

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ САДОВЫХ ЦЕНОЗОВ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

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 2020 года процессов повышения продуктивности садовых ценозов на основе биологизации элементов технологии возделывания. Объектом исследований являются садовые агробиоценозы в различных условиях возделывания. Разработана динамическая модель продуктивности яблони, описывающая динамику продуктивности растения в конкретных почвенно-климатических условиях и режиме питания при применении удобрений. Получены новые знания о влиянии фертигации плодовых насаждений на изменение показателей почвенного плодородия черноземных почв в зоне локализации питательных веществ. Установлено, что проведение капельного орошения минерализованной водой на черноземе типичном в условиях Прикубанской низменности привело к негативным изменениям свойств почв плодовых насаждений. Проводится разработка элементов технологии формирования крон яблони отечественных сортов Марго и Орфей. При формировке Русское веретено модифицированная (с удалением конкурентов и веток второго порядка) деревьев яблони установлено самое экономически целесообразное соотношение продуктивности и качества плодов. Разработана система применения биопрепарата на основе симбиотических грибов *Glomus* sp. в питомнике плодовых культур. По комплексу показателей наиболее эффективна доза 2,0 г/растение: суммарная урожайность за 4 года плодоношения превышала контроль (28,4 в сравнении с 26,7 кг/дер. в контроле). Выявлены закономерности влияния нового типа посадочного материала (саженцы с высокой окулировкой) на изменение ростовых, физиологических и продукционных процессов у различных генотипов рода *Malus* Mill. в условиях увеличения амплитуды изменчивости метеофакторов. Заглубленная посадка способствовала увеличению урожайности деревьев привойно-подвойных комбинаций: Прикубанское /СК 2У, Прикубанское /СК 7, Кубанское багряное /СК 4.

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

Summary. The results of the 2020 studies of the processes of increasing the productivity of garden cenoses based on the biologization of cultivation technology elements are presented. The objects of research are garden agrobiocenoses in various cultivation conditions. The dynamic model of apple tree productivity was developed, which describes the dynamics of apple tree productivity in specific edapho-climatic conditions and the plant nutrition regime in applying fertilizers. New knowledge about the effect of fertigation of fruit plantations on changes in soil fertility indicators of chernozem soils has been obtained: in the zone of nutrient localization. It was found that drip irrigation with mineralized water on chernozem typical in the conditions of the Prikubanskaya lowland led to negative changes in the soil properties of fruit plantations. The development of the technology elements of forming the canopy of apple trees of domestic varieties Margo and Orfey is carried out. The most economically reasonable ratio of productivity and fruit quality was established along with the Russian spindle modified forming of apple trees (with the removal of competitors and second-order branches). The system of application of the biological product in the nursery of fruit crops based on symbiotic fungi *Glomus* sp. was developed. According to the set of indicators, the most effective dose is 2.0 g/plant: the total yield for 4 years of fruiting exceeded the control (28.4 compared to 26.7 kg/plant in control). The regularities of the influence of a new

type of planting material (young plants with high budding) on changes in growth, physiological and production processes in various genotypes of the genus *Malus* Mill. under conditions of increasing the variability amplitude of meteorological factors are revealed. Deep planting contributed to an increase in the yield of trees of the graft-rootstock combinations: Prikubanskoe/SK 2U, Prikubanskoe/SK 7, Kubanskoe bagryanoe /SK 4. The purpose of the research is to develop a methodology for managing the productive potential of garden agrocenoses and rational land use.

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

Введение. Развитие научных исследований фундаментального и прикладного характера, связанных с совершенствованием методологии управления продуктивностью садовых ценозов, систем мониторинга и оценки ресурсного потенциала почв и созданием новых технологий ведения садоводства создаёт реальную возможность обеспечения населения качественной продукцией с сохранением экологии среды обитания.

Наряду с таким общепризнанным в мире явлением, как изменение климата, меняются тренды региональных климатов. В связи с этим особенно важно изучение изменчивости погодных условий в определенных природно-климатических зонах [1]. На региональный климат также оказывает воздействие интенсивное сельскохозяйственное использование почв. Недостаток фактического материала и методические трудности регионального прогноза влияния погодных условий на устойчивость и продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и садовых, требуют комплексных научных исследований в этом направлении [2].

Плодородие почв в многолетнем плане зависит не только от климатических и для конкретных лет от погодных условий, но и от интенсивности обработок, воздействия фитосанитарного, эколого-токсикологического характера и многого другого. Интегральными показателями эффективного плодородия почв являются продуктивность и устойчивость садовых культур, качество продукции. Необходимы новые знания о влиянии изменения региональных климатических показателей на трансформацию почв многолетних насаждений в различных геоморфологических, почвенных и агротехнологических условиях. Проблема рационального использования и сохранения почвенных ресурсов, адаптации земель к наблюдаемым и прогнозируемым изменениям климата имеет несколько аспектов, главные из них – оценка влияния происходящих климатических изменений на устойчивость земледелия, определение и анализ рисков этих изменений, разработка практических рекомендаций на основе комплексных скоординированных исследований.

В условиях изменяющихся региональных погодных условий стабилизация отрасли садоводства находится в непосредственной зависимости от адаптивного потенциала плодовых культур, обеспечивающего реализацию генетической программы онтогенеза. Отсутствие достаточных знаний о закономерностях изменения функционального состояния и химического состава органов плодовых растений под влиянием стрессовых воздействий среды при различных агротехнологических приемах возделывания плодовых насаждений, обеспеченности водного статуса и минеральным питанием не дает возможности разработать эффективные приемы смягчения последствий изменения климата. Особо важно изучение физиологического и экологического состояния многолетних плодовых растений в связи со стрессами, вызванными засухой и температурными экстремумами на протяжении ряда лет. Недостаток почвенной влаги приводит к нарушению водного и пищевого режимов растений, что вызывает ответные, взаимосвязанные и глубокие изменения процессов транспирации, фотосинтеза, ферментативных и энергетических превращений, углеводного, фосфорного и азотного обмена, всех сторон жизнедеятельности плодовых растений. Эти изменения в итоге нередко сказываются на формировании урожая и качестве плодов, возникновении периодичности плодоношения, снижении зимостойкости деревьев [3-5].

Многолетнее локальное применение удобрений и малообъемного орошения приводит к высокой variability параметров почвенного плодородия садовых ценозов. Определение особенностей пестроты почвенного плодородия насаждений садовых культур является основным критерием, определяющим необходимость и эффективность дифференцированного внесения удобрений [6, 7]. Точное применение минеральных удобрений и оросительной воды на конкретных участках сада может повысить рентабельность производства (урожайность и качество плодов) и улучшить охрану окружающей среды [8].

Создание устойчивых плодовых насаждений, управление их продуктивностью невозможно без качественного посадочного материала. Под воздействием стрессов от комплекса неблагоприятных факторов среды снижается продуктивность маточных насаждений и качество посадочного материала. Необходимость нивелирования этих отрицательных воздействий требует совершенствования методов, направленных на создание условий для оптимального удовлетворения биологических потребностей плодовых растений, позволяющих эффективно управлять их ростовыми и продукционными процессами. Наряду с использованием различных агроприемов (орошение, система применения органо-минеральных удобрений, биологически активных веществ и др.) наукоемким направлением в питомниководстве для повышения качества посадочного материала является использование механизмов симбиотического взаимодействия (АМ-симбиоза) грибов арбускулярной микоризы и плодового растения с целью повышения биологического потенциала растений. Формируемый с растениями ризосферный эндосимбиоз – арбускулярная микориза (АМ), улучшает поглощение растением из почвы комплекса макро- и микроэлементов, особенно фосфора; повышает устойчивость растений к корневым патогенам и усиливает взаимодействие растений с азотфиксирующими микроорганизмами; стимулирует рост растений за счет изменения их гормонального статуса [9-12]. В этой связи выявление пролонгированного действия микоризации посадочного материала плодовых в питомнике на дальнейший рост, скороплодность и продуктивность деревьев в саду является весьма актуальным и соответствует современным требованиям новых агроботехнологий, основанных на биологизации процессов сельскохозяйственного производства. Разработанная система применения микробиологических препаратов на основе штаммов микроорганизмов, позволит существенно снизить химическую нагрузку на садовые экосистемы за счет снижения объема применяемых агрохимикатов и пестицидов, повышения продуктивности насаждений и качества плодовой продукции.

Таким образом, устойчивая продуктивность отрасли садоводства возможна лишь при комплексном учете всех погодных, экологических, почвенных факторов, биологизированных агротехнологических приемов, необходимых для нормального роста и развития садовых растений, формирования устойчивых урожаев и плодов высокого качества, предотвращения деградации земель, нужны новые фундаментальные знания для разработки современных биологизированных технологий возделывания современных насаждений садовых культур.

Цель наших исследований – разработка методологии управления продукционным потенциалом садовых агроценозов и рационального использования земель.

Объекты и методы исследований. В процессе выполнения программы НИР была использована база данных, состоящая из блока первичных (экспериментальных) данных биологических многолетних, ежегодно пополняемых наблюдений, многолетних метеоданных, результатов анализов растительных, почвенных образцов и описаний почвенно-экологических условий проведения полевых опытов. Методы исследований – аналитический, монографический, статистический, полевой. В ходе выполнения работы использовались 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 «Приборно-аналитический», 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 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 Асом и весы аналитические, центрифуги ЛЭ-402, Туре-310, ЦЛН-16, баня водяная LOPLB-163 (ТБ-6/24-ВК), шкаф сушильный СЭШ-1, набор мерной посуды по ГОСТ 1770-64, ГОСТ 20292-74, установка получения деионизированной апирогенной воды «Ключ М-Д», холодильники бытовые (для хранения образцов и реактивов).

Объекты исследований: почвы – чернозем выщелоченный, чернозем обыкновенный, аллювиально-луговые почвы; насаждения яблони сортов Прикубанское, Кубанское багряное, Голден Рейнджерс, Ренет Симиренко, Ренет Кубанский, Айдаред; подвои для крупнокосточковых культур; одревесневшие черенки подвоев для сливы.

Методическое обеспечение исследований составляют: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [13], Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях [14], Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур [15]. Качество 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 [16].

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 [17].

Обсуждение результатов. В 2020 году была продолжена 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.

Особенностями погодных условий вегетационного периода 2020 года были неблагоприятные условия марта и апреля из-за низких ночных температур (в том числе заморозков) и сильных ветров. Было зафиксировано 3 волны подмерзания плодовых культур: 1 – с 8 по 10 февраля (температура воздуха опускалась до -13,8 °С...-16,4 °С, отмечалось повреждение древесины); 2 – с 16 по 18 марта (температура воздуха опускалась до -3,1 °С...-3,8 °С, отмечалось повреждение почек); 3 – 2, 3, 7, 8, 9, 13 апреля (температура воздуха опускалась до -2,3 °С...-2,6 °С, отмечалось повреждение и гибель цветков). Условия для роста завязи и созревания были удовлетворительными, но сильные ветры вызывали дополнительное осыпание завязи.

Установлена реакция сортов яблони отечественной селекции Марго и Орфей на приемы формирования оптико-физиологических конструкций кроны по физиолого-биохимическим показателям растений. Отмечено, что применение разрабатываемых агротехнологических мероприятий улучшало отток питательных элементов из листьев и повышало фотосинтетические процессы, особенно в фазе размер плода «грецкий орех», набор массы яблок происходил более эффективно. Наиболее отзывчивыми на агротехнологические

приемы воздействия на крону отмечены растения яблони сорта Марго, а на деревья сорта Орфей изучаемые приемы либо не оказывали влияния, либо приводили к ослаблению транспорта фотоассимилятов в плоды. По результатам исследований выделен вариант формирования деревьев яблони Русское веретено модифицированная (с удалением конкурентов и веток второго порядка), имеющий достоверные существенные отличия от контроля, здесь установлено экономически целесообразное соотношение продуктивности и качества плодов.

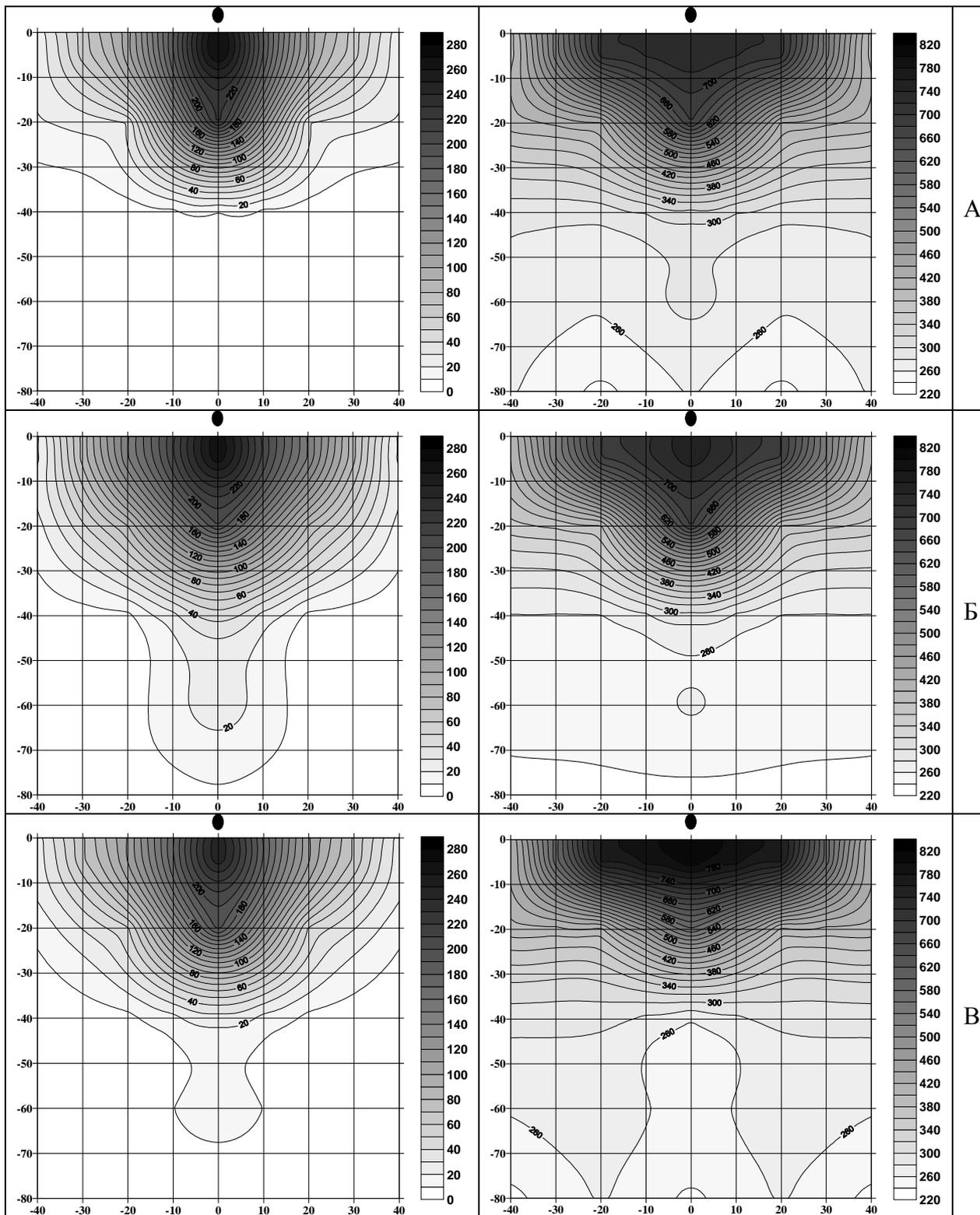
Получены новые знания о закономерностях изменения функционального состояния и химического состава индикаторных органов плодовых растений при различной обеспеченности минеральным питанием в связи со стрессами, вызванными засухой и температурными экстремумами на протяжении ряда лет. Разработана динамическая модель и методы оценки устойчивости и формирования экологически сбалансированных садовых агроценозов на фоне оптимизации минерального питания. Для этой цели разработана блочная структурированная система абиотических факторов (климатические факторы продуктивности яблони, питательный режим растений, пищевой режим почвы) для моделирования продуктивности яблони и оперативного управления режимом питания растений в соответствии с изменением погодных условий.

Анализ актуальных и архивных метеоданных, данных пищевого режима почв и режима питания растений, интенсивности метаболических процессов во взаимосвязи с продуктивностью яблони позволяет установить характер и значимость фактора удобрений на исследуемый показатель, а также разработать прогнозный сценарий поведения объекта в конкретных почвенно-климатических условиях.

С использованием архивных и актуальных экспериментальных данных разработана модель, описывающая динамику продуктивности яблони в конкретных почвенно-климатических условиях и режимах питания растений. Актуальность модели ограничена диапазоном значений независимых переменных (факторов $X_1...X_5$). Структура и значения параметров переменных уточняются с использованием новейших данных о характеристиках моделируемой системы. Её практическое применение заключается в определении возможных пределов изменения урожая для конкретного сорта, нормировании дополнительного питания для плодовых растений. Подготовлена Технологическая инструкция ТИ 01.60.10.290-125-00668034-2020 по приготовлению и комплексному применению баковых смесей органоминеральных удобрений и средств защиты растений в интенсивных насаждениях яблони.

Разрабатываются элементы ресурсосберегающих агротехнологий формирования и возделывания продуктивных насаждений, сохранения и воспроизводства плодородия почв на основе системы оптимизации водного, пищевого и питательного режима плодового агроценоза. Выявлены особенности миграции биогенных элементов при капельном орошении в зоне локального внесения удобрений. Нитраты по сравнению с другими питательными веществами более равномерно распределялись вниз по профилю почвы под капельницами и в боковом направлении от точки падения раствора питательных веществ. Вносимые на протяжении вегетационного периода азотные удобрения довольно часто полностью не усваиваются плодовыми растениями, поэтому в зимне-весенний период происходит промывание нитратов в глубокие слои почвы (ниже 60 см).

Расчетным путем установлено, что в условиях Краснодарского края на черноземе типичном за пределы основного корнеобитаемого слоя почвы могло поступать в среднем около 23-27 % внесенного за вегетационный период азота. Локальное систематическое применение минеральных удобрений при фертигации плодовых насаждений приводит к формированию очагов повышенной концентрации фосфорно-калийных удобрений на черноземе типичном. В плодоносящих насаждениях основная часть подвижного фосфора сконцентрирована в слое почвы до 35 см глубины и на расстоянии до 25 см от точки падения капли раствора питательных веществ (рис.).



(А – в начале, Б – в середине, В – по окончании вегетационного периода)

● – точка падения капли раствора (по горизонтали – расстояние от точки падения в сторону междурядий, по вертикали – в глубину почвы)

Рис. Миграция подвижного фосфора (слева) и обменного калия (справа) в зоне локального внесения удобрений при фертигации плодоносящих насаждений яблони

Содержание подвижного фосфора в почве под капельницами на протяжении вегетационного периода составляло 245,3-271,0 мг/кг, что существенно больше по сравнению с его количеством за пределами очага внесения минеральных удобрений (от 18,6 до 25,4 мг/кг). Содержание обменного калия зафиксировано в зоне внесения раствора питательных веществ преимущественно в радиусе до 35 см и на глубину до 30 см. Содержание обменного калия непосредственно в точке внесения минеральных удобрений составило 732-813 мг/кг, что на 86-93 % превышало показатели за пределами очага локального внесения минеральных удобрений.

Основные изменения концентрации питательных веществ были установлены в ограниченном объеме почвы непосредственно под капельницами. Выявленные особенности миграции биогенных элементов при фертигации плодовых насаждений показывают, что выщелачивания фосфора и калия за пределы основной зоны увлажнения на черноземе типичном не происходит. Эти соединения в основном фиксируются в местах падения капель раствора питательных веществ, создавая очаги повышенной концентрации. Высокая обеспеченность почвы подвижным фосфором и обменным калием в зоне локализации удобрений на протяжении вегетационного периода снижает эффективность применения минеральных удобрений по фазам развития с учетом потребности плодовых растений в элементах питания.

Установлены особенности миграции питательных веществ в зоне локального внесения минеральных удобрений. Распределение подвижного фосфора больше зафиксировано в вертикальном направлении, при этом установлено существенное изменение $K_{Эф}$ миграции в зависимости от удаленности от точки падения раствора питательных веществ. По расчетным данным, на границе контура увлажнения коэффициент миграции фосфора (концентрация 40 мг/кг почвы) составлял 1,1, непосредственно под капельницами (концентрация 260 мг/кг почвы) увеличивался до 3,0. Распределение обменного калия происходило больше в горизонтальном направлении. Средний коэффициент миграции калия в пределах контура распределения составил 0,77.

Для контуров распределения подвижного фосфора (40 мг/кг почвы) и обменного калия (420 мг/кг почвы) рассчитан объем удобряемой почвы, который составил 0,192 м³ и 0,157 м³ соответственно на один погонный метр. Принимая в расчет основную глубину корнеобитаемого слоя почвы (0,6 м) и ширину приствольной полосы (1,2 м) расчетным путем установлено, что доля удобряемого объема почвы в плодоносящих насаждениях яблони составляла 26,7 % для подвижного фосфора и 21,9 % для обменного калия.

Продолжены работы по созданию и пополнению баз данных агрохимических, физико-химических свойств различных типов почв садовых ценозов, данных по продуктивности и ростовым процессам плодовых растений. В 2020 году сформирована и зарегистрирована «База данных по агрохимическому составу чернозёмов выщелоченных под плодовыми насаждениями» Свидетельство № 2020621586 от 28 августа 2020 г. Эта база данных предназначена для накопления, хранения, оперативного поиска и анализа информации об изменении уровня почвенного плодородия чернозёмов выщелоченных под многолетними культурами для разработки оптимизированной системы применения удобрений и других агроприёмов, направленных на воспроизводство и сохранение плодородия почв. База содержит информацию о результатах исследований динамики изменения агрохимического состава почв плодовых насаждений за 30-летний период, определяющих уровень почвенного плодородия в системе садооборота. Приведены следующие показатели: реакция почвенной среды, содержание органического вещества, нитратного азота, подвижных соединений фосфора и обменного калия (по Чирикову и Масловой), нитрификационная способность (по Кравкову).

На основе данных ряда лет исследований свойств почв под плодовыми насаждениями разработана Технологическая инструкция по оценке почв на пригодность под закладку

насаждений яблони интенсивного типа на основании откорректированных критериев ТИ 72.19.50.000 – 140 – 00668034 – 2020.

Для разработки биологизированных способов управления качеством посадочного материала *Malus Mill.* установлена эффективность микоризации корней подвоев яблони в питомнике биопрепаратом на основе симбиотических грибов *Glomus sp.* Разработана система применения препаратов симбиотического взаимодействия грибов арбускулярной микоризы в питомнике плодовых культур: по комплексу показателей лучшей дозой является 2,0 г/растение. На основе полученных данных подготовлена Технологическая инструкция по применению биоактивных препаратов при производстве саженцев *Malus Mill.* ТИ 72.19.50.000–136– 00668034-2020.

Выявлены закономерности влияния посадочного материала яблони нового типа – с микоризацией корней, а также с высокой окулировкой – на изменение ростовых, физиологических и продукционных процессов у различных генотипов рода *Malus Mill.* в условиях увеличения амплитуды изменчивости метеофакторов. Анализ урожайности опытных деревьев яблони за четыре года плодоношения (2017-2020 гг.) показал, что в сложных погодных условиях весны, когда наблюдались неоднократные радиационные заморозки, наибольший урожай был получен в варианте с дозой 0,4 г/растение, превышение к контролю составило 40,7 % (табл.).

Влияние микоризации биопрепаратом на основе симбиотических грибов арбускулярной микоризы *Glomus sp.* на урожайность деревьев яблони сорта Прикубанское на подвое СК 7

Доза биопрепарата, г/растение	Урожайность, кг/дер.		ППСШ в 2020 г., см ²	Удельное плодоношение, кг/см ²
	2020 г.	∑ 2017-2020 гг.		
Контроль, без применения препарата	2,7	26,7	20,4	1,31
0,2	3,1	27,3	15,9	1,72
0,4	3,8	27,9	15,9	1,75
1,0	2,6	23,3	13,8	1,69
2,0	2,3	28,4	15,9	1,79
НСР ₀₅	0,6	2,1	2,6	0,2

Интегральным показателем, учитывающим многолетнее комплексное влияние неблагоприятных факторов на урожайность растений, является суммарная урожайность деревьев за определенный период плодоношения. В опыте суммарная урожайность была лучшей в варианте с дозой 2,0 г/растение – 28,4 по сравнению с 26,7 кг/дер. в контроле. Выявление вариантов с наиболее эффективным плодоношением с учетом размера деревьев, было проведено методом расчета удельного плодоношения – отношения урожая к площади поперечного сечения штамба (ППСШ). Анализ был выполнен по отношению суммарной за 2017-2020 гг. урожайности к сечению штамба деревьев в 2020 году.

Установлено, что микоризация корней биопрепаратом гриба *Glomus sp.*, независимо от дозы, обеспечила наиболее эффективное для деревьев соотношение ростовых и продукционных процессов. Лучшая удельная продуктивность получена в варианте с дозой биопрепарата 2,0 г/растение: 1,79 в сравнении с 1,31 кг/см² в контроле (превышение составило 36,6 %).

Анализ температурных ограничений урожая районированных сортов сливы Стенлей и Кабардинская ранняя на подвое алыча показал, что сорт Стенлей более морозостойкий, также сорт Стенлей оказался более морозостойким во всех фазах развития на подвое ПК СК-1. Также отмечена высокая морозостойкость на данном подвое сливы сорта Кабардинская ранняя. Менее морозостойкими оказались комбинации Стенлей и Кабардинская ранняя на подвое БС-2. Установлено значительное влияние подвоев в интенсивных насаждениях на урожайность черешни и сливы в условиях 2019/2020 гг., когда наблюдались высокие температуры в осенне-зимний период и понижение температур до критических в весенний период (доля в общей дисперсии до 80,6 %). Это подтвердили результаты в различных эколого-генетических зонах, различающихся по типам почв (аллювиальные луговые, черноземы выщелоченные). Установлено, что наиболее устойчивыми к периодическому длительному переувлажнению корнеобитаемого слоя на аллювиально луговых почвах являются деревья сливы сорта Стенлей на подвоях ПК СК-2 и 935. На этих деревьях отмечена наибольшая урожайность на выровненных участках и меньший процент гибели растений в зонах с менее удовлетворительным водно-воздушным режимом почв (понижения, западины).

Заключение. Разработана динамическая модель продуктивности яблони, описывающая динамику ее продуктивности в конкретных почвенно-климатических условиях и режиме питания растений при применении удобрений. Для этих целей создана блочная структурированная система абиотических факторов (климатические факторы продуктивности яблони, питательный режим растений, пищевой режим почвы), основанная на базе данных, которая позволяет изучать и детализировать информацию для создания целостных динамических моделей, способных прогнозировать изменение во времени продуктивности растения яблони. Зарегистрирована и пополнена актуальной информацией база данных о функциональном состоянии плодоносящей слаборослой яблони.

Получены новые знания о влиянии фертигации плодовых насаждений на изменение показателей почвенного плодородия черноземных почв в зоне локализации питательных веществ. Установлено, что проведение капельного орошения минерализованной водой на черноземе типичном в условиях Прикубанской низменности привело к негативным изменениям свойств почв плодовых насаждений. При формировке Русское веретено модифицированная (с удалением конкурентов и веток второго порядка) деревьев яблони отечественных сортов Марго и Орфей установлено самое экономически целесообразное соотношение продуктивности и качества плодов. Разработана система применения биопрепарата на основе симбиотических грибов *Glomus sp.* в питомнике плодовых культур. По комплексу показателей наиболее эффективна доза 2,0 г/растение: суммарная урожайность за 4 года плодоношения превышала контроль (28,4 в сравнении с 26,7 кг/дер. в контроле). Разработана Технологическая инструкция по применению биоактивных препаратов при производстве саженцев *Malus Mill.* ТИ 01.30.10.131-136-136-00668034-2020.

Выявлены закономерности влияния нового типа посадочного материала (саженцы с высокой окулировкой) на изменение ростовых, физиологических и продукционных процессов у различных генотипов рода *Malus Mill.* в условиях увеличения амплитуды изменчивости метеофакторов. Заглубленная посадка способствовала увеличению урожайности деревьев привойно-подвойных комбинаций: Прикубанское /СК 2У, Прикубанское /СК 7, Кубанское багряное /СК 4. Сорт сливы Стенлей выделен как наиболее морозостойкий

во всех фазах развития на подвое ПК СК-1 и наиболее устойчивый к периодическому длительному переувлажнению корнеобитаемого слоя на аллювиально луговых почвах на подвоях ПК СК-2 и 935.

Литература

1. Глобальные изменения климата и почвенный покров / В.Н. Кудеяров [и др.] // Почвоведение. № 9. 2009. С. 1027-1042.
2. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Современные климатические изменения продуктивности биосферы России и сопредельных стран // Метеорология и гидрология. 2008. № 4. С. 101-107.
3. Активизация адаптационных механизмов растений яблони под влиянием специальных удобрений [Электронный ресурс] / Ю.В. Трунов [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2011. № 12(6). С. 83-94. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/11/06/09.pdf>. (дата обращения: 07.04.2021).
4. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Сергеева Н.Н., Караваева А.В. База физиолого-биохимических показателей влияния биохимически активных веществ на устойчивость сортов яблони к абиотическим стрессорам юга России (свидетельство о регистрации базы данных RUS 2018620796 12.04.2018). Режим доступа (e-library) <https://elibrary.ru/item.asp?id=36540263>
5. Henfrey J. L., Baab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions // Scientia Horticultura. – 2015. – № 194. – P. 111-117.
6. Кузин А.И. Влияние фертигации, капельного орошения и некорневых подкормок на продуктивность яблони, качество плодов и свойства почвы в интенсивном саду Центрального Черноземья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 958-974.
7. Neilsen, G.H. Response of apple to fertigation of N and K under conditions susceptible to the development of K deficiency / G.H. Neilsen, D.Neilsen, L.C. Herbert, E.J. Hogue // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2004. – Vol. 129 (1). – P. 26-31.
8. Quiñones Ana. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees / Ana Quiñones, Belén Martínez-Alcántara, Francisco Legaz // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2007. – Vol. 122. – p. 399-409.
9. Соколова Н.А. Использование ВАМ-грибов в агроценозе для регулирования фосфорного питания растений на обычных и эродированных черноземах: дисс. ... канд. наук : 06.01.04 / Соколова Наталья Александровна. М.: МГУ, 1995. 20 с.
10. Gerdemann J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth // Annu. Rev. Phytopathol. – 1968. – Vol. 6. – P. 397-418.
11. Augé R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal Symbiosis // Mycorrhiza – 2001. – Vol. 11. – №3. – P. 42.
12. 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.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
14. 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.
15. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1985. 117 с.
16. Силкин К.Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8: Учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. 66 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.