

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук Столярова Максима Евгеньевича на тему: «Кальциевый режим яблоневого сада на фоне азотных и калийных удобрений и диагностика кальциевого питания яблони» по специальности 4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Диссертационная работа Столярова Максима Евгеньевича посвящена изучению особенностей кальциевого режима яблоневых садов, выращиваемых в почвенно-климатических условиях Центрального региона России, а также вопросам оценки обеспеченности деревьев кальцием на основе результатов почвенной и растительной диагностики. По сравнению с полевыми культурами методические основы оценки условий минерального питания многолетних плодовых деревьев разработаны значительно слабее, что связано с их крупными размерами, особенностями жизненного цикла и спецификой садовой агротехники, усложняющими многие аспекты проведения исследований. Для яблони, выращиваемой в почвенно-климатических условиях различных зон плодородия РФ, методология оценки условий кальциевого питания также пока несовершенна, причём наименее изучены различные аспекты почвенного питания. Существующие способы определения обеспеченности деревьев яблони кальцием базируются на анализе плодов и листьев в разные фазы периода вегетации и не всегда помогают предиктивно определить потребность растений в дополнительном кальциевом питании. Поэтому тема диссертационного исследования М.Е.Столярова является *актуальной*, особенно в связи с важной физиологической ролью кальция, влияющего на значимые качественные и технологические параметры плодов.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые, для изучения кальциевого режима яблоневого сада был применен системный подход, когда в течение нескольких периодов вегетации проводилась сопряжённая оценка уровня доступных форм кальция в корнеобитаемом слое почвы и содержания кальция в плодах и вегетативных органах яблони. Благодаря достаточно

длительному проведению исследований (5 лет), диссертант смог выявить статистически значимые взаимосвязи между кальциевым статусом почвы и растений и впервые продемонстрировал, что содержание кальция в яблоках в значительной степени определяется условиями почвенного питания деревьев кальцием в предшествующем периоде вегетации. В диссертационной работе впервые была изучена сезонная динамика доступных растениям форм кальция в агросерой почве под садом, определён ежегодный вынос кальция с плодами и обрезаемыми ветвями, предложено использовать определение водорастворимого кальция в почве для оценки кальциевого питания деревьев.

Изучение Столяровым Максимом Евгеньевичем годичной и сезонной динамики комплекса агрохимических параметров агросерой почвы неорошаемого сада позволило выявить тренды и скорость изменения почвенных свойств под монокультурой яблони.

Предложенные показатели для почвенной диагностики кальциевого питания яблони, позволяющие прогнозировать дефицит кальция в плодах на более раннем сроке, характеризуют *практическую значимость результатов исследования*. Также, представленные в диссертационной работе результаты изучения азотного и калийного режима агросерой почвы под садом могут быть использованы для корректировки программ удобрения яблони в почвенно-климатических условиях Центрально-Чернозёмной зоны и юга Нечерноземья.

Диссертационная работа Столярова Максима Евгеньевича изложена на 166 страницах и состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, рекомендаций к производству, обширного списка литературы на 218 источников, в том числе 106 источников – от зарубежных авторов. Диссертация содержит 28 информативных таблиц, 9 рисунков и 14 приложений.

Во *введении* диссертант обосновывает актуальность исследуемой проблемы, формулирует цель и задачи исследования, обосновывает научную новизну и практическую значимость работы. Задачи исследования сформулированы четко и обоснованно относительно поставленной цели.

В *обзоре литературы*, проанализировав большое количество научной информации, автор достаточно полно показал современное состояние

исследований в области изучения кальциевого питания яблони и его диагностики. В частности, раскрыты такие аспекты, как значение кальция в питании растений, содержание и формы кальциевых соединений в почвах, описаны физиологические расстройства в плодах яблони, связанные с дефицитом кальция, а также способы их предотвращения, освещены вопросы почвенной и растительной диагностики кальциевого питания яблони.

В целом обзор литературы даёт подробное представление об изучаемой проблематике, подтверждает актуальность темы диссертационного исследования и предоставляет возможность оценить новизну полученных данных.

В *главе 2* автором описаны условия проведения, объекты, методика и методы исследования. Прежде всего представлены подробные схемы полевых опытов с деревьями яблони разного возраста, в которых изучалось влияние природных и агротехнических факторов на кальциевый режим сада. Также в этой главе дана характеристика почвы опытных участков и обоснован выбор сорта яблони для проведения исследований. Автор приводит данные по метеорологическим и климатическим условиям, перечисляет применяемые методы и методики, указывает способы статистической обработки полученных данных.

Следующие главы диссертации посвящены непосредственно описанию результатов экспериментальной части работы и их обсуждению. В *главе 3* приведены данные опыта по влиянию метеоусловий, а также совместных и отдельных некорневых подкормок бор-, калий- и кальцийсодержащими препаратами на содержание кальция в плодах и листьях 20-летних деревьев яблони. В этой части исследования установлено, что влияние природных факторов (метеоусловия, периодичность плодоношения) на уровень кальция в плодах и листьях было более значимым, чем влияние такого элемента агротехники, как некорневые подкормки. Результаты, полученные в этом эксперименте, убедительно показывают, что для полноценного понимания процессов формирования элементного состава плодов яблони необходимо учитывать условия почвенного питания, а использование только растительной диагностики недостаточно информативно.

В *главе 4* автор приводит данные по изменению агрохимических показателей агросерой почвы яблоневого сада при регулярном применении азотных и калийных удобрений. Выявлено, что ежегодное в течение 6 лет внесение азотных и калийных удобрений оказывает существенное воздействие на показатели кислотности и запасы элементов питания в агросерой почве под садом. Во всех вариантах опыта выявлено снижение pH_{KCl} и количества подвижного фосфора. При этом происходило постепенное насыщение почвы обменными формами калия, содержание которых выросло в 2-3 раза в зависимости от дозы удобрений. Внесение азотных удобрений способствовало увеличению количества N_{min} в почве в 1,5 – 5 раз, наблюдаемому в 1-й половине периода вегетации, причём преобладающей формой N_{min} был аммоний. Поскольку целью диссертационного исследования является изучение кальциевого режима сада, автор в каждом подразделе данной главы даёт пояснения о влиянии изучаемых агрохимических параметров на состояние почвенного кальция. В то же время полученные в ходе исследований новые экспериментальные данные об особенностях азотного и калийного режимов садовой почвы имеют самостоятельную научную и практическую ценность, т.к. могут быть использованы при разработке программ минерального питания яблони.

Глава 5 диссертационного исследования посвящена изучению кальциевого режима агросерой почвы яблоневого сада. Автор убедительно показывает, что уже в первые годы после посадки деревьев в почве сада начинается постепенное снижение уровня обменного кальция, которое усиливается при ежегодном внесении азотных и калийных удобрений. На фоне снижения количества обменных соединений концентрация водорастворимых форм кальция подвержена значительным сезонным колебаниям, которые зависят от гидротермического режима почвы и также усиливаются при внесении удобрений.

В *главе 6* представлен материал о содержании кальция в плодах и вегетативных органах (листья, ветви) яблони, и оценивается влияние природных (метеоусловия, периодичность плодоношения) и агротехнических факторов (корневое и фолиарное применение удобрений) на эти показатели.

Основываясь на экспериментальных данных, автор делает вывод о том, что концентрация кальция во всех изучаемых органах растения значительно варьирует под влиянием природных факторов. Применение удобрений в представленном опыте ежегодно влияло на содержание кальция в плодах, содержание элемента в листьях изменялось под действием удобрений только когда этот показатель был близок к оптимальному уровню, а на содержание кальция в ветвях удобрения не повлияли. Представленные в данном разделе диссертации данные о содержании кальция в ветвях разного возраста, оценке выноса кальция с разными частями деревьев и определение количества кальция, отчуждаемого из сада в результате хозяйственной деятельности, характеризуются значительной научной новизной, поскольку в данных почвенно-климатических условиях баланс кальция в садовых агроэкосистемах практически не изучен.

В *главе 7* автор сопоставил полученные экспериментальные данные в целях изучения взаимосвязей между состоянием почвенного кальция и его содержанием в плодах и вегетативных органах яблони. В этом разделе диссертации приведены статистически достоверные результаты, свидетельствующие о том, что количество кальция, содержащееся в плодах яблони на момент уборки урожая, в значительной мере определяется почвенными условиями кальциевого питания деревьев в предшествующем периоде вегетации. Также установлено, что уровень кальция в плодах и вегетативных органах коррелирует преимущественно с содержанием в почве его водорастворимых форм. На основе этих данных сделан вывод, что уровень водорастворимого кальция в почве является показателем, наиболее объективно отражающим условия кальциевого питания яблони, и данный показатель является перспективным для проведения ранней диагностики кальциевого питания яблони.

В качестве показателя, дополняющего почвенную диагностику, автор предлагает использовать содержание кальция в однолетних побегах в зимний период.

Текстовая часть диссертации завершена заключением, выводами и рекомендациями для агрохимической практики и производства. Основные

положения заключительных разделов базируются на результатах проведённых экспериментов и полностью соответствуют поставленным задачам.

Основные научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы Столярова М.Е. являются *обоснованными и достоверными*, поскольку изучение кальциевого режима неорошаемых садов проводили в многофакторных полевых опытах с сортом яблони Синап орловский, районированным в областях Центрального, Центрально-Чернозёмного и Северо-Западного регионов РФ. Закладка и ведение полевых опытов соответствуют методическим требованиям, предъявляемым к исследованиям в многолетних плодовых насаждениях. Для анализа почвенных и растительных проб применяли современное аналитическое и лабораторное оборудование. Анализ и обобщение результатов исследования проводили с использованием современных методов статистической обработки экспериментальных данных, в том числе дисперсионного и корреляционного анализа.

Результаты научных исследований, изложенные в диссертации, прошли *апробацию* при выступлениях автора на 6 научных и научно-практических конференциях. По результатам диссертационного исследования автором было опубликовано 15 работ, из них 5, входящих в список RSCI и рекомендованных к защите в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова.

В ходе прочтения работы и автореферата возникли отдельные замечания и вопросы:

1. В главе 2.2. «Климатические и агрометеорологические условия проведения исследования» указаны данные лишь по опыту 2 (2015-2020 гг.), а данные по опыту 1 (2011 – 2015 гг.) отсутствуют. При этом данные по опыту 1 присутствуют далее по тексту работы, в главе 3. На мой взгляд, данные по метеорологическим условиям проведения опытов необходимо указывать в соответствующей главе диссертации.

2. В опыте 1 содержание кальция в плодах яблони определяли отдельно в кожице и мякоти, а в опыте 2 подобное разделение отсутствует. С чем

связано такое изменение в методике определения кальция в плодах и насколько сопоставимы получаемые разными методиками данные?

3. В главе 3 на странице 54 указано, что влияние природных факторов на содержание кальция в плодах яблони является существенно более значимым, чем эффект от некорневых обработок. При этом в разделе «рекомендации для агрохимической практики и производства» автор рекомендует при концентрации водорастворимых форм кальция в почве в августе-сентябре менее 1 ммоль/100 г планировать подкормки деревьев кальцием в следующем периоде вегетации. Насколько обосновано использование агроприёма, эффективность которого автором не установлена?

4. В выводе 3 автор указывает, что корневое и некорневое применение удобрений способствовало увеличению содержания кальция в плодах при концентрации кальция в плодах контрольного варианта 9,4 мг/100 г сырой массы и выше, в противном случае удобрения снижали содержание этого элемента. С чем может быть связан подобный эффект? Необходимо обоснование.

5. В рекомендациях для агрохимической практики и производства автор рекомендует определять содержание водорастворимого кальция в слое почвы 0...40 см, однако, известно, что глубина залегания основной массы корней яблони, как правило, составляет 20...80 см. С чем связан выбор именно данного слоя для проведения диагностики?

Все вышеперечисленные замечания не носят принципиального характера и не умаляют достоинств и значения работы.

В целом, можно заключить, что представленная работа имеет значение для развития фундаментальных и прикладных аспектов агрохимии и плодородства, является законченным исследованием, выполненном на высоком методическом уровне. Диссертация Столярова М.Е. отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в

Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно приложениям №5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Столяров Максим Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», лаборатория агрохимии и почвоведения, главный научный сотрудник

Малокова Людмила Степановна



« 08 » февраля 2023 г.

Контактные данные:

Тел.: +7 (862) 200-18-22, e-mail: Malukovals@mail.ru.

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

06.01.04 – Агрохимия (биологические науки)

Адрес места работы: 354002, Россия, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28

Подпись Малоковой Л.С. удостоверяю

Главный учёный секретарь
ФИЦ СЦ РАН



Суравлёва