

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА *MALUS MILL, PRUNUS L.*
И УСТОЙЧИВЫМИ ПРОДУКТИВНЫМИ ПЛОДОВЫМИ ЦЕНОЗАМИ**

Попова В.П., д-р с.-х наук

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

Реферат. Приведены результаты исследований 2021 года по разработке методов управления качеством посадочного материала *Malus Mill, Prunus L.*, и устойчивыми продуктивными плодовыми ценозами для рационального использования земель. Объектами исследований являются садовые агробиоценозы в различных условиях возделывания.

Получены новые знания о влиянии приёмов управления продуктивностью яблони на основе регулирования водного и питательного режимов плодовых ценозов, воздействию капельного орошения минерализованной водой на черноземных почвах на повышение щелочности почвы, насыщение почвенного поглощающего комплекса катионами натрия и магния и обеднение катионом кальция. Уточнены предельно допустимые интервалы показателей качества почв, пригодных для насаждений яблони. Разработана методология управления качеством посадочного материала *Malus Mill, Prunus L.* и устойчивыми продуктивными плодовыми ценозами на основе применения биологизированных агротехнологий для рационального использования земель. Разработан метод оценки трансформации свойств почв орошаемых плодовых насаждений в условиях систематического применения фертигации. Разработан метод управления средообразующим потенциалом плодовых культур в ландшафтах юга России на основе геоинформационных технологий с учетом изменяющегося климата, включающий выявленные пределы оптимума и минимума температур зимне-весеннего развития основных плодовых пород в разных зонах садоводства. Предложен методический подход, позволяющий раскрыть механизм взаимодействия привой-подвой-среда в разрезе фаз развития плодовых растений.

В 2021 году опубликованы в периодических изданиях с высоким рейтингом по садоводству, агрохимии, мелиорации 24 статьи, в том числе 4 – в Scopus, Web of Science и 1 в печати, 14 – во входящих в российские системы цитирования Agris и РИНЦ, 9 статей в сборниках.

Ключевые слова: садовые ценозы, стрессовые воздействия среды, изменение погодных условий, трансформация параметров почв, отечественные сорта яблони, капельное орошение, оптимизация питания

Summary. The results of research on the development of methods for managing the quality of planting material *Malus Mill, Prunus L.*, and sustainable productive fruit cenoses for the rational use of land in 2021 are presented. The objects of research are garden agrobiocenoses in various cultivation conditions. New knowledge has been obtained about the influence of apple productivity management techniques based on the regulation of water and nutrient regimes of fruit cenoses, the effect of drip irrigation with mineralized water on chernozem soils on increasing soil alkalinity, saturation of the soil absorbing complex with sodium and magnesium cations and depletion of calcium cation. The maximum permissible intervals of soil quality indicators suitable for apple tree plantations have been clarified. A methodology has been developed for managing the quality of planting material *Malus Mill, Prunus L.* and sustainable productive fruit cenoses based on the application of biologized agrotechnologies for the rational use of land. A method has been developed for assessing the transformation of soil properties of irrigated fruit plantations under the conditions of systematic application of fertigation. A method has been developed for managing the environmental potential of fruit crops in the landscapes of southern Russia based on geoin-

formation technologies, taking into account the changing climate, including the revealed limits of the optimum and minimum temperatures of winter-spring development of the main fruit species in different gardening zones. A methodological approach is proposed that allows to reveal the mechanism of interaction of graft-rootstock-environment in the context of the phases of development of fruit plants. In 2021, 24 articles were published in periodicals with a high rating on horticulture, agrochemistry, melioration, including 4 – Scopus, Web of Science and 1 in print, 14 – in the Russian citation systems Agris and RSCI, 9 articles in proceedings.

Key words: garden cenoses, environmental stress, changing weather conditions, transformation of soil parameters, domestic apple varieties, drip irrigation, nutrition optimization

Введение. Совершенствование методологии управления продуктивностью плодовых насаждений, создание новых технологий ведения садоводства на основе биологизации технологических процессов, способствует более полной реализации потенциала комплекса компонентов садовых ценозов для получения качественной продукции с сохранением экологии среды обитания. Недостаток новых знаний закономерностей процессов и методические трудности требуют комплексных научных исследований в этом направлении.

Создание устойчивых плодовых насаждений, управление их продуктивностью невозможно без качественного посадочного материала. Разработка методологии управления качеством посадочного материала плодовых культур на основе применения биологизированных агротехнологий будет способствовать выполнению задач по импортозамещению, которые предусматривают значительное увеличение производства отечественного высококачественного посадочного материала плодовых культур. Одним из эффективных биологизированных приемов повышения адаптивности и продуктивности является использование механизма симбиотического взаимодействия грибов арбускулярной микоризы (АМ) и корневой системы растения [1, 2]. В условиях стресса от засухи АМ способна влиять на движение воды в растении, усиливая гидратацию и физиологические процессы, эффективно поглощать питательные вещества из почвы и тем самым ускорять рост более быстрыми темпами [3, 4]. Таким образом, в процессе усиленного роста и образования большей площади поверхности корней повышается общая толерантность растений к неблагоприятным факторам среды [6]. Использование микоризации саженцев в питомнике и оценка влияния на дальнейший рост, скороплодность и продуктивность деревьев в саду являются актуальным научным направлением для разработки практических рекомендаций для возделывания современных насаждений. Система применения микробиологических препаратов на основе штаммов микроорганизмов позволит существенно снизить химическую нагрузку на садовые экосистемы за счет снижения объема применяемых агрохимикатов, повышения качества плодовой продукции.

Получение высоких и устойчивых урожаев плодовых культур в значительной степени зависит от влияния почвенных и метеорологических условий местности. На Северном Кавказе в летний период довольно часто проявляются стресс-факторы среды – экстремально высокие температуры воздуха, периоды засухи и суховеи, что приводит к недостаточному обеспечению плодовых растений влагой, снижению активности поглощения питательных веществ из почвы, и как следствие, к снижению урожая [7, 8].

Для создания оптимального водного и пищевого режима плодовых культур большое значение имеет эффективность поглощения почвенной влаги и питательных веществ корневой системой [9]. Поэтому значительное распространение в садах получили локальные способы применения минеральных удобрений и малообъемного орошения, основанные на образовании зон с повышенной концентрацией питательных веществ и регулируемым водным режимом в зоне активно-поглощающей части корневой системы плодовых растений [10, 11]. Многолетнее локальное применение удобрений и малообъемного орошения

приводит к высокой вариабельности параметров почвенного плодородия садовых ценозов, необходимы знания о закономерностях изменения свойств почв, особенно при поливах минерализованными водами.

Интенсивное сельскохозяйственное использование земель, расширение площадей под плодовыми насаждениями создает обстоятельства введения в оборот земли, характеризующиеся недостаточно удовлетворительными свойствами для возделывания плодовых культур. В этих условиях необходимы исследования и уточнение лимитирующих параметров почв с определёнными негативными параметрами для определенных плодовых культур с учетом специфичности сортов и подвоев [12-14].

Для разработки современных биологизированных технологий возделывания насаждений садовых культур, способствующих формированию устойчивых урожаев и плодов высокого качества, предотвращению деградации земель необходимы новые фундаментальные знания о комплексном влиянии всех погодных, экологических, почвенных факторов, агротехнологических приемов возделывания.

Объекты и методы исследований. Для выполнения исследований были использованы базы данных, включающие материалы по ежегодно пополняемым сведениям о биологических параметрах плодовых растений, многолетние метеоданные, результаты анализов растительных, почвенных образцов и описаний почвенно-экологических условий проведения полевых опытов. Методы исследований - аналитический, монографический, статистический, полевой. В ходе выполнения работы использовали методические подходы и оригинальные методики, разработанные научно-исследовательским коллективом.

Лабораторные исследования выполняли в научном центре агрохимии и почвоведения, лаборатории биохимии и физиологии растений на основе приборной базы центра коллективного пользования технологичным оборудованием СКФНЦСВВ, полевые – на базе ЗАО «ОПХ Центральное», г. Краснодар; ООО «Садовод» и ООО «Экватор Агро» ст. Роговская Тимашевского района; АО «Трудовое» Ленинградского района; ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева» Усть-Лабинского района; КФХ «Маджар», ст. Бакинская.

Аналитические работы выполнены на современном аналитическом оборудовании: микроволновая система пробоподготовки МС-6, СВЧ-минерализатор «Минотавр», пламенный фотометр ПФА-354, Спектрофотометр UNICO 2800, LEKISS1207, Капель 104 Р, фотоэлектроколориметр КФО-У4.2, ионометр И-130.2М, влагометр весовой МХ-50, аналитические весы VIBRA, JW-1-3000 Аcom и весы аналитические, центрифуги ЛЭ-402, Туре-310, ЦЛН-16, баня водяная LOIPLB-163 (ТБ-6/24-ВК), шкаф сушильный СЭШ-1, набор мерной посуды по ГОСТ 1770-64, ГОСТ 20292-74, установка получения деионизированной апиерогенной воды «Ключ М-Д», холодильники бытовые (для хранения образцов и реактивов).

Объекты исследований: насаждения яблони сортов: Прикубанское, Кубанское багряное, Голден Рейнджерс, Ренет Симиренко, Ренет Кубанский, Айдаред, в том числе деревья яблони сорта Прикубанское на слаборослом подвое СК 7, микоризованном биопрепаратом на основе симбиотических грибов арбускулярной микоризы *Glomus sp.* и на подвоях СК 2У и СК 7, выращенные способом высокой окулировки. Отечественные подвои для крупнокосточковых культур; одревесневшие черенки подвоев для сливы. Почвы – чернозем выщелоченный, чернозем обыкновенный, аллювиально-луговые почвы.

Методическое обеспечение исследований составляют: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [6], Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях [15], Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур [17]. Ка-

чество посадочного материала определяли согласно ГОСТ Р53135-2008. Построение 2D-диаграмм миграции элементов питания в зоне локального внесения минеральных удобрений проводили с использованием программного обеспечения Surfer 8 [17].

Экспериментальные данные полевых опытов, результаты лабораторных анализов использованы для первичной статистической электронной обработки по системному методу Б.А. Доспехова и дальнейшего анализа с помощью программы Microsoft Office Excel [18].

Обсуждение результатов. В 2021 году была завершена работа по комплексной теме с целью разработки методологии управления продукционным и адаптационным потенциалом плодовых агроценозов и рационального использования земель. Новизна исследований состоит в том, что на фоне усиления воздействия антропогенных нагрузок и изменения региональных погодных условий для формирования продуктивных насаждений требуются динамические модели устойчивости плодовых агроценозов к абиотическим, биотическим и антропогенным факторам с оптимизированными агротехнологическими приемами и способами воспроизводства плодородия почв.

В результате исследований разработана методология управления качеством посадочного материала *Malus Mill.* на основе применения биологизированных агротехнологий, обеспечивающих формирование экологически устойчивых высокоэффективных плодовых ценозов различной конструкции. Методические подходы включают способ микоризации корневой системы саженцев в питомнике биопрепаратом на основе грибов *Glomus sp.* способствует повышению уровня реализации его продукционного потенциала плодовых растений в саду. Прием микоризации корней саженцев оказывает влияние на сбалансированность ростовых и продукционных процессов у привитых деревьев. Разработаны методические подходы управления качеством посадочного материала *Malus Mill.* на основе применения нового типа посадочного материала (саженцы с высокой окулировкой). Подходы к управлению качеством посадочного материала *Malus Mill.* включают учет индивидуального характера взаимодействия компонентов привитого дерева, который является определяющим при оценке влияния степени заглубления саженцев при посадке на размер урожайности яблони. Подготовлены Методические рекомендации (СТО 00668034-129-2021) «Повышение эффективности производства посадочного материала яблони».

В условиях увеличения амплитуды изменчивости метеофакторов на фоне повышения температурного режима и затягивания окончания вегетации более глубокая посадка саженцев с высокой окулировкой обеспечивает лучшие условия для перезимовки растений яблони и их состояния весной. Более глубокое размещение корневой системы саженцев с высокой окулировкой в почве оказало влияние на изменение ростовых процессов различных привойно-подвойных комбинаций, при этом эти изменения носят сортоспецифичный характер: заглубление вызывает улучшение роста деревьев отечественных сортов селекции СКЗНИИСиВ (ныне СКФНЦСВВ): сорта Прикубанское независимо от силы роста подвоев (СК 2У и СК 7); сорта Кубанское багряное с подвоями СК 2У и СК 7, на подвое СК 4 при небольшом заглублении (15-24 см). Анализ урожайности за 6 лет плодоношения (2016-2021 гг.) показал, что увеличение глубины посадки способствовало увеличению урожайности деревьев привойно-подвойных комбинаций Прикубанское /СК 2У и Прикубанское /СК 7; Кубанское багряное /СК 2У и Кубанское багряное /СК 7. Для комбинации Кубанское багряное /СК 4 оптимальным для урожайности является заглубление на 20-24 см.

Методология управления устойчивыми продуктивными ценозами косточковых культур включает методы подбора оптимальных привойно-подвойных комбинаций. Результаты изучения влияния подвоя на урожайность ППК черешни в 2021 г. продемон-

стрировали наибольшее положительное влияние низкорослых подвоев 10-15, 10-20, 3-76 на урожайность черешни сортов клон Ярославна и Сестренка, которая составила от 20 кг до 35 кг с дерева. Необходимо отметить, что только плоды этой формы среди ранних сортов не растрескивались в условиях повышенной влажности. Величина урожая на подвоях ПК СК 1, ПК СК 2 и алыча превосходит контрольный вариант (АП-1) на 40 %. Установлено влияние подвоев на засухоустойчивость привойно-подвойных комбинаций сливы. Использовали разработанный нами индекс скорости потери воды. Отмечено, что климатические условия 2021 года оказали более значительное влияние на урожайность сливы Стенлей, чем подвои. Высокая урожайность сливы Колоновидная на изучаемом подвое АП 1 (20,7 кг/дер.) получена за счет цветения в благоприятный бездождный период в отличие от деревьев сорта Стенлей, цветение которых проходило в период дождей и наблюдался сильный ветер в этих условиях.

Получены новые знания о зависимости продуктивности сорто-подвойных комбинаций *Prunus L.* от лимитирующих параметров почвенного покрова. Установлено, что в зоне устойчивого или избыточного увлажнения на аллювиально-луговых почвах одним из важнейших лимитирующих параметров для косточковых пород является тяжёлый гранулометрический состав почв и наличие на глубине 120-160 см водоупорного слоя почвы с низкой фильтрационной способностью. Он препятствует вертикальному току воды при атмосферных осадках, что приводит к накоплению избыточных вод в почвенной толще и переувлажнению корнеобитаемого слоя почвы. Выявлены особенности размещения потенциально активных корней в почве сливы на отечественном подвое ПК СК-2. Основная часть потенциально активных корней сосредоточена в слое 0-40 см (248 шт.), а у сливы на подвое АП-1 (наименее устойчивой) потенциально активные корни практически равномерно распределены между слоями почвы 0-40 см и 40-80 см. После обильных атмосферных осадков, когда почва на глубине более 40 см перенасыщена влагой, больше половины потенциально активных корней у АП-1 находится в неблагоприятных условиях, тогда как у ПК СК-2 на этой глубине располагается не более 35 % корней.

Разработан метод управления средообразующим потенциалом плодовых культур в ландшафтах юга России на основе геоинформационных технологий с учетом изменяющегося климата, включающий выявленные пределы оптимума и минимума температур зимне-весеннего развития основных плодовых пород в разных зонах садоводства. Разработаны графические модели изменения проявления лимитирующих метеофакторов зимне-весеннего периода. На примере сливы выявлены критические минимальные температуры воздуха (°C) для цветковых почек (сорт сливы Кабардинская ранняя) на разных подвоях в фазы зимне-весеннего периода. Проведен мониторинг изменения времени прохождения фаз развития цветковых почек и наступления температурных порогов в зимне-весенний период в условиях меняющегося климата для ППК сливы. Предложен методический подход, позволяющий раскрыть механизм взаимодействия привой-подвой-среда в разрезе фаз развития. Созданы компьютерные карты оптимального размещения ППК сливы, которые позволяют в условиях флуктуации климата более обосновано осуществлять закладку новых насаждений.

При разработке сортовой технологии формирования продуктивности яблони сортов отечественной селекции Марго и Орфей (селекция СКЗНИИСиВ, ныне СКФНЦСВВ) установлена различная реакция на способы и приёмы формирования рациональных опико-физиологических конструкций кроны. При формировке «Русское веретено модифицированное» процент завязывания плодов деревьев сорта Орфей составлял 46 %, сорта Марго в пределах 24 %. В летний период при стрессовых воздействиях высоких температур реакция деревьев двух сортов была различной. Оценка по содержанию малонового диаль-

дегида (МДА) в листьях (косвенного показателя развития вторичного окислительного стресса) показала активацию защитных процессов растений яблони сорта Марго и снижение в июле содержания МДА, у растений сорта Орфей наблюдалось постепенное повышение содержания МДА в течение летнего периода. В августе показатель МДА был также самым низким в листьях яблони сорта Марго, это было связано с процессами адаптации растений указанного сорта. Выявлено, что зеленые операции в летние периоды на фоне стресса не увеличивали устойчивости растений, а способствовали снижению содержания фотосинтетических пигментов в листьях, формированию высокого уровня окислительного стресса и задержке оттока питательных веществ из листьев яблони. Дополнительные технологические приемы повышения устойчивости яблони к летним стрессам посредством некорневых обработок яблони сорта Марго биостимуляторами способствовала лучшему обеспечению плодов питательными веществами, увеличению их размера и средней массы. Наиболее эффективны 3-х кратные обработки регулятором роста Изабион в дозе 4 л/га. Установлено, растения яблони сорта Марго наиболее отзывчивы на технологические приемы формирования устойчивости к стрессовым воздействиям в летний период.

При исследовании способов повышения устойчивости плодовых растений к стресс-факторам среды на основе оптимизации минерального питания разработан метод управления продукционным и адаптивным потенциалом яблони на слаборослом подвое на основе некорневого применения органоминерального удобрения, имеющего инновационную формулу.

Заключение. В результате работы 2021 года коллективом исследователей по комплексной теме № 0689-2019-0004 разработана методология управления качеством посадочного материала *Malus Mill*, *Prunus L.* и устойчивыми продуктивными плодовыми ценозами на основе применения биологизированных агротехнологий для рационального использования земель. Обоснован способ применения нового типа посадочного материала (саженцы с высокой окулировкой) и посадкой в саду с различной степенью заглубления корневой системы в зависимости от сортоподвойных комбинаций. Разработаны СТО 00668034-129-2021 «Повышение эффективности производства посадочного материала яблони».

Установлены оптимальные параметры обеспечения стабильности почвенных и продукционных процессов плодовых агроценозов. Выявлены предельно допустимые интервалы показателей качества почв, пригодных для плодовых насаждений, оптимальные дозы удобрений для капельного орошения в интенсивных плодовых насаждениях с учетом зональных особенностей.

Разработан метод управления средообразующим потенциалом плодовых культур в ландшафтах юга России на основе геоинформационных технологий с учетом изменяющегося климата, включающий выявленные пределы оптимума и минимума температур зимне-весеннего развития основных плодовых пород в разных зонах садоводства. Предложен методический подход, позволяющий раскрыть механизм взаимодействия привой-подвой-среда в разрезе фаз развития плодовых растений.

Литература

1. Соколова Н.А. Использование ВАМ-грибов в агроценозе для регулирования фосфорного питания растений на обычных и эродированных черноземах: дисс. ... канд. биол. наук : 06.01.09 / Соколова Наталья Александровна. М.: МГУ, 1995. 155 с.
2. Gerdemann J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 1968. – Vol. 6. – P. 397-418.

3. Augé R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal Symbiosis // *Mycorrhiza* – 2001. – Vol. 11. – №3. – P. 42.
4. Compant S., Duffy B., J. Nowak et al. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects // *Appl. and Environ. Microbiol.* – 2005. – Vol. 71, № 9. – P. 4951-4959.
5. Dragavtseva I., Salova T., Kuznetsova A., Klyukina A. The evaluation of adaptation systems for apricot culture in the phases of its development for selection improvement and location of the future varieties in conditions of climate fluctuation // *BIO Web of Conferences.* – EDP Sciences, 2020. – Т. 25. – С. 02012.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Серова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
7. Aggelopoulou K.D., Pateras D., Fountas S., Gemtos T.A. Soil spatial variability and site-specific fertilization maps in an apple orchard // *Precision Agriculture.* 2011. Vol. 12. Issue 1. P. 118-129. <https://doi.org/10.1007/s11119-010-9161-x>
8. Фоменко Т.Г., Попова В.П., Пестова Н.Г., Черников Е.А. К методике агрохимического обследования плодовых насаждений интенсивного типа и расчета дифференцированных доз применения минеральных удобрений // *Агрохимия.* 2017. № 3. С. 79-91.
9. Kaori Matsuoka. Methods for Nutrient Diagnosis of Fruit Trees Early in the Growing Season by Using Simultaneous Multielement Analysis // *The Horticulture Journal.* 2020. Vol. 89 (3). P. 197-207. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-R006>
10. Aragüés R., Medina E.T., Martínez-Cob A., Faci J. Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard // *Agricultural Water Management.* 2014. Vol. 142. P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.04.004>
11. Фоменко Т.Г., Попова В.П. Формирование контуров увлажнения почвы при локальных малообъемных способах орошения плодовых насаждений. Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 4. С. 22-27.
12. Сафаров Р.М. Корневая система Сливы русской на разных подвоях // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. №71. С.609-625. <https://cyberleninka.ru/article/n/kornevaya-sistema-slivy-russkoj-na-raznyh-podvояh>;
13. Кузнецова А.П., Романенко А.С. Выявление сортоспецифичности подвоев сливы к хлоридному засолению почв // *Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ.* Т. 5. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2014. С. 52-56. https://kubansad.ru/media/uploads/files/nauchnye_trudy_skzniisiv/tom_5/7.pdf;
14. Rato A.E., Aguilheiro A.C., Barroso J.M., Riquelme F. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.) // *Scientia Horticulturae.* 2008. Vol.118, Issue 3. P. 218-222. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442380800229X>;
15. Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях / Сост. А.К. Кондаковым, А.А. Пастуховой. Москва, 1981. 39 с.
16. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1985. 117 с.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
18. Силкин К.Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8: Учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. 66 с.