206. Худавердов, Э. Н. Применение новых малозатратных агрохимических средств на виноградниках / Э. Н. Худавердов // Виноград и вино России. – 1999. – № 4. – 5 с.
207. Худавердов, Э. Н. Эффективность применения агрохимических средств нового поколения / Э. Н. Худавердов, М. А. Грюнер // Формы и методы научного и организационно-экономического обеспечения отраслей в условиях рыночных отношений (садоводство и виноградарство). – Краснодар, 2001. – С. 73–76.
208. Цейко, А. И. Методика построения полевого опыта в виноградарстве с заданной (повышенной) точностью / А. И. Цейко // Труды ВНИИ виноградарства и виноделия «Магarach». – 1967. – Т. 16. – С. 83–86.
209. Цехоновский, Н. И. Виноград и вино России / Н. И. Цехоновский. – 1998. – № 4. – С. 8–9.
210. Читаов, М. Р. Формирование качества винограда и вина в зависимости от климатических факторов экологических зон выращивания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. Р. Читаов. – Краснодар, 2007. – 23 с.
211. Чулков, В. В. Способ обрезки маточных насаждений с учетом биологического потенциала виноградных кустов / В. В. Чулков, Б. Б. Мамилов // Генетические ресурсы и селекционное обеспечение современного виноградарства. – Новочеркасск: Изд-во ГНУ ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко, 2011. – С. 233–237.
212. Чулков, В. В. Влияние высоты среза побегов при контурной обрезке на показатели нагрузки виноградных кустов / В. В. Чулков, О. П. Петренко // Вопросы сельскохозяйственных наук. Вып. 1. – Персиановский: Изд-во ДонГАУ, 2011. – Вып. 1. – С. 10–11.
213. Чулков, В. В. Оптимизация обрезки плодоносящих кустов винограда / В. В. Чулков, Д. В. Привалов, Е. А. Савченко // Высокоточные технологии производства, хранения и переработки винограда. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – Т. 1. – С. 164–167.
214. Шишкин, П. В. Влияние нагрузки кустов на рост побегов винограда / П. В. Шишкин, В. Н. Сизов // Виноградарство и виноделие СССР. – 1990. – № 2. – С. 17–21.
215. Щербатюк, Н. А. Плодоносность винограда в зависимости от силы кустов и их нагрузки / Н. А. Щербатюк // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1971. – № 5. – С. 56–59.

216. Яковенко, И. М. Эколого-экономические аспекты рекреационного природопользования в Крыму [Электронный ресурс] / И. М. Яковенко. – 2001. – Режим доступа: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/92093/42Yakovenko.pdf?sequence=1>.

217. Aazami M.A., Asghari-Aruq M., Hassanpouraghdam M.B., Ercisli S., Baron M., Sochor J. Low temperature stress mediates the antioxidants pool and chlorophyll fluorescence in *Vitis vinifera* L. cultivars // *Plants*. 2021. Vol. 10. 1877. <https://doi.org/10.3390/plants10091877>

218. Abdel-Mohsen M.A. Application of various pruning treatments for improving productivity and fruit quality of crimson seedless grapevine // *World Journal of Agricultural Sciences*. – 2013. – Vol. 9. – №. 5. – P. 377-382.

219. Abu-Zahra T. R. Berry size of Thompson seedless as influenced by the application of gibberellic acid and cane girdling // *Pak. J. Bot.* – 2010. – Vol. 42, №. 3. – P. 1755-1760.

220. Ahmed S., Roberto S.R., Shahab M., Colombo R.C., Silvestre J.P., Koyama R., de Souza R.T. Proposal of double-cropping system for 'BRS Isis' seedless grape grown in subtropical area // *Scientia Horticulturae*. – 2019. – Vol. 251. – P. 118-126.

221. Alonso F., Chiamolera F.M., Hueso J.J., González M., Cuevas J. Heat Unit Requirements of “Flame Seedless” Table Grape: A Tool to Predict Its Harvest Period in Protected Cultivation // *Plants*. – 2021. – Vol. 10. – 904.

222. Alrashdi A.M.A., Al-Qurashi A.D., Awad M.A., Mohamed S.A., Al-rashdi A.A. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of ‘El-Bayadi’ table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray // *Scientia Horticulturae*. – 2017. – Vol. 220. – P. 243 249.

223. Alscher R.G., Cumming J.R. Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms. Wiley-Liss, 1990.

224. Antivilo F.G., Paz R.C., Echeverria M., Keller M. Thermal history parameters drive changes in physiology and cold hardiness of young grapevine plants during winter // *Agricultural and Forest Meteorology* – 2018. – No. 262 (15). P. 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.017>

225. Asada K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions // *Plant Physiology*. 2006. Vol. 141. P. 391–396. <https://doi.org/10.1104/pp.106.082040>

226. Asada K. The water-water cycle in chloroplasts: Scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons // *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*. 1999. Vol. 50. P. 601-639.

227. Asharaf M., Mahmood S. Response of four brassica species to drought stress. *Experimental Botany*. – 1990. – Vol. 30. – P. 93–100. [https://doi.org/10.1016/0098-8472\(90\)90013-T](https://doi.org/10.1016/0098-8472(90)90013-T)

228. Azuma A. Genetic and Environmental Impacts on the Biosynthesis of Anthocyanins in Grapes // *The Horticulture Journal* – 2018. – No. 87. P. 1–17. doi: 10.2503/hortj.OKD-IR02

229. Azuma A. Genetic and Environmental Impacts on the Biosynthesis of Anthocyanins in Grapes // *The Horticulture Journal* – 2018. – No. 87. P. 1–17. doi: 10.2503/hortj.OKD-IR02.

230. Badr, G. Analysis of several bioclimatic indices for viticultural zoning in the Pacific Northwest / G. Badr, G. Hoogenboom, M. Abouali, M. Moyer, M. Keller // *Clim Res*. – 2018. – Vol. 76. – P. 203-223.

231. Barka E.A., Audran J.C. Response of champenoise grapevine to low temperatures: Changes of shoot and bud proline concentrations in response to low temperatures and correlations with freezing tolerance // *Journal of Horticultural Science* – 1997. – No. 72. P. 577–582.

232. Bartosz G. Oxidative stress in plants // *Acta physiologiae plantarum*. 1997. Vol. 19(1). P. 47-64. <https://doi.org/10.1007/s11738-997-0022-9>

233. Basu S., Ramegowda V., Kumar A., Pereira A. Plant adaptation to drought stress // *F1000Research*. – 2016. – Vol. 5. – P. 1554. <https://doi.org/10.12688/f1000research.7678.1>

234. Beauchet S., Cariou V., Renaud-Gentie C., Meunier M., Siret R., Thiollot-Scholtus M. Modeling grape quality by multivariate analysis of viticulture practices, soil and climate // *Oeno One*. – 2020. – Vol. 54. No. 3. – P. 601-622.

235. Bois, B. High resolution climate spatial analysis of European winegrowing regions / B. Bois, A. Blais, M. Moriomdo, G. Jones // IXe International Terroirs Congress. – 2012. – P. 17-20.
236. Bois, B. Temperature-based zoning of the Bordeaux wine region / B. Bois, D. Joly, H. Quéno, P. Pieri, J.-P. Gaudillère, D. Guyon, E. Saur, C. van Leeuwen // OENO One. – 2018. – Vol. 52(4). – P. 291-306.
237. Bois, B. Thermal risk assessment for viticulture using monthly temperature data / B. Bois, M. Moriondo, G. Jones // Xth International Terroirs Congress Tokaj Eger Hungary. – 2014. – P. 227-232.
238. Bois, B., Joly, D., Quenol, H., Pieri, P., Gaudillère, J. P., Guyon, D., Saur, E., & van Leeuwen, C. (2018). Temperature-based zoning of the Bordeaux wine region. OENO One, 52(4).
239. Boneh U., Biton I., Zheng C. et al Characterization of potential ABA receptors in *Vitis vinifera* // Plant Cell Rep. – 2012 – No. 31. P. 311–321.
240. Botelho R.V., Pires E.J.P., Terra M.M. Brotação e produtividade de videiras da cultivar Centennial Seedless (*Vitis vinifera* L.) tratadas com cianamida hidrogenada na região noroeste do estado de São Paulo // Rev. Bras. Frutic. 2002. – Vol. 24, №. 3. – P. 611-614.
241. Botelho R.V., Pires E.J.P., Terra M.M., Cato S.C. Effects of thidiazuron and gibberellic acid on cluster and berry characteristics of 'Vênus' table grape in the North-western São Paulo State // Ciência e Agrotecnologia. – 2003. – Vol. 27(2). – P. 312-318.
242. Botelho R.V., Pires E.J.P., Terra M.M., Miele A. Effect of thidiazuron and gibberellic acid on the cluster and berry characteristics of the Centennial Seedless table grape // Bulletin OIV. – 2002. – Vol. 75, Is. 861-862. – P. 757-781.
243. Bramley, RGV (2020). "Precision Viticulture: Managing vineyard variability to improve quality" in the book "Wine Quality Management: Viticulture and Wine Quality". New York, NY: Elsevier, Vol. 1. DOI: 10.1016 / C2016-0-02279-9.
244. Brillante, L. Carbon Isotope Discrimination ($\delta^{13}\text{C}$) of Grape Musts Is a Reliable Tool for Zoning and the Physiological Ground-Truthing of Sensor Maps in Precision

Viticulture / L. Brillante, J. Martínez-Lüscher, R. Yu, S.K. Kurtural // *Front. Environ. Sci.* – 2020. – Vol. 8. – 561477.

245. Brisson N., Gary C., Justes E. et al. An overview of the crop model STICS // *European Journal of Agronomy.* – 2003. – Vol. 18. – P. 309-332.

246. Bunea C. – I. The influence of green works on Seyvevillard 18402 grapes qualite, vine with biological resistance / C. – I. Bunea, M.L. Muncaciu, №. Dop. // *Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med. Cluj – Napoca. Hort.* 2013, №1. – P. 60-67.

247. C. van Leeuwen, C., & Seguin, G. (2006). The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*, 17(1), 1-10.

248. C. van Leeuwen, K., Variant, P., Chenet, X., Tregoat, O., Kunduras, S., and Dubourdieu, D. (2004). Influence of climate, soil and varieties on terroir. *J. Enol. Vitis*. 55, 207–217.

249. Caldana, N.F. da S. Agroclimatic risk zoning of Grape in the hydrographic basin of Paraná River III, Brazil / N.F. da S. Caldana, L. Rodrigues, L.G.B. Ferreira, D.S. Alves, P.H. Caramori, M.A. de A. e Silva // *Revista de Ciências Agrárias.* – 2021. – Vol. 64. – P. 1-9.

250. Carvalho L.C., Coito J.L., Colaço S., Sangiogo M., Amâncio S. Heat stress in grapevine: the pros and cons of acclimation // *Plant, Cell and Environment* – 2015. – No. 38. – P. 777–789. doi: 10.1111/pce.12445

251. Casanova L., Casanova R., Moret A., Agustí M. The application of gibberellic acid increases berry size of “Emperatriz” seedless grape // *Spanish Journal of Agricultural Research.* – 2009. – Vol. 7(4). – P. 919-927.

252. Casanova L., González-Rossia D., Casanova R., Agustí M. Scoring increases carbohydrate availability and berry size in seedless grape ‘Emperatriz’ // *Scientia Horticulturae.* – 2009. – Vol. 122, I. 1. – P. 62-68.

253. Cattivelli L., Fulvia R., Franz, W.B., Mazzucotelli E., et. al. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics // *Field Crops Res.* – 2008. – Vol. 105 (1–2). – P. 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.07.004>

254. Chai L., Li Y., Chen S., Perl A., Zhao F., Ma H. RNA sequencing reveals high resolution expression change of major plant hormone pathway genes after young seedless grape berries treated with gibberellin // *Plant Science*. – 2014. – Vol. 229. – P. 215-224.
255. Colombo R.C., Roberto S.R., da Cruz M.A., de Carvalho D.U., Yamamoto L.Y., Nixdorf S.L., Pérez-Navarro J., Gómez-Alonso S., Shahab M., Ahmed S., Gonçalves L.S.A., de Souza R.T., Hermosín-Gutiérrez I. Characterization of the phenolic ripening development of ‘BRS Vitoria’ seedless table grapes using HPLC–DAD–ESI–MS/MS // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2021. – V. 95. – 103693.
256. Costa R., Fraga H., Fonseca A. et al. Grapevine phenology of cv. Touriga Franca and Touriga Nacional in the Douro wine region: modeling and climate change projections // *Agronomy journal*. – 2019. – 9, 210. – 20 p.
257. Crupi P., Alba V., Masi G., Caputo A.R., Tarricone L. Effect of two exogenous plant growth regulators on the color and quality parameters of seedless table grape berries // *Food Research International*. – 2019. – Vol. 126. – 108667.
258. Crupi P., Antonacci D., Savino M., Genghi R., Perniola R., Coletta A. Girlding and gibberellic acid effects on yield and quality of a seedless red table grape for saving irrigation water supply // *European Journal of Agronomy*. – 2016. – Vol. 80. – P. 21-31.
259. Смирнов, К.В. Научные основы разработки и совершенствования прогрессивных систем ведения и формирования кустов винограда / К.В. Смирнов // *Виноград и вино России*. – 1997. № 4. – С. 2-6.
260. da Silva Sales W., Ishikawa F.H., de Carvalho Souza E.M., Nascimento J.H.B., de Souza E.R., de Souza Leão P.C. Estimates of repeatability for selection of genotypes of seedless table grapes for Brazilian semiarid regions // *Scientia Horticulturae*. – 2019. – Vol. 245. – P. 131-136.
261. De Rességuier, L., Mary, S., Le Roux, R., Petitjean, T., Quénol, H., & van Leeuwen, C. (2020). Temperature variability at local scale in the Bordeaux area. Relations with environmental factors and impact on vine phenology. *Frontiers in Plant Science*, 11.

262. de Souza Leão P.C., do Nascimento J.H.B., de Moraes D.S., de Souza E.R. Yield components of the new seedless table grape 'BRS Ísis' as affected by the rootstock under semi-arid tropical conditions // *Scientia Horticulturae*. – 2020. – Vol. 263. – 109114.

263. Degu A., Ayenew B., Cramer G.R., Fait A. Polyphenolic responses of grapevine berries to light, temperature, oxidative stress, abscisic acid and jasmonic acid show specific developmental-dependent degrees of metabolic resilience to perturbation // *Food Chemistry* – 2016. – No. 212. P. 828–836.

264. Dekov I., Tsonev T., Nor Danov I. Effect of water stress and high temperature stress on structure and activity of photosynthetic apparatus of maize and sunflower // *Photosynthetica*. – 2000. – Vol. 38. – P. 361–366.
<https://doi.org/10.1023/A:1010961218145>

265. Dierenbach J., Badeck F.W., Schaber J. The plant phenological online database (PPODB): an online database for long-term phenological data // *Int J Biometeorol*. – 2013. – Vol. 57. – P. 805-812.

266. Dimovska V., Ivanova V., Salamovska A., Ilieva F. Flame Seedless grape variety (*Vitis vinifera* L.) and different concentration of gibberellic acid (GA3) // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2014. – Vol. 20(1). – P. 137-142.

267. Dokoozlian N.K., Peacock W.L. Gibberellic Acid Applied at Bloom Reduces Fruit Set and Improves Size of 'Crimson Seedless' Table Grapes // *HortScience*. – 2001. – Vol. 36(4). – P. 706-709.

268. Domingos S., Nobrega H., Raposo A., Cardoso V., Soares I., Ramalho J.C., Leitão A.E., Oliveira C.M., Goulao L.F. Light management and gibberellic acid spraying as thinning methods in seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.): Cultivar responses and effects on the fruit quality // *Scientia Horticulturae*. – 2015. – Vol. 197. – P. 297-303.

269. Domingos S., Nobrega H., Raposo A., Cardoso V., Soares I., Ramalho J.C., Leitão A.E., Oliveira C.M., Goulao L.F. Light management and gibberellic acid spraying as thinning methods in seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.): Cultivar responses and effects on the fruit quality // *Scientia Horticulturae*. – 2016. – Vol. 201. – P. 68-77.

270. Ershadi A., Karimi R., Mahdei K.N. Freezing tolerance and its relationship with soluble carbohydrates, proline and water content in 12 grapevine cultivars // *Acta Physiol Plant*. 2016. Vol. 38 (2). <https://doi.org/10.1007/s11738-015-2021-6>

271. Ershadi A., Karimi R., Naderi K. M. Freezing tolerance and its relationship with soluble carbohydrates, proline and water content in 12 grapevine cultivars // *Acta Physiol. Plant.* – 2016. – No. 38 (2). P. 1–10. DOI 10.1007/s11738-015-2021-6

272. EU rules for organic wine production. – [Электронный ресурс].– 2013. – URL: https://orgprints.org/29867/1/ifoameu_reg_wine_dossier_201307.pdf

273. Favero, A.C. Double-pruning of «Syrah» grapevines: A managements strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast / A.C. Favero, D. Angelucci de Amorim, R. Vieira da Nota, A.M. Soares, C.R. de Souza, M. de Albuguerue Regina // *Vitis*. 2011. 50, №4. – P. 151-158.

274. Filimon R.V., Rotaru L., Filimon R.M. Quantitative investigation of leaf photosynthetic pigments during annual biological cycle of *Vitis vinifera* L. table grape cultivars // *South African Journal of Enology and Viticulture* – 2016. – No. 37 (1). P. 1–14. scielo.org.za

275. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walker M.A. Early Measures of Drought Tolerance in Four Grape Rootstocks // *Journal of the American Society for Horticultural Science* – 2017.– No. 142. P. 36-46. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16>

276. Fraga H., Malheiro A.C., Moutinho-Pereira J. et al. Future scenarios for viticultural zoning in Europe: ensemble projections and uncertainties // *Int J Biometeorol.* – 2013. – Vol. 57. – P. 909-925.

277. Fraga H., Molitor D., Leolini L., Santos J.A. What Is the Impact of Heatwaves on European Viticulture? A Modelling Assessment // *Appl. Sci.* – 2020. – Vol. 10. – 3030.

278. Gaiotti F., Pastore C., Filippetti I., Lovat L., Belfiore N., Tomasi D. Low night temperature at veraison enhances the accumulation of anthocyanins in Corvina grapes (*Vitis vinifera* L.) // *Scientific Reports* – 2018. – No. 8. P. 8719.

279. Galina Aleynikova and Olga Seget. Realization of biological productivity of grape varieties in conditions of the south of Russia under influence of shoot load. *BIO Web Conf.* Volume 34, 2021, p.6. International Scientific Conference “Biologization of

the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture” (BIOLOGIZATION 2021)
DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213401011>

280. Garcia de Cortazar-Atauri I. Brisson N., Segun B., Gaudillere J., Baculat B. Simulation of budbreak date for vine. The BRIN model. Some applications in climate change study // Proceedings of the XIV International GESCO Viticulture Congress / Geisenheim, Germany, (23 27 August) – 2005. – P. 485-490.

281. Garg N., Manchanda G. ROS generation in plants: Boon or bane? // Plant Biosystems. 2009. Vol. 143(1). <https://doi.org/10.1080/11263500802633626>

282. Ghasemi A.A., Ershadi A., Fallahi E. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars // Hort. Science. 2012. Vol. 47. P. 1821–1825. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.12.1821>

283. Gladstones J. Viticulture and environment. – Underdale: Winetitles. – 1992. – 320 p.

284. Gladstones, J. (2011). Wine, terroir and climate change. Wakefield Press.

285. Goffinet M.C. The anatomy of low-temperature injury of grapevines // In: Proceedings of the ASEV 50th Anniversary Meeting (June 19-23, 2000). – Seattle, Washington, 2000. P. 94–100.

286. Grant T.N.L., Dami I.E. Physiological and Biochemical Seasonal Changes in *Vitis* Genotypes with Contrasting Freezing Tolerance // Am. J. Enol. Vitic. – 2015. – No. 66. P.195–203. DOI: 10.5344/ajev.2014.14101

287. Gu B., Zhang B., Ding L. et al. Physiological change and transcriptome analysis of chinese wild *Vitis amurensis* and *Vitis vinifera* in response to cold stress // Plant Mol Biol Rep. 2020. Vol. 38. P. 478–490. <https://doi.org/10.1007/s11105-020-01210-5>

288. Guzmán Y., Pugliese B., González C.V., Travaglia C., Bottini R., Berli F. Spray with plant growth regulators at full bloom may improve quality for storage of 'Superior Seedless' table grapes by modifying the vascular system of the bunch // Postharvest Biology and Technology. – 2021. – V. 176. – 111522.

289. Harrell D.C., Williams L.E. The Influence of Girdling and Gibberellic Acid Application at Fruitset on Ruby Seedless and Thompson Seedless Grapes // Am J Enol Vitic. – 1987. – Vol. 38. – P. 83-88.

290. He Wei-Di, Gao Jie, Dou Tong-Xin, Shao Xiu-Hong, Bi Fang-Cheng, Sheng Ou, Deng Gui-Ming, Li Chun-Yu, Hu Chun -Hua, Liu Ji-Hong, Zhang Sheng, Yang Qiao-Song, Yi Gan-Jun. Early cold-induced peroxidases and aquaporins are associated with high cold tolerance in Dajiao (*Musa* spp. 'Dajiao') // *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00282>
291. Heidarvand L., Maali Amiri R. What happens in plant molecular responses to cold stress? // *Acta Physiol Plant*. 2010. Vol. 32. P. 419–431. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0451-8>
292. 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. <https://doi:10.1016/j.scienta.2017.02.019>
293. Jia D., Jiang Q., van Nocker S., Gong X., Ma F. An apple (*Malus domestica*) NAC transcription factor enhances drought tolerance in transgenic apple plants // *Plant Physiol. Biochem.* – 2019. – Vol. 139. – P. 504-512. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.04.011>
294. Jiang H.Y., Li W., He B.J., Gao Y.H., Lu J.X. Sucrose metabolism in grape (*Vitis vinifera* L.) branches under low temperature during overwintering covered with soil // *Plant Growth Regul.* 2014.– No. 72(3). P.229–238.
295. Jiao L., Zhang Y., Lu J. Overexpression of a stress-responsive U-box protein gene VaPUB affects the accumulation of resistance related proteins in *Vitis vinifera* 'Thompson Seedless' // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2017. – No. 112. P. 53–36. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.12.019>
296. Joshi R., Wani S.H., Singh B. et al. Transcription factors and plants response to drought stress: current understanding and future directions // *Frontiers in Plant Science*. – 2016. – Vol. 7. – P. 1029. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01029>
297. Kalkan N.N., Kaya Ö., Karadogan B., Köse C. Determination of cold damage and lipid peroxidation levels of Karaerik (*Vitis vinifera* L.) grape cultivar having different trunk height in winter buds // *J. Agric. Sci.* – 2017.– No. 32(1). P.11–17.

298. Karimi R. Cold hardiness evaluation of 20 commercial table grape (*Vitis Vinifera* L.) cultivars // *International Journal of Fruit Science*. 2020. Vol. 20 (3). P. 433-450. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1651242>
299. Karimi R. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine // *Scientia Horticulturae* – 2017. – No. 215. P. 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.scienta>
300. Karimi R., Ershadi A. Role of exogenous abscisic acid in adapting of ‘Sultana’ grapevine to low temperature stress // *Acta Physiol. Plant.* – 2015. – No. 37. P. 151.
301. Karimi R., Ershadi A., Esna-Ashari M., Akbar Booja M.M. Seasonal changes in soluble proteins, total phenol and malondialdehyde content and their relationship with cold hardiness of some grapevine cultivars // *Agricult. Crop Manag. (J. Agricult.)*. – 2015.– No. 16. P. 999–1013. <http://journals.ut.ac.ir>
302. Karimi S., Yadollahi A., Nazari-Moghadam R., Imani A. et. al. In vitro screening of almond (*Prunus dulcis* (Mill.)) genotypes for drought tolerance // *J. BIOL. ENVIRON. SCI.* – 2012. – Vol. 6 (18). – P. 263–270.
303. Kaspar F., Zimmermann K., Polte-Rudolf C. An overview of the phenological observation network and the phenological database of Germany's national meteorological service (Deutscher Wetterdienst) // *Adv. Sci. Res.* – 2014. – Vol. 11. – P. 93-99.
304. Kaur S., Arora N.K., Gill K.B.S., Sharma S., Gill M.I.S. Hexanal formulation reduces rachis browning and postharvest losses in table grapes cv. ‘Flame Seedless’ // *Scientia Horticulturae*. – 2019. – Vol. 248. – P. 265-273.
305. Kaya Ö. Bud Death and Its Relationship with Lateral Shoot, Water Content and Soluble Carbohydrates in Four Grapevine Cultivars Following Winter Cold // *Erwerbs-Obstbau* – 2020. – No. 62 (1). P. 43–50. <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00495-w>
306. Kazemi-Shahandashti S., Maali-Amiri R. Global insights of protein responses to cold stress in plants: Signaling, defence, and degradation // *Journal of Plant Physiology*. 2018. Vol. 226. P. 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.03.022>

307. Kidwai M., Zareen Ahmad I., Chakrabarty D. Class III peroxidase: an indispensable enzyme for biotic/abiotic stress tolerance and a potent candidate for crop improvement // Plant Cell Reports. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00299-020-02588-y>

308. Kok, D. Responses of Grape Quality Characteristics of Some Table Grape Varieties (*V. vinifera* L.) Grown in Northwestern Turkey to Heat Summation Index and Latitude-temperature Index // Erwerbs-Obstbau. - 2020. – Vol. 62. – P. 17-23.

309. Köse C., Kaya Ö. Determination of resistance to low temperatures of winter buds according to position in Karaerik (*V. vinifera* L.) grape cultivar // International Journal of Scientific and Research Publications – 2017. – No. 7 (4). P. 64–68. doi: 10.1007/s11738-017-2513-7

310. Koussa T., Rifai L.A., Cherrad M. Annual variations of alpha-amylase and invertase activities in buds and internodes of grapevines and their relation with carbohydrates and abscisic acid // J. Int. Sci. Vigne Vin. – 2005. – No. 39. P. 129–136.

311. Kumar R., Berwal M. K., Saroj P. L. Morphological, physiological, biochemical and molecular facet of drought stress in horticultural crops // International Journal of Bio-resource and Stress Management. – 2019. – Vol. 10 (5). – P. 545-560. <https://doi.org/10.23910/ijbsm/2019.10.5.2031>

312. Kumar S., Sachdeva S., Bhat K.V., Vats S. Biotic and abiotic stress tolerance in plants. Springer Nature Singapore Pte Ltd., – 2018. https://doi.org/10.1007/978-981-10-9029-5_1

313. Leolini L., Costafreda-Aumedes S., Santos J. Phenological Model Intercomparison for Estimating Grapevine Budbreak Date (*Vitis vinifera* L.) in Europe // Applied Sciences. – 2020. – 10 (11). – 3800.

314. Lernoud J., Willer H. Current Statistics on Organic Agriculture Worldwide: Area, Operators, and Market // FiBL& IFOAM – Organics International (2019): The World of Organic Agriculture. FrickandBonn [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/1202/?ref=1>

315. Lo'ay A.A., El-Khateeb A.Y. Evaluation the effect of rootstocks on postharvest berries quality of 'Flame Seedless' grapes // Scientia Horticulturae. – 2017. – Vol. 220. – P. 299-302.

316. Lott W.L. Magnesium deficiency in Muscadine grape vines / W.L. Lott // Prop. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1952. - №60. – P. 194-195
317. Lynn C.D., Jensen F.L. Thinning Effects of Bloomtime Gibberellin Sprays on Thompson Seedless Table Grapes // American Journal of Enology and Viticulture. – 1966. – Vol. 17. – P. 283-289.
318. Madge D. Organic viticulture: an Australian manual / D. Madge. – Department of Primary Industries, Victoria. – 2005. – 174 p.
319. Makhmudov S.H.A. A study on chlorophyll formation in wheat leaves under moisture stress // Field Crop Abstracts. – 1983. – Vol. 39 (3). – P. 1753.
320. Martinez de Toda, F. Delaying berry ripening through manipulating leaf area to fruit ratio / F. Martinez de Toda, P. Balda // Vitis. 2013. 52, №4. – P. 171-176.
321. Mehla, N., Sindhi, V., Josula, D., Bisht, P., Wani, S.H. An Introduction to Antioxidants and Their Roles in Plant Stress Tolerance. In: Khan, M., Khan, N. (eds) Reactive Oxygen Species and Antioxidant Systems in Plants: Role and Regulation under Abiotic Stress. Springer, Singapore. 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5254-5_1
322. Mesterházy I., Mészáros R., Pongrácz R., Bodor P., Ladányi M. The analysis of climatic indicators using different growing season calculation methods – An application to grapevine grown in Hungary // Időjárás. – 2018. – Vol. 122 (3). – P. 217-235.
323. Mohan M.M., Lakshmi N. S., Ibrahim S.M. Chlorophyll stability index (CSI): its impact on stress tolerance in rice // International Rice Research Newsletter. – 2000. – Vol. 25. – P. 38–39.
324. Molitor D., Junk J., Evers D., Hoffmann L., Beyer M. A high resolution cumulative degree day based model to simulate the phenological development of grapevine // American Journal of Enology and Viticulture. – 2014. – Vol. 65 (1). – P. 72-80.
325. Nenko N. I., Kisileva G. K., Ilina I. A., Petrov V.S., Shkhalyaho T.V. Study of the stability of grapes varieties of various ecological-geographic origin to the stresses of the winter period // Proceedings of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”. Part 1 – Reports in English (June 24, 2020. Beijing, PRC), P. 183–191.

326. Nenko N., Ilina I., Zaporozhets N., Kiseleva G. and Skhalyakho T. Studying of the resistance to winter stresses of grapevine varieties of different ecological and geographical origin / BIO Web of Conferences V. 25 (2020) // International Scientific Online-Conference “Bioengineering in the Organization of Processes Concerning Breeding and Reproduction of Perennial Crops” 2020 Krasnodar, Russia, October 6-8, 2020 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502015>

327. Nenko N., Kiseleva G., Ilina I., Sokolova V., Zaporozhets N. Formation of adaptive responses of grapes to the action of abiotic stressors of the winter period / BIO Web of Conferences 34, 01013 (2021) / International Scientific Conference “Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture” (BIOLOGIZATION 2021) // Krasnodar, Russia, September 21-23, 2021 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213401013>

328. Noctor G., Reichheld J.-P., Foyer C.H. ROS-related redox regulation and signaling in plants // *Seminars in Cell and Developmental Biology*. 2018. Vol. 80. P. 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.07.013>

329. Nourredine Y., Naima A., Dalila H., Habib S., Karim S., Zohra F.-L. Changes of peroxidase activities under cold stress in annuals populations of *Medicago* // *Molecular Plant Breeding*. 2015. Vol. 6 (5). P. 1-9 <https://doi.org/10.5376/mpb.2015.06.0005>

330. Nowlin, J. W. A Model for Selecting Viticultural Sites in the Piedmont Triad Region of North Carolina / J. W. Nowlin, R. L. Bunch // *International Journal of Applied Geospatial Research (IJAGR)*. – 2016. – Vol. 7(3). – P. 38-70.

331. Olivares D., Contreras C., Muñoz V., Rivera S., González-Agüero V., Retamales J., Defilippi B.G. Relationship among color development, anthocyanin and pigment-related gene expression in ‘Crimson Seedless’ grapes treated with abscisic acid and sucrose // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2017. – Vol. 115. – P. 286-297.

332. Oliveira M. Calculation of budbreak and flowering base temperatures for *Vitis vinifera* cv. Touriga Francesa in the Douro Region of Portugal // *American Journal of Enology and Viticulture*. – 1998. – Vol. 49, Issue. 1. – P. 74-78.

333. Osmolovskaya N., Shumilina J., Kim A. et al. Methodology of drought stress research: Experimental setup and physiological characterization // *International journal*

of molecular sciences. – 2018. – Vol. 19 (12). – P. 4089.
<https://doi.org/10.3390/ijms19124089>

334. Ozden M., Demirel U., Kahraman A. Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H₂O₂ // *Scientia Horticulturae*. – 2009. – Vol. 119. – P. 163–168 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.031>

335. Parker A., Garcia de Cortazar-Atauri I., Génay L. et al. Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2020. – Vol. 285-286. – P. 1-13.

336. Patakas A., Noitsakis B. Mechanisms involved in diurnal changes of osmotic potential in grapevines under drought conditions // *Vitis: Viticulat. And Enol. Abstr.* – 2000. – No. 1–2 (39). P. 14–16.

337. Patil S.G., Karkamkar S.P., Deshmukh M.R. Evaluation of grape varieties for their drought tolerance // *J. Maharashtra Agr. Univ.* – 2003. – No. 3 (28). P. 250–251.

338. Pinu F.R., Tumanov S., Grose C. et al. Juice Index: an integrated Sauvignon blanc grape and wine metabolomics database shows mainly seasonal differences // *Metabolomics*. – 2019. – Vol. 15. – 3.

339. Pires E., Botelho R.V., Terra M. Effects of CPPU and gibberellic acid on the clusters characteristics of 'Centennial Seedless' table grape // *Ciência e Agrotecnologia*. – 2003. – Vol. 27(2). – P. 305-311.

340. Quénel H., Grosset M., Barbeau G. et al. Adaptation of viticulture to climate change: high resolution observations of adaptation scenario for viticulture: the adviclim european project // *Bulletin de l'OIV*. – 2014. – Vol. 87. – P. 395-406.

341. Rahmani M., Bakhshi D., Qolov M. Impact of pruning severity and training systems on red and white seedless table grape (*Vitis vinifera*) qualitative indices // *Australian Journal of Crop Science*. – 2015. – Vol. 9, Is. 1. – P. 55-61.

342. Recent advancements in understanding the terroir effect on aromas in grapes and wines / C. van Leeuwen, J.-C. Barbe, P. Darriet, et al. // *OENO One*. 2020. Vol. 54. No. 4. P. 985–1006. URL: <https://oenone.eu/article/view/3983#> (дата обращения: 15.11.2022). doi: 10.20870/oenone.2020.54.4.3983.

343. Reis S., Fraga H., Carlos C. et al. Grapevine Phenology in Four Portuguese Wine Regions: Modeling and Predictions // *Applied Sciences*. – 2020. – Vol. 10. – 3708.
344. Ricce, W. da S. Agroclimatic zoning for winemaking grape production in the State of Paraná / W. da S. Ricce, S.R. Roberto, J. Tonietto, P.H. Caramori // *Agronomy Science and Biotechnology, ASB*. – 2018. – Vol. 4 (1). – P. 14-21.
345. Roberto S.R., Borges W.F.S., Colombo R.C., Koyama R., Hussain I., Souza R.T. Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of ‘BRS Vitoria’, a new black seedless grape // *Scientia Horticulturae*. – 2015. – Vol. 197. – P. 297-303.
346. Roberts, R.W. Composition and wine sensory attributes of Chardonnay Musque from different viticultural treatments: Implications for a winegrape quality model / R.W. Roberts, A.G. Reynolds, C. De Savigny // *Int. J. Fruit. Sci.* 2007. 7, № 2. – P. 57-83.
347. Ruiz-Sanchez M.C., Sánchez-Blanco M.J., Planes J., Alarcón J.J., et. al. Seasonal changes in leaf water potential component in two almond cultivars // *J. Agric. Sci.* – 1993. – Vol. 120 (3). – P. 347–351. <https://doi:10.1017/S0021859600076504>
348. Salgueiro A.M. Weather index-based insurance as a meteorological risk management alternative in viticulture // *Wine Economics and Policy*. – 2019. – Vol. 8, Issue 2. – P. 114-126.
349. Santesteban, L.G. Thinning intensity and water regime affect the impact cluster thinning has on grape quality / L.G. Santesteban, C. Miranda, I.B. Royo // *Vitis*. 2011. 50, №4. – P. 159-165.
350. Sato Y., Masuta Y., Saito K. et al. Enhanced chilling tolerance at the booting stage in rice by transgenic overexpression of the ascorbate peroxidase gene, OsAPXa // *Plant Cell Rep.* 2011. Vol. 30. P. 399–406. <https://doi.org/10.1007/s00299-010-0985-7>
351. Schrader J.A., Domoto P.A., Nonnecke G.R., Cochran D.R. Multifactor models for improved prediction of phenological timing in cold-climate wine grapes // *HortScience*. – 2020. – Vol. 55, Issue 12. – P. 1912-1925.
352. Senthilkumar S., Vijayakumar R.M., Soorianathasundaram K., Devi D.D. Effect of Pruning Severity on Vegetative, Physiological, Yield and Quality Attributes in Grape (*Vitis Vinifera* L.) – A Review. // *Curr. Agri. Res.* – 2015. – Vol. 3(1). – P. 42-54.

353. Sharma P., Jha A.B., Dubey R.S. and Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany* 2012, 217037. <https://doi.org/10.1155/2012/217037>

354. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross-talk between two stress signaling pathways // *Current Opinion in Plant Biology*. 2000. Vol. 3 (3). P. 217-223. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(00\)80068-0](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(00)80068-0).

355. Shulika B., Porvan A., Vysotska O., Nekos A., Zhemerov A. Управление урожайностью винограда в Северо-Восточном регионе Украины с использованием математического моделирования // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2017. – № 2/3 (86). – P. 51-59.

356. Singh K., Weaver R.J., Johnson J.O. Effect of Applications of Gibberellic Acid on Berry Size, Shatter, and Texture of Thompson Seedless Grapes // *American Journal of Enology and Viticulture*. – 1978. – Vol. 29. – P. 258-262.

357. Sivritepe N., Erturk U., Yerlikaya C. et. al. Response of the cherry rootstock to water stress induced in vitro // *Biologia Planta*. – 2008. – Vol. 52 (3). – P. 573–576. <https://doi.org/10.1007/s10535-008-0114-4>

358. Solman, S. Bioclimatic zoning of Argentinian Malbec grape productivity regions by means of a unique combined index / S. Solman, M.F. Cabré, M.H. González, M.N. Núñez // *Clim Res*. – 2018. – Vol. 74. – P. 185-199.

359. Somkuwar R.G., Samarth R.R., Itroutwar P., Navale S. Effect of cluster thinning on bunch yield, berry quality and biochemical changes in local clone of table grape cv. Jumbo Seedless (Nana Purple) // *Indian J. Hort*. – 2014. – Vol. 71(2). – P. 184-189.

360. Takahama U., Anika T. Flavonoides and some other phenolics as substrates of peroxidase: physiological significance of the redox reactions // *Plant Res*. – 2000. – No. 133. P. 301–309.

361. Theocharis A., Clément C., Barka E.A. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures // *Planta*. 2012. Vol. 235. P. 1091–1105. <https://doi.org/10.1007/s00425-012-1641-y>

362. Thomashow M. Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 1999. Vol. 50. P. 571–99
363. Tiwari B. S., Belenghi B., Levine A. Oxidative stress increased respiration and generation of reactive oxygen species, resulting in ATP depletion, opening of mitochondrial permeability transition, and programmed cell death // *Plant Physiol.* 2002. 128(4). P. 1271–1281. <https://doi.org/10.1104/pp.010999>
364. Tonietto, J. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide / J. Tonietto, A. Carbonneau // *Agricultural and Forest Meteorology.* – 2004. – Vol. 124, Issues 1-2. – P. 81-97.
365. Tsai Y.L.S., Lin S.Y. Big climate data assessment of viticultural conditions for wine quality determination in France // *OENO One.* – 2020. – Vol. 54, No. 4. – P. 699-717.
366. Vaudour, E., Costantini, E., Jones, G. V., and Mokali, S. (2015). Review of the latest approaches to functional modeling of terroirs, tracks, and zoning. *SOIL* 1, 287-312.
367. Vaudour, E., Costantini, E., Jones, GV, and Mocali, S. : Обзор новейших подходов к функциональному моделированию терруара, отпечатков ног и зонирования, *SOIL*, 1, 287–312, <https://doi.org/10.5194/soil-1-287-2015>, 2015.
368. Walker R.R., Blackmore D.H. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from a range of rootstocks in different environments // *Aust. J. Grape Wine Res.* – 2012. – No. 18. P.183–193. doi: 10.1111/j.1755-0238.2012.00189.x
369. Wang L., Li H., Wang H. Climatic regionalization of grape in China I: Indexes and methods // *Chinese Science Bulletin.* – 2017. – Vol. 62, Issue 14. – P. 1527-1538.
370. Wang Z., Li G., Sun H. et al. Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves // *Biology Open.* – 2018. – Vol. 7 (11). – P. bio035279. <https://doi.org/10.1242/bio.035279>
371. Wang Z., Wang Y., Wu, D., Hui M., Han X., Xue T., Yao F., Gao F., Cao X., Li H., Wang H. Identification and regionalization of cold resistance of wine grape

germplasms (*V. vinifera*) // Agriculture 2021. Vol. 11. 1117. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111117>

372. Wang Z.P., Deloire A., Carbonneau A., Federspiel B., Lopez F. Study of sugar phloem unloading in ripening grape berries under water stress conditions using the "berry-cup" // XIV International GESCO Viticulture Congress (August 23-27, 2005). – Geisenheim, Germany, 2005. – P. 603-609. ref.17 technique. cabdirect.org

373. Wang, L. Climatic regionalization of grape in China I: Indexes and methods / L. Wang, H. Li, H. Wang // Chinese Science Bulletin. – 2017 – Vol. 62. Issue 14. – P. 1527-1538.

374. Wanyama, D. Modeling Land Suitability for *Vitis vinifera* in Michigan Using Advanced Geospatial Data and Methods / D. Wanyama, E.L. Bunting, R. Goodwin, N. Weil, P. Sabbatini, J.A. Andresen // Atmosphere – 2020. – Vol. 11. – 339.

375. Wassel A.H., El-Hameed M.A., Gobara A., Attia M. Effect of some micronutrients, gibberellic acid and ascorbic acid on growth, yield and quality of white Banaty seedless grapevines // 8th African Crop Science Society Conference. – 2007. – P. 547-553.

376. White, RE (2020). The importance of soil knowledge for understanding the wine terroir. The front. Environ. Sci. 8. DOI: 10.3389 / fenvs.2020.00012.

377. Willer H., Lernoud J., Kemper L. The World of Organic Agriculture 2019: Summary // FiBL& IFOAM – Organics International (2019): The World of Organic Agriculture. FrickandBonn [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/1202/?ref=1>

378. Willer H., Lernoud J., Kemper L. The World of Organic Agriculture 2019: Summary // FiBL& IFOAM – Organics International (2019): The World of Organic Agriculture. FrickandBonn [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/1202/?ref=1>

379. Wu Z., Dong C., Wei J., Guo L., Meng Y., Wu B., Chen J. A transcriptional study of the effects of nitric oxide on rachis browning in table grapes cv. Thompson Seedless // Postharvest Biology and Technology. – 2021. – V. 175. – 111471.

380. Xu W., Shen W., Ma J., Ya R., Zheng Q., Wu N. Role of an Amur grape CBL-interacting protein kinase VaCIPK02 in drought tolerance by modulating ABA signaling and ROS production / *Environmental and Experimental Botany* – 2020. – No. 172. P. 103999 <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.103999>

381. Y. Zhao, Z.X. Wang, Y.M. Yang, H.S. Liu, G.L. Shi, J. Ai Analysis of the cold tolerance and physiological response differences of amur grape (*Vitis amurensis*) germplasms during overwintering / *Scientia Horticulturae* – 2020. – No. 259 (3). P.108760. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108760>

382. Yordanov I., Velikova V., Tsonev T. Plant responses to drought and stress tolerance: European Workshop on Environmental Stress and Sustainable agriculture, Varna. 7-12 Sept., 2002 // *Bull. J. Plant Physiol. (Special Issue)*. – 2003. P. 187–206.

383. Zhang F., Xue H., Lu X. et al. Autotetraploidization enhances drought stress tolerance in two apple cultivars // *Trees*. 2015. – Vol. 29. – P. 1773–1780. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1258-4>

384. Zhang J., Wu X., Niu R., Liu Y., Liu N., Xu W., Wang Y. Cold-resistance evaluation in 25 wild grape species // *Vitis* – 2012. – No. 51 (4). P. 153–160.

385. Zhu D., Che Y., Xiao P., Hou L., Guo Y., Liu X. Functional analysis of a grape WRKY30 gene in drought resistance // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* – 2018. – No. 132. P. 449–459. <https://doi.org/10.1007/s11240-017-1341-1>

386. Zufferey V., Spring J.L., Verdenal T., Dienes A., Belcher S. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland // *Oeno One* – 2017. – Vol. 51 – No. 1. P. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314->