

Аль-Хуссейни Акил Мохаммед Абдуламир

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИЕМОВ
СНИЖЕНИЯ ОПАДЕНИЯ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПЛОДОВ
ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СУБТРОПИКОВ**

Специальность 06.01.08 – Плодоводство, виноградарство

Автореферат

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»

Научный руководитель: **Рындин Алексей Владимирович**
доктор сельскохозяйственных наук, академик
РАН, профессор кафедры плодородия
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет им. И.Т. Трубилина»

Официальные оппоненты: **Трунов Юрий Викторович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры биотехнологии, селекции и
семеноводства сельскохозяйственных культур
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный
аграрный университет»

Шишкина Елена Леонидовна
кандидат сельскохозяйственных наук, старший
научный сотрудник лаборатории субтропических
и орехоплодных культур ФГБУН «Ордена
Трудового Красного Знамени Никитский
ботанический сад – Национальный научный
центр РАН»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева»

Защита состоится «18» апреля 2019 г. в 10⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 006.056.01 в ФГБНУ «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства,
виноделия» <http://www.kubansad.ru>.

Автореферат разослан «12» апреля 2019 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты
и сайта организации, фамилии, имени, отчества, должности лица,
подготовившего отзыв, просим направлять ученому секретарю
диссертационного совета по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия
Победы, 39; тел./факс 8(861)257-57-02, e-mail: kubansad@kubannet.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 006.056.01,
канд. с.-х. наук



В.В. Соколова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований, степень ее разработанности. Во всем мире citrusовые считаются одними из самых важных плодовых культур, а их плоды являются наиболее востребованным товаром садоводства. Более того, в течение последних 30 лет потребление на душу населения такой продукции постоянно увеличивается (Matheyambath, 2016).

Объем производства citrusовых в мире, по данным ФАО, составляет более 200 млн тонн, а площадь под насаждениями – более 8,8 млн га (ФАО, 2012). При этом наиболее значителен объем производства апельсинов, мандаринов и лимонов (Раджабов и др., 2016). Ведущими странами по производству плодов citrusовых культур являются Китай, Бразилия, США, Мексика, Индия и Испания, а также ряд других тропических и субтропических регионов (ФАО, 2015). Их производство в Ираке в 2016 году составило 128100 т (ФАО, 2017). В условиях влажных субтропиков России (район г. Сочи) насаждения citrusовых культур сосредоточены лишь на небольших площадях. Широкому их распространению в данном регионе препятствует, главным образом, низкая зимостойкость растений (Рындин и др., 2016). Тем не менее и в этих природных условиях большое внимание уделяется повышению эффективности выращивания citrusовых.

Ранее исследованы биолого-морфологические особенности растений citrusовых культур, их отношение к экологическим факторам, возможности производства посадочного материала и технологии выращивания (Дурманов, 1968; Воронцов и др., 1979; Кекелидзе, 1989; Сапиев и др., 1997; Рындин и др., 2016 и др.). Однако до настоящего времени отсутствует надежная агробиологическая система регуляции процессов формирования и созревания плодов citrusовых, гарантирующая снижение их непроизводительного опадения и увеличение хозяйственного урожая.

Очевидно, весьма актуальна разработка специфических для citrusовых культур приемов направленного формирования урожая плодов заданного количества с использованием различных современных препаратов.

Цель исследований – разработать биологически обоснованные приемы снижения опадения формирующихся плодов citrusовых культур в условиях субтропиков на основе использования регуляторов роста и минерального удобрения нового поколения.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие **задачи исследований**:

- определить оптимальные сроки применения приемов, корректирующих ход опадения формирующихся плодов мандарина в летне-осенний период;
- определить возможности использования ингибитора биосинтеза этилена – препарата AVG для ослабления опадения плодов в разные фазы их формирования у растений двух сортов апельсина;

- изучить влияние некоторых регуляторов роста и элементов питания на особенности жизнедеятельности растений мандарина при однократном их использовании в определенные фазы развития плодов;
- определить перспективность трехкратного в течение вегетации применения препаратов нового поколения для оптимизации процесса формирования урожая плодов мандарина;
- разработать приемы ослабления опадения плодов в насаждениях мандарина, обеспечивающие увеличение хозяйственного урожая в условиях влажных субтропиков России;
- определить экономическую эффективность реализации приемов, обеспечивающих оптимизацию процесса формирования урожая плодов мандарина в условиях влажных субтропиков России.

Научная новизна. В условиях средиземноморского климата Западной Австралии определены оптимальные сроки применения ингибитора биосинтеза этилена AVG для лучшего сохранения плодов на деревьях апельсина. Выявлены сортовые особенности отзывчивости растений апельсина на действие этого препарата. В условиях влажных субтропиков России установлено специфическое влияние гетероауксина и российского регулятора роста нового поколения «Мелафен» на особенности жизнедеятельности растений мандарина в различные фазы формирования плодов. Обоснована роль некорневого питания деревьев мандарина во второй половине периода вегетации калием и фосфором в активизации процесса созревания плодов.

Практическая значимость. Предложена совокупность приемов оптимизации формирования урожая плодов мандарина в условиях влажных субтропиков, основанных на применении в течение периода вегетации различных препаратов, в частности регулятора роста нового поколения «Мелафен» в сверхнизкой концентрации и минерального удобрения «Фосфит калия».

Теоретическая значимость работы. Изложены аргументы, свидетельствующие об определенном характере влияния некоторых синтетических регуляторов роста на концентрацию и соотношение эндогенных гормонов стимулирующего и ингибирующего действия в органах и тканях растений мандарина в различные фазы формирования плодов.

Методология и методы диссертационного исследования. Исследования связаны с определением совокупности биологических показателей жизнедеятельности вечнозеленых растений цитрусовых культур для обоснования целесообразности применения некоторых препаратов нового поколения, обеспечивающих ослабление опадения формирующихся плодов в соответствующие фазы их роста и развития, а в итоге, увеличение хозяйственного урожая. При организации исследования предусмотрены его проектирование, проведение и

оценка полученных результатов. При этом использованы общепринятые агро-биологические методы исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Перспективность применения с учетом сортовой специфики ингибитора биосинтеза этилена AVG в насаждениях апельсина при достижении плодами размера 3,0 см для ослабления их предуборочного опадения в условиях средиземноморского климата Западной Австралии.

2. Использование гетероауксина для обработки растений мандарина при достижении завязями размера 1,5 см – важный прием ослабления опадения формирующихся плодов в первой половине вегетации.

3. Возможности сохранения формирующихся плодов на дереве во второй половине вегетации, увеличение их размера и, в конечном счете, повышение хозяйственного урожая мандарина (до 17 %) в условиях влажных субтропиков России при использовании препарата «Мелафен» (срок обработки – размер плодов 3,0 см).

4. Целесообразность применения в насаждениях мандарина влажных субтропиков (за месяц до начала уборки плодов) некорневых подкормок калийными удобрениями (например, удобрением «Фосфит калия»), обеспечивающими ускорение (на 3–5 дней) созревания плодов, лучшее удержание их на дереве, значительное увеличение массы и, соответственно, хозяйственного урожая.

Апробация и реализация результатов исследований. Результаты исследований представлены на Всероссийских научно-практических конференциях молодых ученых (Краснодар, 2016, 2017), на ежегодных научных конференциях сотрудников факультета плодовоовощеводства и виноградарства Кубанского государственного аграрного университета (Краснодар, 2016–2018 гг.).

Личный вклад соискателя в проведение научного исследования и получение наиболее существенных научных результатов состоит в следующем:

- определении актуальной задачи современного плодоводства – возможности использования регуляторов роста и минеральных удобрений для снижения опадения плодов цитрусовых культур и разработке программы исследований в этом направлении;
- закладке опытов и проведении научного эксперимента;
- получении исходных данных, их обработке и интерпретации;
- апробации результатов исследований;
- подготовке публикаций в различных изданиях, в том числе рецензируемых, доля личного участия в которых пропорциональна числу соавторов.

Публикации результатов исследований. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 7 статьях (в том числе 3 – в рецензируемых научных изданиях и журналах, определенных перечнем ВАК РФ).

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 110 страницах машинописного текста, содержит 11 таблиц, 22 рисунка и состоит из введения, 6 глав, заключения и рекомендаций по использованию результатов исследований, списка использованной литературы и приложений. Список используемой литературы включает 169 источников, в том числе 77 – на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю благодарность за оказанную консультативную помощь в выполнении данной работы зав. кафедрой плодоводства, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ Т.Н. Дорошенко.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Современное состояние вопроса

Аналитический обзор показал, что опадение плодов цитрусовых культур, определяется многочисленными физиологическими факторами и действием совокупности экологических стрессоров. Оно происходит на любом этапе их развития, но наиболее интенсивно – во время образования завязей (Bain, 1958; Dhillon, 1985; Spiegel-Roy et al., 1996; Garcia-Luis et al., 2002). Отделительный слой может образовываться в двух зонах: между плодоножкой и побегом (при завязывании плодов) и в чашечке (при достижении плодами размера 3,0 см или изменении их цвета). Опадение обусловлено повышением активности ферментов гидролаз клеточных стенок, приводящим к их разрушению в зоне отделения. Основным гормоном растений, контролирующим процесс опадения формирующихся плодов, является этилен. Между тем значительную роль в удержании плодов на дереве играют и другие фитогормоны: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота (Котляров и др., 2013). Определена роль ауксинов и их синтетических аналогов в ослаблении опадения генеративных органов различных плодовых культур (Rasmussen, 1975; Taiz, 2006). Вместе с тем использование новых, появившихся на рынке, регуляторов роста и минеральных удобрений откроет более широкие возможности направленной оптимизации процесса формирования плодов применительно к определенной фазе развития, что позволит снизить неэффективное их опадение во второй половине вегетации растений (Шаповал и др., 2015; Шеуджен и др., 2017). Необходимость агробиологического обоснования таких возможностей в насаждениях цитрусовых культур в условиях субтропиков и послужила основанием для проведения данной работы. Мы полагаем, что выполнение этих исследований станет важным этапом в создании прецизионных технологий выращивания цитрусовых культур.

2. Условия, объекты, методы исследований. Работа выполнялась на кафедре плодоводства Кубанского государственного аграрного университета (КубГАУ) в соответствии с тематическим планом НИР (номер госрегистрации АААА–А16–116021110064–3).

Опыт III. Определение перспективности 3-х кратного в течение вегетации применения препаратов нового поколения для оптимизации процесса формирования урожая плодов мандарина в условиях влажных субтропиков.

Схема опыта:

Вариант 1 – обработка водой (контроль)

Вариант 2 – обработка растений гетероауксином (1-й срок, размер завязей 1,5 см) + мелафеном (2-й срок, размер плодов 3,0 см) + удобрением «Фосфит калия» (3-й срок, за 30 дней до начала сбора плодов)

Использованы следующие препараты: Гетероауксин – концентрация 0,001 %; новый российский препарат Мелафен (меламиновая соль бис-(оксиметил)-фосфиновой кислоты) – концентрация 1×10^{-9} М; жидкое удобрение испанского производителя «Агритекно Фертилизантес» марки Контролфит РК (фосфит калия) – концентрация 0,3 %; Повторность опытов II и III – 5-ти кратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

Полевые опыты II и III поставлены в 2016–2018 гг. в опытных насаждениях Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур в условиях влажных субтропиков (г. Сочи 43°36' северной широты и 39°46' восточной долготы). В 30-летнем саду мандарина, заложенном по схеме 3 x 1 м, изучали сорта «Miyagawa Wase» и Юбилейный на подвое *Poncirus trifoliata* R.

На опытном участке преобладают бурые лесные слабонасыщенные почвы.

Характерными особенностями климата региона являются относительно высокая среднегодовая температура воздуха (+14,1 °С), большое годовое количество осадков (1534 мм), высокая солнечная радиация и высокая относительная влажность воздуха (73 %). Абсолютный максимум температуры воздуха равен +38,3 °С. Средняя температура воздуха в осенний период +16 °С, максимальная +34,4 °С, минимальная температура воздуха опускалась до – 5,4 °С (по данным сочинской АМС). За годы исследований средняя температура воздуха была выше многолетних значений на 1,7...3,6 °С, количество осадков в 2017–2018 гг. – на 20–36 % ниже нормы.

Методы исследований. Полевые опыты проводили в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999). При проведении исследований были использованы общепринятые физиологические методы, изложенные в специальной литературе (Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству, 2010). Содержание сахаров определяли по методике Бертрана; титруемую кислотность – потенциометрическим методом; содержание аскорбиновой кислоты в плодах – иодометрическим

методом, (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, 1999). Повторность анализов дву-трехкратная. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по Б. А. Доспехову (2012) с использованием прикладных программ «Statistika», «Excel». Экономический анализ результатов – по методике Куликова и др. (2013).

3. Результаты исследований

Возможность применения ингибиторов синтеза этилена AVG для ослабления опадения формирующихся плодов апельсина. Одной из возможных причин потерь хозяйственного урожая является доуборочное опадение формирующихся плодов, когда они уже достигают значительных размеров. Их сбрасывание сопряжено с нерезультативным расходом большого количества питательных веществ, синтезированных в растительном организме (Колесников, 1979). Общеизвестно (Якушкина, Бахтенко, 2005), что большинство физиологических процессов, в том числе формообразование и развитие растений, координируется различными группами фитогормонов. Между тем гормональный баланс в растительном организме может контролироваться экзогенными регуляторами роста (M. Ibrahim, 2011).

По результатам исследований, обработка деревьев апельсина сорта «Washington Navel» препаратом AVG в концентрациях 20–60 мг/л в первый срок (размеры завязей 1,5 см) приводит к некоторому уменьшению опадения завязей. Этот эффект обнаруживается уже через 30 суток после проведения опрыскивания и сохраняется до сбора урожая плодов. Лучшие результаты, с точки зрения ослабления опадения завязей, получены в варианте с применением AVG в концентрации 60 мг/л (опадение до 70 %, в контроле – до 90 %). Использование препарата в указанные сроки при выращивании апельсина сорта «Lane Late» не приводит к сохранению завязей на деревьях. В данном случае налицо различная сортовая реакция на действие AVG на определенном этапе развития растений. Отмечена различная отзывчивость сортов апельсина на обработку AVG и в сроки, когда формирующиеся плоды достигли размеров 3,0 см (рисунок 1).

По нашим данным, сорт «Washington Navel» более отзывчив на повышение концентрации препарата, чем сорт «Lane Late» (оптимальные концентрации AVG 60 и 20 мг/л соответственно).

Исходя из представленных результатов определения оптимальных сроков обработки, максимальный эффект от действия препарата обеспечивается на более позднем этапе развития плодов апельсина – при достижении размеров 3,0 см. По-видимому, в условиях явного преобладания в формирующихся генеративных органах стимуляторов роста ауксиновой природы (Колесников, 1979) использование экзогенных ингибиторов синтеза этилена преждевременно.

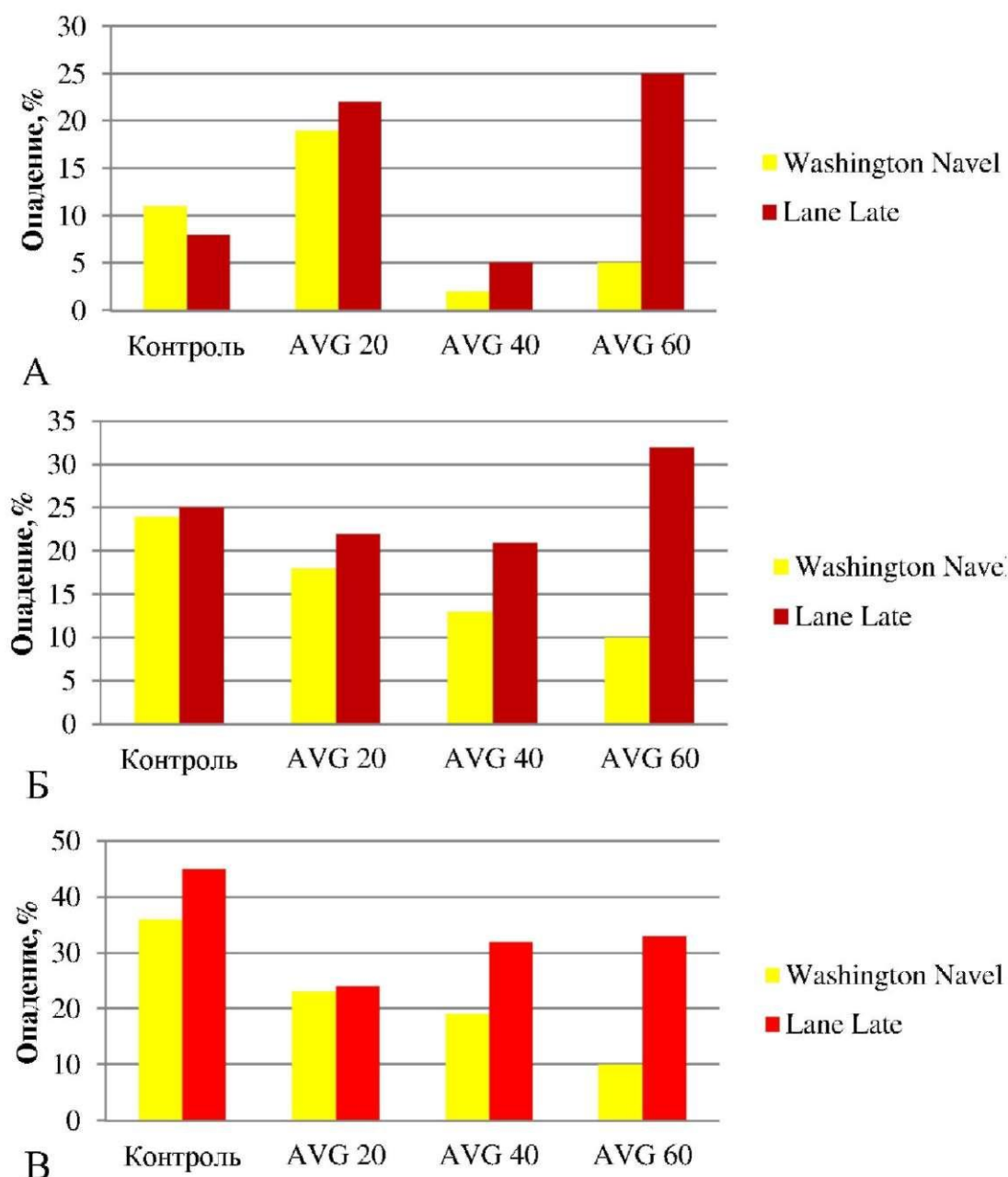


Рисунок 1 – Влияние препарата AVG разной концентрации на опадение формирующихся плодов у деревьев двух сортов апельсина через 30 (А), 60 (Б) суток после обработки (размер плодов 3,0 см) и во время сбора урожая (В)

Динамика опадения формирующихся плодов мандарина во влажных субтропиках России в летне-осенний период. Изучение характера изменения количества формирующихся плодов мандарина в течение летне-осеннего периода свидетельствует о наличии в рассматриваемый период двух волн их опадения (рисунок 2).

Наиболее интенсивное снижение количества завязей на деревьях мандарина (на 75 % от исходного количества) зафиксировано в середине июня – начале июля. В дальнейшем процесс опадения формирующихся плодов ослабляется и стабилизируется, а в конце августа – начале сентября – становится вновь более активным. Логично предположить, что такой ход опадения генера-

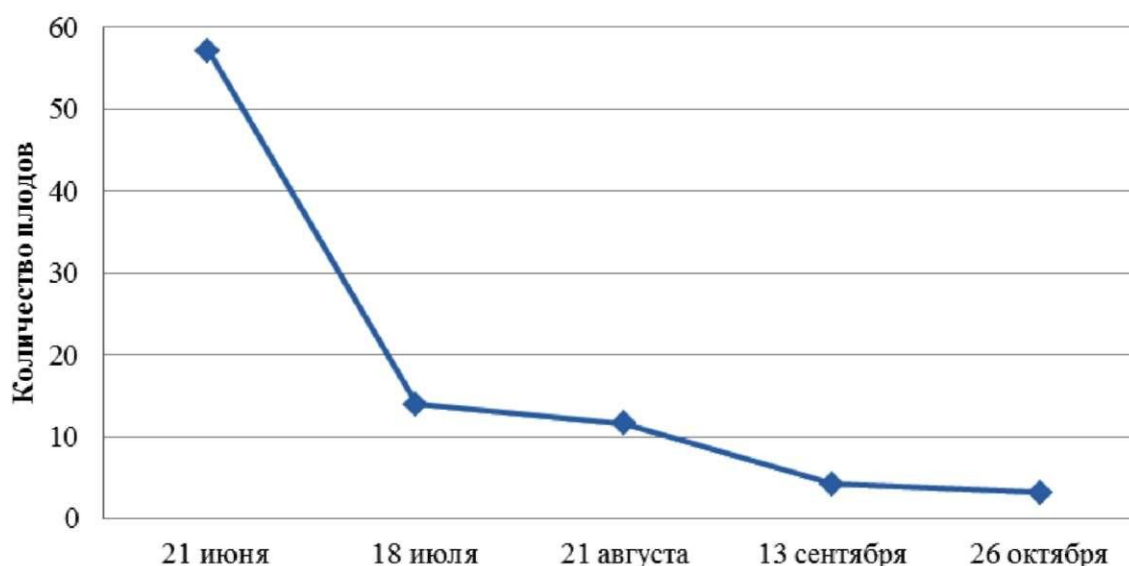


Рисунок 2 – Изменение количества плодов на деревьях мандарина сорта Миагава-Васе в процессе их формирования в 2017 г., шт./модельная ветвь

тивных органов в течение вегетации растений связан с изменением количества аттрагирующих центров (растущих побегов и плодов), потребляющих определенную «дозу» пластических веществ. Так, уменьшение опадения плодов мандарина в указанный временной диапазон может быть обусловлено ослаблением роста растений и наступлением периода их относительного покоя (Рындин и др., 2016). Вместе с тем последующая активизация этого процесса сопряжена с возобновлением роста побегов. Очевидно, в преддверии наступления соответствующей волны опадения формирующихся плодов целесообразно применение определенных приемов, корректирующих ход этого процесса.

В нашем случае сроки необходимого воздействия на растения мандарина корректирующих факторов наступают при достижении завязями (плодами) размеров 1,5 и 3,0 см. В связи с этим необходимо обосновать выбор препарата, наиболее перспективного для использования в соответствующие сроки вегетации мандарина.

Особенности жизнедеятельности растений мандарина при использовании физиологически активных веществ в фазу «размер завязи 1,5 см» В опыте с обработкой деревьев мандарина регуляторами роста при достижении завязями размера 1,5 см лучшие показатели снижения опадения генеративных органов достигаются при использовании гетероауксина. В этом варианте опыта количество плодов, сохранившихся на дереве до сбора урожая в 1,7 раза больше, чем в контроле. И этому есть свое объяснение. Под влиянием гетероауксина в листьях и плодах мандарина в 2–5 раз увеличивается соотношение эндогенных фитогормонов стимулирующего (ИУК) и ингибирующего (АБК) действия, а также оптимизируется содержание в них ИУК (рисунок 3).

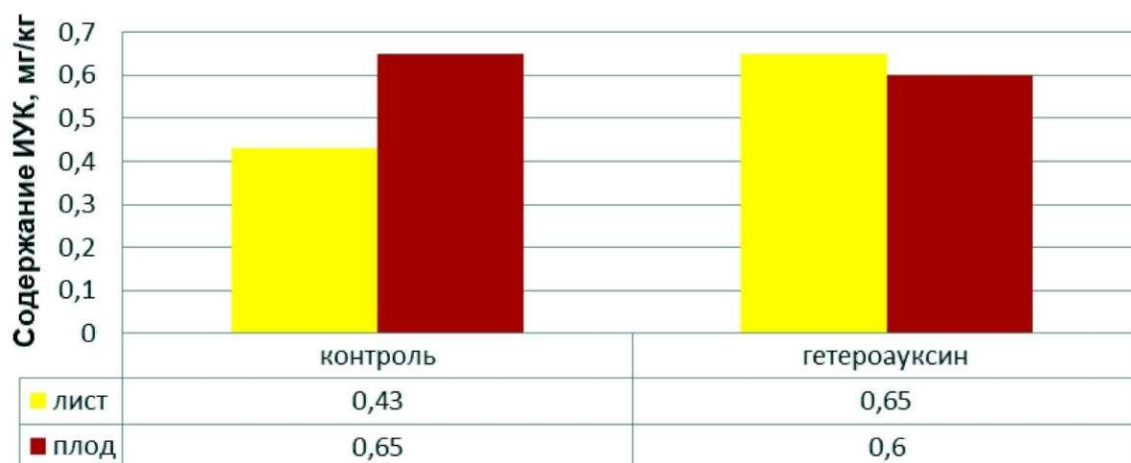


Рисунок 3 – Влияние гетероауксина на содержание ИУК в органах мандарина сорта Миагава-Васе через 30 дней после обработки (июль 2017 г.)

В данном случае соотношение этого показателя в вегетативных и генеративных органах уже через 30 суток после обработки приближается к единице. Иными словами, в указанные сроки достигается необходимое равновесие между ростовой активностью побегов (листьев) и формирующихся плодов, способствующее лучшему удержанию их на дереве, а в дальнейшем – получению большего хозяйственного урожая (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста, используемых в первой половине летнего периода, на урожай плодов мандарина сорта Миагава-Васе (в среднем за 2016–2017 гг.)

Вариант	Средняя масса плода, г	Урожай плодов	
		кг/дерево	т/га
Контроль	45,6	5,7	17,1
Гетероауксин	45,9	6,5	19,5
Мелафен	46,9	6,1	18,3
НСР ₀₅	0,5	0,5	1,3

Как видно из приведенных результатов, при использовании гетероауксина урожай плодов мандарина на 14 % больше, чем в контроле. При этом их средняя масса не отличается от контрольных значений.

По-видимому, данный феномен связан с увеличением под влияние гетероауксина количества листьев – источников пластических веществ, обеспечивающих ими формирующиеся генеративные органы.

В варианте с применением в указанные сроки мелафена существенных различий с контролем по величине хозяйственного урожая не обнаружено.

Примечательно, что в варианте с применением гетероауксина зафиксировано и максимальное в опыте увеличение длины побега.

Вместе с тем обработка деревьев раствором мелафена не привела к заметному результату в повышении ростовой активности растений мандарина.

Следует, однако, отметить, что действие гетероауксина на удержание завязей особенно результативно в течение 35–40 дней после обработки, проводимой при достижении ими размера 1,5 см. В связи с этим необходим дополнительный подбор физиологически активных веществ, перспективных для применения в более поздние фазы развития плодов мандарина, особенно в преддверии их доуборочного опадения и обеспечивающих оптимизацию формирования хозяйственного урожая.

Особенности жизнедеятельности растений мандарина с использованием физиологически активных веществ при достижении плодами размера 3,0 см. По результатам эксперимента, обработка растений мандарина гетероауксином в срок, когда размеры развивающихся плодов достигают 3,0 см, не сдерживает их опадение, но способствует увеличению длины побегов в сравнении с контролем на 23 % (рисунок 4). При этом ни средняя масса плодов, ни хозяйственный урожай растений мандарина не отличается от контрольных значений – рисунок 5 (Дорошенко, Рязанова, Аль-Хуссейни, Максимцов, Ненько, Белоус, 2017).

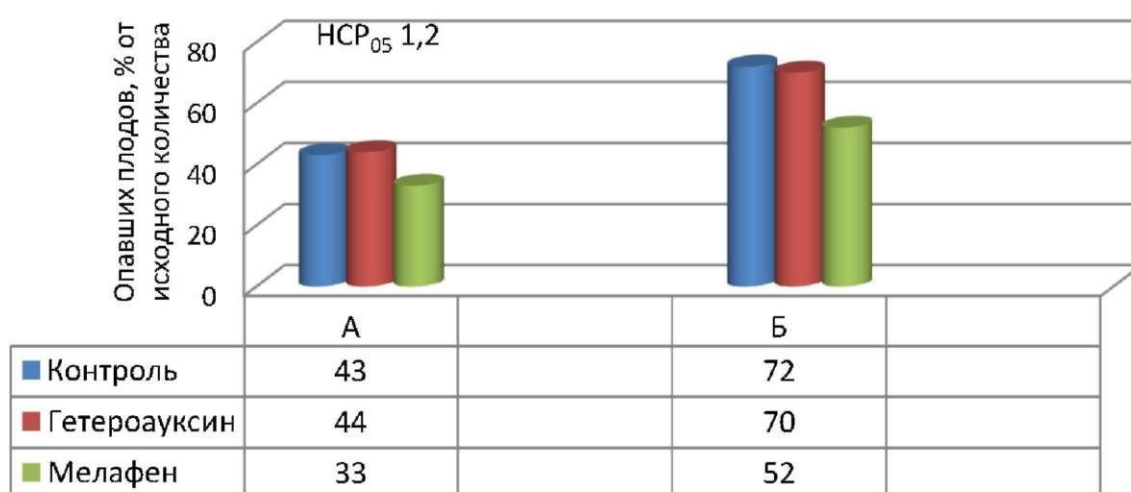
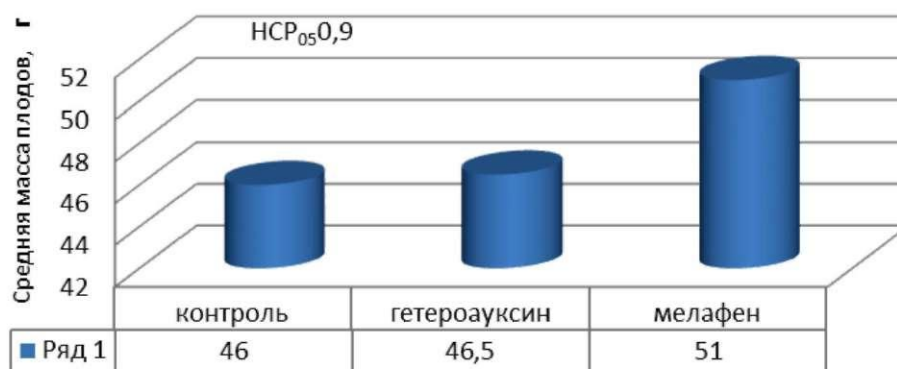


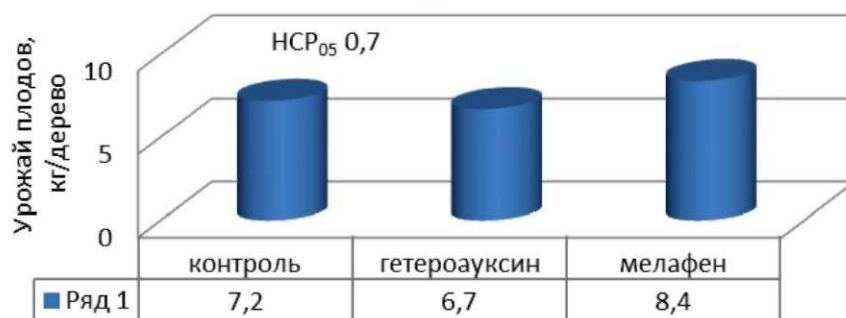
Рисунок 4 – Влияние физиологически активных веществ на количество опавших плодов мандарина сорта Миагава-Васе через 60 суток (А) после обработки и во время сбора урожая (Б), 2016 г.

Таким образом, использование на поздних этапах роста и развития плодов мандарина обработки деревьев гетероауксином не приводит к ожидаемому результату.

Снижение осыпаемости плодов у растений мандарина достигается при использовании в указанные сроки российского препарата нового поколения «Мелафен». Через 60 суток после обработки деревьев этим препаратом количество опавших плодов на 23 % меньше, чем в контроле (см. рисунок 4). Увеличение количества плодов на дереве при использовании мелафена сопряжено с увеличением их размеров (средней массы), а в конечном счете – с повышением хозяйственного урожая на 17 % в сравнении с контролем (см. рисунок 5).



А



Б

Рисунок 5 – Влияние обработки* некоторыми препаратами на среднюю массу (А) и урожай плодов** (Б) растений мандарина сорта Миагава-Васа (в среднем за 2016–2017 гг.).

* Срок обработки – июль: размер формирующегося плода 3,0 см;

** Сбор урожая плодов – октябрь

Мелафен, в отличие от гетероауксина, не оказывает заметного влияния на рост побегов. Однако под воздействием мелафена увеличиваются размеры листовых пластинок растений (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние мелафена на физиолого-биохимические показатели растений мандарина сорта Миагава-Васа (август–сентябрь, 2016 г.)

Вариант	Средняя площадь* листа, см ²	Содержание ** в листьях					Содержание моносахаридов в плодах, мг/г
		моносахариды	сахароза	белки	АБК, мг/кг	АБК / ИУК	
		мг/г					
Контроль	48,9	37,4	13,5	1,5	0,2	0,29	96,7
Мелафен	68,1	35,0	7,9	0,8	0,7	0,22	214,5
НСП ₀₅	2,1	0,8	1,3	0,7	–	–	–

Примечание: $S \times \% \leq 3-5$; * Анализ проведен через 30 суток после обработки; ** Анализ проведен через 60 суток после обработки.

Установлено, что при использовании препарата средняя площадь листьев, являющаяся важным показателем фотосинтетической деятельности растений, на 39 % больше, чем в контроле. Кроме того, в этом варианте опыта через 60 суток после обработки зафиксированы и иные изменения физиолого-биохимических ха-

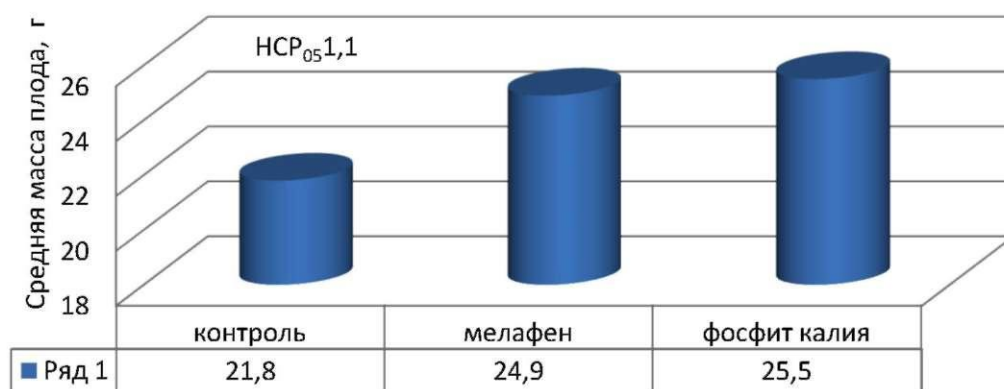
рактик растений мандарина, связанные с направленностью передвижения ассимилятов. В частности, в указанные сроки отмечена активизация оттока углеводов из листьев к развивающимся плодам, вызванная действием мелафена. В пользу такого заключения свидетельствуют следующие факты. Во-первых, в этом варианте опыта установлено заметное снижение в листьях концентрации сахаразы – главной транспортной формы углеводов (К. Даффус, 1987). Во-вторых, содержание моносахаридов (первичных продуктов фотосинтеза) в листовых пластинках уменьшается, а в плодах повышается в 2,2 раза. Важно также, что при сохранении на уровне контроля соотношения фитогормонов в листьях растений мандарина под влиянием препарата резко (в 3,5 раза) увеличивается содержание АБК, а концентрация белков снижается на 6 %.

Таким образом, применение мелафена, при достижении плодами мандарина размера 3,0 см, способствует, с одной стороны, повышению эффективности фотосинтетической деятельности растений в конце лета – начале осени, а с другой – усилению оттока ассимилятов преимущественно к генеративным органам и, возможно, некоторому старению листьев в конце этого периода. Широкий спектр действия препарата обеспечивает возможность лучшего сохранения формирующихся плодов на дереве и повышения хозяйственного урожая.

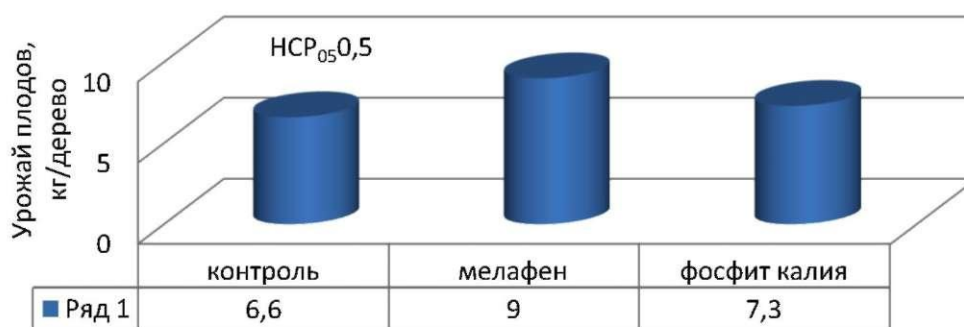
Особенности жизнедеятельности растений мандарина при использовании препаратов нового поколения в фазу созревания плодов. Препараты мелафен и фосфид калия при использовании за один месяц (30 суток) до полного созревания и начала сбора плодов мандарина заметно снижают их преждевременное опадение в указанный промежуток времени. Так, этот показатель под влиянием мелафена уменьшается, по сравнению с контролем, на 44 %, а под воздействием фосфита калия – на 10 %. Созревание плодов при использовании препаратов ускоряется на 3–5 дней. Кроме того, зафиксировано положительное влияние испытуемых препаратов и на среднюю массу плодов (рисунок 6). В случае их применения данный показатель возрастает на 14–17 %. Причем наиболее рельефные различия с контролем отмечены при использовании минерального удобрения «фосфит калия».

Очевидно, увеличение количества созревших плодов на дереве и одновременно их средней массы приводит к существенному повышению хозяйственного урожая мандарина. Этот показатель при использовании в фазу созревания плодов фосфита калия превышает контрольные значения на 11, а в случае применения мелафена на 36 %.

Между тем при оценке перспективности применения мелафена в насаждениях мандарина влажных субтропиков России на завершающем этапе развития плодов получены и иные результаты, которые указывают на необходимость ограничения использования этого препарата в указанные сроки несмотря на обеспечение столь исключительной прибавки урожая.



А



Б

Рисунок 6 – Влияние препаратов нового поколения на среднюю массу (А) и урожай плодов (Б) мандарина сорта Миагава-Васе при использовании за 30 суток до начала уборки (в среднем за 2017–2018 гг.)

По нашим данным, мелафен при использовании в начале осеннего периода, обеспечивая выполнение основной функции – усиление оттока пластических веществ из листьев к созревающим плодам, приводит к заметному (на 30 %) снижению, по сравнению с контролем, содержания в листовых пластинках хлорофиллов, в том числе хлорофилла «а» – одного из основных показателей фотосинтетической активности растений. Эта особенность обработанных деревьев мандарина сохраняется и в следующем сезоне.

С учетом данного факта применение препарата «Мелафен» в насаждениях мандарина влажных субтропиков в поздние сроки неприемлемо с точки зрения нарушения нормальной жизнедеятельности и возможности регулярного плодоношения вечнозеленых растений.

Вместе с тем другой испытуемый препарат – минеральное удобрение фосфит калия, способствуя существенному увеличению урожая и средней массы плодов мандарина, оказывает на листья растений более «мягкое» влияние. По-видимому, некорневая подкормка деревьев мандарина этим удобрением за 30 суток до начала съема плодов обеспечит возможность достаточно быстрой и эффективной корректировки указанных показателей, не вызывая серьезных «сбоев» процессов жизнедеятельности растительного организма.

С учетом приведенных данных представляет интерес определение перспективности совместного (трехкратного в течение летне-осеннего периода) применения лучших в соответствующие сроки препаратов.

Влияние регуляторов роста и удобрения нового поколения на формирование урожая плодов мандарина при их использовании в течение летне-осеннего периода. Обработка деревьев мандарина сорта Миагава-Васе гетероауксином (ГА) в третьей декаде июня (диаметр формирующихся плодов 1,5 см) способствовала увеличению количества сохранившихся на дереве в середине июля завязей в сравнении с контролем на 18 %. Дальнейшее использование в процессе формирования плодов мандарина стимулятора роста «Мелафен» (М) (обработка во второй срок) и удобрения фосфит калия (РК) (третья обработка) сохраняло данное превосходство вплоть до их полного созревания.

Более того, в варианте с применением в летне-осенний период системы обработок в фазу созревания плодов зафиксирована активизация увеличения их массы, с превышением контрольного уровня в 1,6 раза (таблица 3).

В этом же варианте хозяйственный урожай мандарина в 1,7 раза превышал контрольные значения.

Установлено, что под влиянием гетероауксина показатель роста (длина) побегов мандарина сорта Миагава-Васе существенно увеличивается.

Таблица 3 – Влияние обработок регуляторами роста и удобрением «фосфит калия» на формирование урожая плодов мандарина (сентябрь-октябрь, 2017–2018 гг.)

Вариант	Динамика роста плодов, г/плод (2017 г.)		Урожай плодов кг/дерево (в среднем за 2017–2018 гг.)
	13.09	26.10	
Сорт Миагава-Васе			
Контроль	15,3	21,8	6,4
ГА+М+РК	19,1	35,4	11,0
НСР ₀₅	0,9	1,4	2,5
Сорт Юбилейный			
Контроль	31,2	37,5	5,5
ГА+М+РК	33,5	39,2	7,9
НСР ₀₅	0,8	1,1	1,9

Дальнейшее, в течение летне-осеннего периода, применение мелафена, а впоследствии фосфита калия не оказывает корректирующего воздействия на ростовую активность побегов. Тем не менее, отмеченное превосходство по средней длине побегов у обработанных деревьев сорта Миагава-Васе сохраняется до съема плодов (26.10.2017 г.).

Исходя из представленных данных, увеличение длины побегов у растений сорта Юбилейный под действием экзогенного гетероауксина выражено не столь заметно, как у сорта Миагава-Васе. Растения мандарина сорта Юбилейный слабее реагируют на последовательную обработку в течение лета-осени препаратами (ге-

тероауксином, мелафеном, фосфитом калия) удержанием завязей на дереве и, в конечном счете, прибавкой (по сравнению с контролем) урожая плодов. В этом варианте опыта рассматриваемый показатель составляет 44 %. В то же время при выращивании мандарина сорта Миагава-Васе он достигает 72 %.

Таким образом, в сравнении с сортом Миагава-Васе, отзывчивость мандарина сорта Юбилейный на действие регуляторов роста и минерального удобрения «фосфит калия» выражена в меньшей степени, что может быть связано с большей ростовой активностью растений. Тем не менее и в этом случае полученные результаты заслуживают пристального внимания.

Установлено, что обработка деревьев гетероауксином в фазу «размер завязи 1,5 см» способствует существенному увеличению в созревших плодах (в сравнении с контрольными значениями) концентрации общего сахара и сахарокислотного коэффициента. При этом содержание в них аскорбиновой кислоты снижается на 6 %.

Сходный характер влияния на рассматриваемые показатели зафиксирован и при использовании за 30 суток до уборки плодов минерального удобрения «фосфит калия».

Вместе с тем применение мелафена в фазу «размер плодов 3,0 см», по всей видимости, способствует активизации в созревающих плодах мандарина иной цепочки биохимических превращений углеводов, приводящих к накоплению аскорбиновой кислоты. В этом варианте опыта ее содержание в плодах на 18 % больше, чем в контроле.

Независимо от испытываемого помологического сорта при трехкратной в течение летне-осеннего периода обработке деревьев регуляторами роста и удобрением «фосфит калия» отмечена общая тенденция к снижению содержания в плодах аскорбиновой кислоты (витамина С), титруемой кислотности и, вместе с тем, к увеличению концентрации в них общего сахара, а также сахарокислотного коэффициента, свидетельствующему об улучшении десертного качества плодовой продукции.

Исходя из полученных данных, результирующий эффект корректировки показателей биохимического состава плодов при использовании в течение вегетации растений совокупности препаратов обеспечивается, главным образом, последней обработкой, проводимой за 30 суток до начала уборки мандаринов.

Между тем, несмотря на достоинства трехкратного, на протяжении летне-осеннего периода, применения различных препаратов, следует обратить внимание на следующий факт.

Преследуя цель ослабления опадения формирующихся плодов мандарина и увеличивая для ее достижения долю обработок деревьев различными регуляторами роста, мы получаем диаметрально противоположный результат. При таком технологическом подходе в зоне образования отдельного слоя (в чашечке), к моменту естественного созревания плодов концентрация АБК в 2,6 раза ниже, чем

в контроле. Кроме того, в этом варианте опыта соотношение ИУК/АБК (показатель ростовой активности) в 2,2 раза больше контрольных значений.

Исходя из изложенного, при использовании в течение летне-осеннего периода системы обработок деревьев мандарина различными препаратами с преобладанием регуляторов роста создаются предпосылки для задержки образования отделительного слоя, связанной с необходимостью смещения уборки плодов не более поздние сроки. Очевидно, эта весьма нежелательное явление для производителей фруктов.

Экономическая эффективность использования препаратов нового поколения. Проведенные исследования показали, что после 3-х кратной обработки растений мандарина в установленные сроки стимуляторами роста и калийным удобрением зафиксировано увеличение хозяйственного урожая в 1,7 раза у сорта Миагава-Васе и в 1,4 раза – у сорта Юбилейный. Однако экономические показатели в этом варианте уступают контрольным значениям. Максимальный экономический эффект получен после обработки растений мандарина мелафеном в фазу «размер плода 3,0 см». В этом варианте уровень рентабельности на 18,9 % выше контрольных значений (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения препаратов в насаждениях мандарина сорта Миагава-Васе при достижении плодами размера 3,0 см, в расчете на 1 га (2017 г.)

Показатель	Вариант обработки		
	контроль	гетероауксин	мелафен
Урожайность, т	21,6	20,1	25,2
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1728	1608	2016
Производственные затраты, тыс. руб.	919,2	987,0	985,6
Себестоимость, тыс. руб.	42,6	49,1	39,1
Чистый доход, тыс. руб.	808,8	621,0	1030,4
Уровень рентабельности, %	87,9	63,0	104,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По **итогам** обобщения полученных результатов можно выделить следующее.

1. С учетом биологических особенностей растений цитрусовых культур обоснована перспективность применения регуляторов роста AVG, гетероауксина, мелафена и минерального удобрения «фосфит калия» для ослабления опадения плодов в процессе их формирования и повышения хозяйственного урожая в условиях субтропиков.

2. В условиях средиземноморского климата западной Австралии отмечено ослабление опадения формирующихся плодов апельсина при использовании ингибитора синтеза этилена AVG. При этом максимальный эффект достигается в

случае применения препарата при достижении плодами диаметра 3,0 см. Сорт «Washington Navel» более отзывчив на повышение концентрации AVG, чем сорт «Lane Late» (оптимальные концентрации препарата 60 и 20 мг/л соответственно).

3. В условиях влажных субтропиков России в течение летне-осеннего периода выявлен волнообразный характер опадения формирующихся плодов мандарина. Первый, наиболее выраженный, «пик» осыпания зафиксирован при достижении завязями диаметра 1,5 см, вторая же волна предуборочного опадения отмечена при величине плодов 3,0 см и более. Именно в эти фазы роста и развития генеративных органов целесообразно основное корректирующее воздействие на растения различных агроприемов, ослабляющих данное негативное явление и способствующих повышению хозяйственного урожая мандарина.

4. Обработка деревьев мандарина сорта Миагава-Васе при достижении завязями диаметра 1,5 см гетероауксином способствует значительному снижению опадения генеративных органов. Этот феномен связан с увеличением под влиянием регулятора роста длины побегов, и следовательно, количества листьев – источников пластических веществ, обеспечивающих ими аттрагирующие центры – формирующиеся плоды. Однако действие гетероауксина на удержание завязей результативно только в течение 35–40 дней после обработки.

5. Использование в насаждениях мандарина гетероауксина при достижении завязями размера 1,5 см обеспечивает увеличение, по сравнению с контролем, урожая плодов на 14 %. При этом их средняя масса не отличается от контрольных значений.

6. Снижение предуборочного опадения плодов мандарина сорта Миагава-Васе достигается при обработке деревьев препаратом нового поколения «Мелафен» в срок, когда их размеры достигают 3,0 см. Через 60 суток после применения этого соединения количество опавших плодов на 23 % меньше, чем в контроле. Данный эффект сохраняется и в ходе дальнейшего развития растений мандарина. Увеличение количества плодов на дереве при использовании мелафена сопряжено с увеличением их средней массы, а в конечном счете – с повышением хозяйственного урожая на 17 % в сравнении с контролем.

7. По совокупности физиолого-биохимических показателей растений мандарина, мелафен при использовании в фазу «диаметр плодов – 3,0 см» способствует в конце лета – начале осени оптимизации фотосинтетической деятельности листьев и оттока ассимилятов преимущественно к генеративным органам.

8. Препарат мелафен при использовании за 30 суток до начала сбора плодов мандарина заметно снижает их преждевременное опадение в указанный промежуток времени. Под влиянием мелафена количество опавших плодов уменьшается, по сравнению с контролем, на 44 %, а хозяйственный урожай – возрастает на 36 %. Однако в случае применения данного соединения в начале осеннего периода зафиксировано существенное снижение содержания хлорофиллов в листьях, сохраняющееся и в следующем сезоне. Использование препарата «Мелафен» в

насаждениях мандарина влажных субтропиков России в осенние сроки непременно в связи с нарушением нормальной жизнедеятельности и исключением возможности регулярного плодоношения вечнозеленых растений.

9. Под влиянием минерального удобрения «фосфит калия», применяемого в насаждениях мандарина за 30 суток до начала сбора плодов, происходит некоторое снижение их предуборочного опадения, а также существенное увеличение, по сравнению с контролем, средней массы (на 17 %) и хозяйственного урожая (на 11 %). При этом созревание плодов ускоряется на 3-5 суток.

10. Обработка деревьев мандарина мелафеном способствует накоплению в созревающих плодах аскорбиновой кислоты. Вместе с тем фосфит калия обеспечивает существенное увеличение в них концентрации общего сахара и сахарокислотного коэффициента, свидетельствующее об улучшении десертного качества плодовой продукции.

11. Последовательное в течение летне-осеннего периода применение в насаждениях мандарина влажных субтропиков России различных препаратов: гетероауксина, мелафена и фосфита калия обеспечивает значительное снижение опадения формирующихся плодов и, соответственно, существенное повышение, в сравнении с контролем, хозяйственного урожая. В сравнении с сортом Миагава-Васе, отзывчивость мандарина сорта Юбилейный на действие регуляторов роста и минерального удобрения выражена в меньшей степени, что может быть связано с большей ростовой активностью растений.

12. При использовании в течение летне-осеннего периода системы обработок деревьев мандарина различными препаратами с преобладанием доли регуляторов роста в зоне образования отделительного слоя ко времени естественного созревания плодов в контроле концентрация АБК в 2,6 раза ниже, а соотношение ИУК/АБК (показатель ростовой активности) в 2,2 раза больше контрольных значений. Иными словами, при таком технологическом подходе создаются предпосылки для задержки образования отделительного слоя, связанной с необходимостью значительного смещения уборки плодов на более поздние сроки.

13. Доказана экономическая целесообразность использования обработки растений мандарина препаратом «Мелафен» в фазу «размер плода 3,0 см», обеспечивающей увеличение рентабельности на 18,9 % по сравнению с контролем.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. В условиях влажных субтропиков России в насаждениях мандарина в случае слабой нагрузки урожаем для снижения опадения завязей при достижении ими размера 1,5 см использовать обработку деревьев раствором гетероауксина (концентрация 0,001 %).

2. Для ослабления предуборочного опадения формирующихся плодов мандарина и, соответственно, увеличения хозяйственного урожая при достижении ими размера 3,0 см в насаждениях влажных субтропиков практиковать применение российского препарата нового поколения «Мелафен» (концентрация 1×10^{-9} М).

3. В насаждениях мандарина влажных субтропиков России исключить применение в фазу созревания плодов мелафена и иных препаратов подобного спектра действия, приводящее впоследствии в зимне-весенний период к резкому снижению фотосинтетической активности листьев.

4. Представленные положения о системе приемов снижения опадения формирующихся плодов цитрусовых культур использовать в высших учебных заведениях при чтении дисциплин, предусмотренных образовательными программами по направлениям подготовки «Садоводство» и «Агрономия».

5. Продолжить проведение экспериментов по подбору лучших препаратов различного спектра действия, обеспечивающих в условиях субтропиков необходимую корректировку хода формирования урожая плодов цитрусовых культур в различные фазы их развития.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК России:

1. Дорошенко, Т.Н. Возможности использования регуляторов роста для корректировки формирования урожая плодовых растений / Т.Н. Дорошенко, Д.В. Максимцов, А.М.А. Аль-Хуссейни // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 05(119). – С. 1268–1277. – IDA–IDA [article ID]: 1191605087. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2016/05/pdf/87.pdf>, 0,625.

2. Дорошенко Т.Н. Перспективы использования физиологически активных веществ для формирования урожая плодов цитрусовых культур / Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова, А.М.А. Аль-Хуссейни, Д.В. Максимцов, Н.И. Ненько, О.Г. Белоус // Труды КубГАУ, 2017. – Т. 1(64). – С. 71–77.

3. Рындин А.В. Влияние регуляторов роста на физиологические показатели растений мандарина (*Citrus reticulata* var. *unshiu* tan.) в условиях влажных субтропиков России / А. Рындин, О. Белоус, В. Горшков, Т.Н. Дорошенко, Л. Рязанова, А.М.А. Аль-Хуссейни // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 51. – С. 92–99.

Статьи в других сборниках и материалах конференций:

4. Аль-Хуссейни, А.М.А. Возможность применения регуляторов роста растений при выращивании мандарина во влажных субтропиках / А.М.А. Аль-

Хусейни, А.А. Козленко, Л.Г. Рязанова, К.В. Онищенко. – Краснодар : КубГАУ, Сб. статей по материалам X Всероссийской конф. молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко 29–30 ноября 2016 г. – С. 666–667.

5. AL-Husseini, A.M. Efficacy Of Ethylene Biosynthesis Inhibitors (AVG) On Pre-Harvest Fruit Drop And Quality In ‘Washington navel’ And ‘Lane Late’ Sweet Orange (*Citrus Sinensis* [L] Osb.) / A.M. AL-Husseini // *Subtropical And Ornamental Horticulture*. – 2016. – V. 58. – P. 172–179

6. Чумаков, С. Возможности регулирования генеративной деятельности яблони в южном регионе России / С. Чумаков, Л. Рязанова, А. Аль-Хуссейни // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса*. – 2016. – С. 278–280.

7. Аль-Хуссейни А.М.А. Снижение опадения завязей апельсина с помощью обработки ингибиторами этилена / А.М.А. Аль-Хусейни // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса*. – 2016. – С. 438–439.

Аль-Хуссейни Акил Мохаммед Абдуламир

Автореферат

**Диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Подписано в печать 12.02.2019.

Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 2002

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»

350010, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3,

Тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com

Сайт: www.id-yug.com