

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

На правах рукописи

Аль-Хуссейни Акил Мохаммед Абдуламир

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

Специальность 06.01.08 – плодоводство, виноградарство

диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

д. с.-х. наук, академик РАН

Рындин А.В. _____

Краснодар – 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	9
1.1 Некоторые биологические особенности цитрусовых культур.....	9
1.2 Особенности формирования урожая плодов у растений цитрусовых культур	11
1.3 Опадение плодов у растений цитрусовых культур: возможные механизмы	15
1.4 Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность и формирование урожая растений цитрусовых культур.....	18
1.5 Особенности технологии выращивания и возможные приемы повышения урожая плодов цитрусовых культур.....	23
2. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	36
3. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРА СИНТЕЗА ЭТИЛЕНА AVG ДЛЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ОПАДЕНИЯ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПЛОДОВ АПЕЛЬСИНА.....	51
4. ДИНАМИКА ОПАДЕНИЯ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПЛОДОВ МАНДАРИНА ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД.....	55
5. ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ МАНДАРИНА В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВ.....	57
5.1 Особенности жизнедеятельности растений мандарина при использовании физиологически активных веществ в фазу «размер завязи 1,5 см»	57
5.2 Особенности жизнедеятельности растений мандарина с использованием физиологически активных веществ при достижении плодами размера 3,0 см	60

5.3 Особенности жизнедеятельности растений мандарина при использовании препаратов нового поколения в фазу созревания плодов	65
5.4 Влияние регуляторов роста и удобрения нового поколения на формирование урожая плодов мандарина при их использовании в течение летне-осеннего периода.....	70
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВ МАНДАРИНА В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	87
Приложение.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований, степень ее разработанности.

Во всем мире цитрусовые считаются одними из самых важных плодовых культур, а их плоды являются наиболее продаваемым товаром садоводства. Более того, в течение последних 30 лет потребление на душу населения такой продукции постоянно увеличивается [6, 46, 136]. Цитрусовые выращивают на промышленной основе более чем в 90 странах мира, находящихся в субтропическом и тропическом районах, достигая 20-38° с. и ю. ш. (по обе стороны от экватора). Реже цитрусовые культивируют в более отдаленных от экватора районах (до 44° с. и ю. ш.), но их значение здесь невелико (рисунок 1) [16].

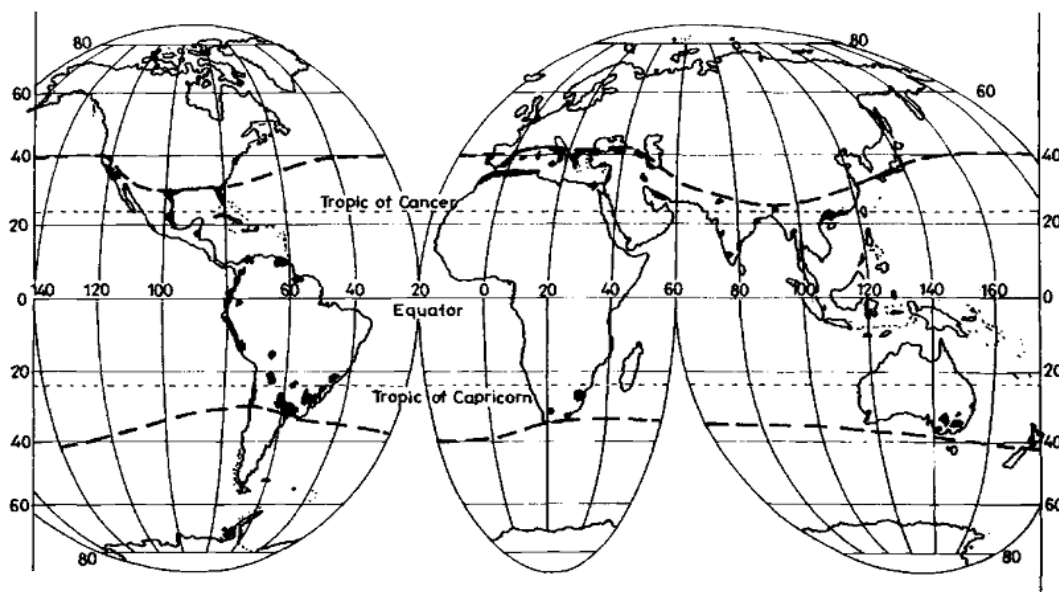


Рисунок 1 - Распространение цитрусовых культур на земном шаре [16, 165]

Плоды цитрусовых культур отличаются высокими вкусовыми и диетическими качествами. В них обнаружено большое количество аскорбиновой кислоты, гликозидов, обладающих Р-витаминной активностью, пектина, эфирных масел и других биологически активных веществ [87, 73, 80, 141,

146 и др]. Именно поэтому плоды цитрусовых обладают уникальными терапевтическими свойствами [155].

Объем производства цитрусовых в мире, по данным ФАО, составляет более 200 млн. тонн (приложение), а площадь под насаждениями – более 8,8 млн. га (FAO,2012). При этом наиболее значителен объем производства апельсинов, мандаринов и лимонов [65]. Ведущими странами по производству плодов цитрусовых культур являются Китай, Бразилия, США, Мексика, Индия и Испания, а также ряд других тропических и субтропических регионов (FAO,2015). Их производство в Ираке в 2016 году составило 128100 т (ФАО, 2017). В условиях влажных субтропиков России (район г. Сочи) насаждения цитрусовых культур сосредоточены лишь на небольших площадях. Широкому их распространению в данном регионе препятствует, главным образом, низкая зимостойкость растений [22, 68, 80]. Тем не менее и в этих природных условиях большое внимание уделяется повышению эффективности выращивания цитрусовых.

Ранее исследованы биолого-морфологические особенности растений цитрусовых культур, их отношение к экологическим факторам, возможности производства посадочного материала и технологии выращивания [82, 90, 67, 69, 74]. Однако до настоящего времени отсутствует надежная агробиологическая система регуляции процессов формирования и созревания плодов цитрусовых, гарантирующая снижение их непроизводительного опадения и увеличение хозяйственного урожая.

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

Цель исследований – разработать биологически обоснованные приемы снижения опадения формирующихся плодов цитрусовых 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 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 оптимальные сроки применения приемов, корректирующих ход опадения формирующихся плодов мандарина в летне-осенний период;
- 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.

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 плодоовощеводства 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 14 таблицы, 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 Т.Н. Дорошенко.

1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА ИССЛЕДОВАНИЯ

Среди сочноплодных плодовых растений цитрусовые занимают первое место по объему производства плодов человеком. Эта группа растений объединена таким специфическим признаком, как наличие в плодах соковых мешочков, содержащих белый, кремовый, желтый или оранжевый сок и капли едкого или душистого эфирного масла.

Представители цитрусовых появились на земле примерно 30 млн. лет назад, а их возделывание началось примерно во II-III тысячелетии до н.э. в Юго-Восточной Азии [78]. Колыбелью культуры цитрусовых считают Индию, Китай и частично Индонезию.

Плоды цитрусовых обладают высокими вкусовыми, пищевыми и диетическими качествами. Они содержат углеводы, органические кислоты, витамины, пигменты, кумарины, тритерпеноиды, стероиды, ферменты, азотные соединения и минеральные вещества. С давних времен их используют в медицине.

Важнейшими цитрусовыми культурами считаются апельсин, мандарин, лимон, лайм, помпельмус и грейпфрут [16]. Все они являются представителями рода *Citrus* L. – Цитрус.

Род *Citrus* и близкие к нему родичи относятся к подсемейству *Aurantioideae* Engl.(Померанцевые), входящему в семейство *Rutaceae* Juss. (Рутовые).

1.1 Некоторые биологические особенности цитрусовых культур

Род *Citrus* представлен вечнозелеными деревьями, которые осенью не сбрасывают свои листья [16]. Самые высокорослые – деревья апельсина и помпельмуса. Они достигают высоты 4-5 м. Деревья мандарина относятся к среднерослым (высота до 3,0-3,5 м). Вместе с тем существуют и карликовые сорта этой культуры, высота деревьев которых не превышает 2,5 м [78].

Крона citrusовых растений состоит из веток разных порядков ветвления. Образование плодов происходит на ветках четвертого и более высоких порядков ветвления. При оптимальных условиях среды растения растут, цветут и плодоносят в течение всего периода вегетации.

Примечательно, что у большинства видов citrusовых рост побегов проходит волнами (периодами). Причем в довольно холодных условиях проявляются только две волны роста, в то время как в более теплых и субтропических регионах их может быть от трех до пяти [152].

Ростовые процессы у растений citrusовых культур начинаются с верхушечных почек. Развертывание первых листьев фиксируется в среднем в начале мая при температуре воздуха около +15-17°C. Ростовая активность к концу июня постепенно ослабляется.

Между периодами роста растений наступает период относительного покоя, в течение которого идет вызревание новых тканей листьев и древесины. Рост возобновляется после вызревания листьев, которые становятся более плотными и темно-зелеными. Отмечено, что в одно и то же время одна часть веток дерева может расти, а другая – находится в покое [65]. Примечательно, что основное плодоношение у растений апельсина сконцентрировано на побегах первого периода роста текущего года. Вместе с тем основное плодоношение у мандарина зафиксировано на побегах второго периода роста (августовском), выросших в предыдущем году, и лишь небольшая часть (10-12 %) урожая образуется на побегах первого периода роста текущего года.

Круглогодичное присутствие листьев на дереве обеспечивает непрерывную фотосинтетическую деятельность и, следовательно, постоянную подачу ассимилятов к различным органам и тканям растения [152]. Однако в районах субтропического климата зимние температуры могут быть довольно низкими, что обуславливает снижение фотосинтетической активности в этот период времени. Но если эффективность физиологических процессов у листопадных плодовых деревьев практически полностью зависит от запасов углеводов, образованных ранней весной, то у вечнозеленых растений (в част-

ности citrusовых) потребности организма удовлетворяются, по крайней мере частично, за счет поставки первичных продуктов фотосинтеза из листьев, образованных в предшествующий сезон [152]. Максимальная интенсивность фотосинтеза зафиксирована в листьях в возрасте трех-четырех месяцев. В дальнейшем (с шести месяцев) этот показатель снижается. Вместе с тем листья продолжают оставаться достаточно активными вплоть до отмирания и опадения, что может занять более двух лет [152].

В питании одного плода должно быть задействовано не менее 10-15 физиологически активных листьев. Поэтому листья надо сохранять и не допускать их преждевременного опадения [65].

Мобилизация фотоассимилятов из листьев в формирующиеся плоды имеет важное значение для их дальнейшего развития [135].

1.2 Особенности формирования урожая плодов у растений цитрусовых культур

Дифференциация цветковых почек у растений citrusовых культур начинается зимой и продолжается непрерывно вплоть до образования цветков и цветения [152]. Растения большинства видов цветут в середине мая. Однако у некоторых ремонтантных видов и сортов (например сортов лимона) при благоприятных условиях формирование цветковых почек происходит в течение всего года.

Цветки citrusовых расположены в пазухах листьев одиночно или собраны в соцветия [65, 152]. Цветки преимущественно 5-лепестковые, довольно крупные, с приятным сильным ароматом. Тычинки многочисленные, от 8 до 60 штук, сросшиеся в группы. Пыльники удлинённой формы, в зрелом виде окрашены в желтый цвет. В то же время у сортов, которые не образуют пыльцу (апельсин Вашингтон-Навел, мандарин Ковано-Васе и Миагава-Васе), пыльники почти белого цвета.

Завязь 8-18-гнездная. Эти гнезда впоследствии заполняются соковыми мешочками и образуют дольки плода. Столбик с крупным рыльцем, покрытым волосками, которые выделяют клейкую жидкость, способствующую прилипанию пыльцы. Пестик у большинства видов находится на одном уровне с пыльниками, но иногда выступают из бутона еще до распускания цветка. Рыльце пестика становится восприимчивым к пыльце за 2-3 дня до раскрытия бутона. Причем восприимчивость сохраняется до конца цветения. От появления бутона до распускания лепестков проходит 40-50 дней, а массовое цветение продолжается до 25 дней.

Цитрусовые – энтомофильные растения, но встречаются случаи самоопыления. При благоприятных условиях среды от цветения до созревания плодов проходит 150-170 дней [65].

Плод цитрусовых – гесперидиум (или померанец) характеризуется наличием железистой наружной оболочки (флаведо), губчатой средней оболочки (альбедо) и разросшейся внутренней части, имеющей вид соковых мешочков (рисунок 2) [64].

Формирование плодов у большинства сортов цитрусовых культур – неоднородный процесс, который делится на четыре фазы [98, 109, 111].

Первая фаза (I) – деления клеток. По мнению некоторых авторов [152], количество клеток на этом этапе развития определяет конечный размер плодов. Продолжительность данной фазы, в зависимости от биологических особенностей сорта и климатических (погодных) условий выращивания, варьирует в диапазоне от 1,0 до 1,5 месяцев после цветения. Во второй фазе развития плодов (II) клетки дифференцируются в различные типы тканей: флаведо, альбедо, соковые мешочки и т.д. [107]. Третья фаза (III) связана с быстрым увеличением размеров клеток (плодов) и содержания в них растворимых сухих веществ. В течение этой фазы клетки могут увеличиваться в объеме в 1000 раз [98, 107]. Продолжительность третьей фазы колеблется от 2-3 месяцев для лайма и лимона до 6 месяцев и более для грейпфрута и апельсина. Она может меняться и в пределах сорта, варьируя, например, от 3-

4 месяцев в низинных тропиках (Картахена, Колумбия) до 10 месяцев в прохладных условиях [142].

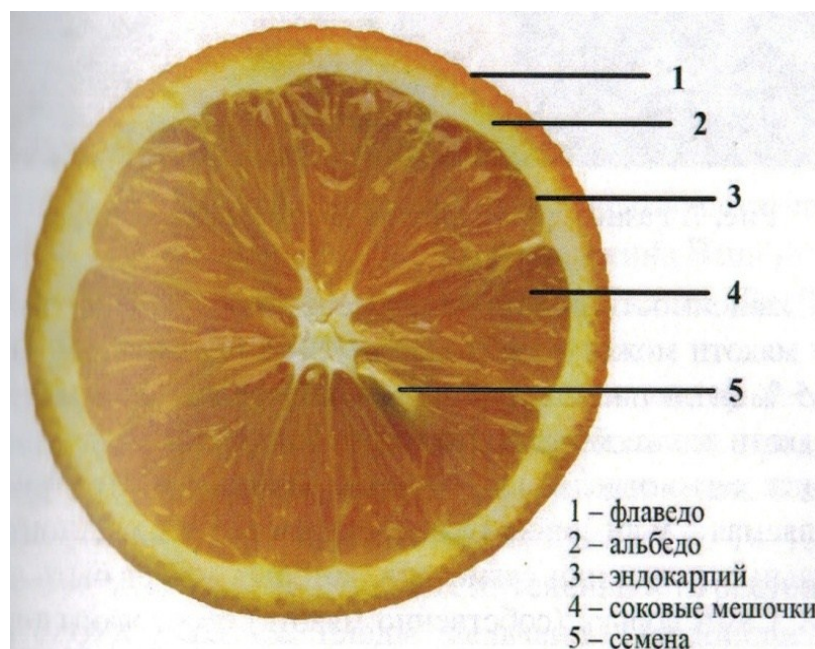


Рисунок 2 – Строение плода цитрусовых [65]

По данным исследователей [98, 107], интенсивность роста плодов, особенно в течение фазы III, в каждой климатической зоне, зависит, главным образом, от характера изменения температуры воздуха и влажности почвы.

Фаза созревания плодов (IV) характеризуется стабилизацией их роста и медленным незначительным увеличением концентрации растворимых сухих веществ при одновременном резком снижении общей кислотности [152]. К концу четвертой фазы цвет наружной оболочки плодов (флаведо) меняется от зеленого до желтого или оранжевого.

В зависимости от вида цитрусовых соотношение кожуры и мякоти колеблется от 24% (у мандаринов) до 60-65% (у отдельных сортов помело). Собственно мякоть образована тесно прилегающими друг к другу соковыми

мешочками, между которыми размещаются семена. Их количество в плодах у отдельных видов и сортов может составлять от 1 до 32 и более штук. Семена состоят из двух семядолей, между которыми располагается один или несколько зародышей. Дополнительные зародыши в семенах мандарина имеют, как правило, соматическое происхождение: образуются бесполом путем в результате деления клеток нуцеллуса. Такая особенность растений цитрусовых культур называется полиэмбрионией. У представителей рода *Citrus* отмечается и другая особенность – партенокарпия (формирование плодов без оплодотворения). При этом плоды образуются бессемянными (у всех сортов мандарина уншиу, апельсина Вашингтон Навел и т.д.) [65].

Следует заметить, что первые плоды на растении образуются уже на ветках четвертого порядка ветвления. Вместе с тем у взрослых растений наибольший урожай формируется на ветвях 5, 6 и 7-го порядков. С увеличением порядков ветвления интенсивность ростовых процессов снижается, а плоды мельчают. При этом плодоношение перемещается на периферию кроны. В данном случае рекомендована омолаживающая обрезка.

Уместно заметить, что у цитрусовых культур плоды способны сохраняться на деревьях сколь угодно долго – даже после полного созревания. Между тем, как показывает практика, на взрослых растениях 80-90% образовавшихся цветков и завязей осыпается. Иными словами, полезная завязь составляет лишь 10-20% [65]. Но если механизмы опадения завязей у листопадных плодовых пород достаточно подробно описаны в специальной литературе [Колесников, 1979], то возможные причины этого явления у растений рода *Citrus* изучены недостаточно. Они должны стать одним из предметов исследований в ближайшей перспективе.

1.3 Опадение плодов у растений цитрусовых культур: возможные механизмы

Предуборочное опадение плодов считается серьезной проблемой в странах, производящих цитрусы, и основной причиной снижения хозяйственного урожая цитрусовых культур [93, 106, 131].

Опадением называется синхронное отделение от материнского растения тех или иных органов: листьев, цветков или завязей [103]. Оно проявляется в узкой части некоторых слоев клеток, рассматриваемых как отдельный слой. Согласно Н. Okuda (1999) [142], у растений цитрусовых имеются две зоны образования отдельного слоя при формировании плодов (рисунок 3):

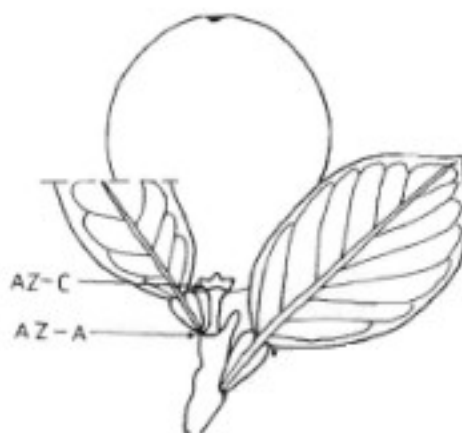


Рисунок 3 – Зоны образования отдельного слоя при формировании плодов у растений цитрусовых культур: AZ-A между плодоножкой и побегом; AZ-C в чашечке [140]

в чашечке (AZ-C), а также между плодоножкой и побегом (AZ-A). В большинстве случаев отделение плодов отмечается в зоне AZ-A при их завязывании и в зоне AZ-C при достижении размера 3,0 см или изменении цвета.

Опадение обусловлено повышением активности ферментов гидролаз клеточных стенок, приводящим к их деградации, уменьшению толщины и разрушению в зоне отделения [102, 103].

У цитрусовых проявляется три волны опадения формирующихся плодов (рисунок 4). Первая волна опадения завязей обычно отмечается через месяц после полного цветения, вторая – в начале лета (диаметр плода 3,0-3,5 см), известная, как июньское опадение.

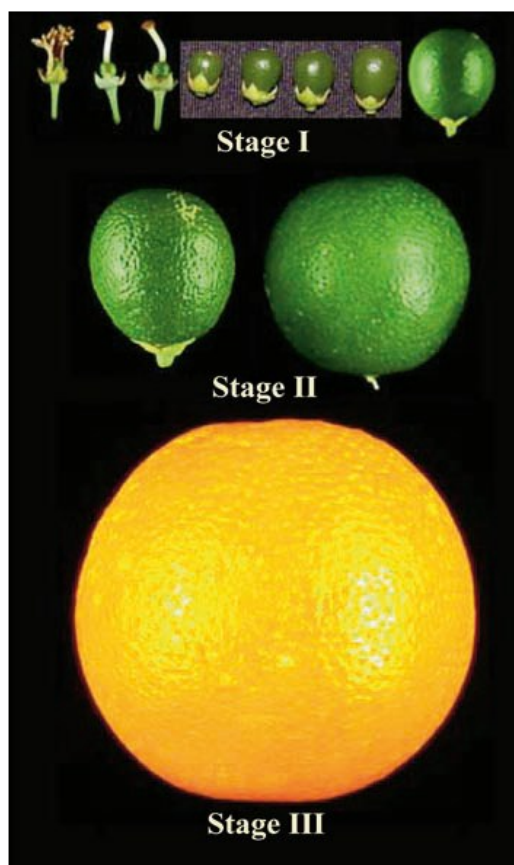


Рисунок 4 – Стадии опадения завязей у мандарина: 1–завязи, 2– завязи 3см, 3–опадение созревающих плодов [109, 168]

Установлено, что в северном полушарии вторая волна опадения зафиксирована с мая по июнь, а в южном – с ноября по декабрь [109, 168]. Третья волна опадения уже крупных плодов, называемого предуборочным, происходит примерно за месяц до уборки урожая [168]. Как известно [92], экспрессию генов упорядочивает множественность сигналов. Причем в качестве последних во многих случаях работают гормоны.

По данным некоторых авторов [125], экспрессия гена полигалактуроназы и целлюлазы связана с биосинтезом этилена. Именно этилен рассматривается как основной гормон растений, контролирующий процесс предуборочного опадения формирующихся плодов [138]. Так, например при увеличении содержания этого гормона усиливается опадение завязей у растений цитрусовых культур [116] и образование падалицы у апельсина Темпл [169].

Автор Rasmussen, G. K [148] приводит данные о том, что предуборочное применение этилена стимулирует повышение активности целлюлазы в зоне AZ-C (см. рис. 2), способствующее опадению незрелых плодов у цитрусовых. Очевидно, ослабление биосинтеза в этой зоне является важным шагом к снижению опадения формирующихся плодов [117].

Между тем значимую роль в формировании хозяйственного урожая цитрусовых культур играют и другие фитогормоны. Отмечено, например, что основным ингибитором биосинтеза этилена в растениях является ауксин [159]. Передвигаясь от молодых листьев к местам отделения генеративных органов, он обеспечивает снижение содержания в тканях биохимического предшественника этилена – 1-аминоциклопропан 1-карбоксилата (АЦК) [132]. С этим, вероятно, и связана способность экзогенного ауксина ослаблять предуборочное опадение созревающих плодов цитрусовых культур [166, 169]. Следует, однако, иметь в виду, что высокие концентрации ауксина, наоборот, вызывают синтез этилена и активизируют опадение генеративных органов [92].

Существенным фактором, контролирующим процесс раннего развития цитрусовых, считаются гиббереллины [150]. Гиббереллины участвуют в разрастании завязей и образовании плодов [92], в том числе у цитрусовых культур [136].

Вместе с тем цитокинины оказывают влияние на деление клеток и участвуют в органообразовании [92, 157]. Цитокинины, подобно ауксинам, усиливают передвижение пластических веществ к обогащенным ими тканям [92, 159]. Об этом же свидетельствуют и результаты исследований Ladanyia

[133]. По его мнению, растения апельсина, отличающиеся низким содержанием цитокининов в плодах, характеризуются высокой интенсивностью их предуборочного опадения и вместе с тем активным ростом вегетативных частей.

Абсцизовая кислота (АК) считается гормоном, подавляющим рост различных органов растений. Ее концентрация в растительных тканях увеличивается при воздействии на растения экологических стресс-факторов. АК подавляет физиологический эффект гиббереллинов при развитии плода [127]. Отмечено, что повышение уровня АК в различных органах растений сопряжено с активизацией июньского опадения плодов [123]. Примечательно, что концентрация АК в плодах в преддверии предуборочного опадения в два раза выше, чем в завязях [149]. По данным некоторых авторов [147], рост плодов у разных сортов цитрусовых культур подавляется при повышении содержания АК в зоне AZ-C (см. рисунок 4).

Под влиянием внешних факторов концентрация и соотношение гормонов изменяются. Это, в свою очередь, определяет реализацию генетической программы, темпы роста и развитие растений [92].

Именно поэтому преждевременное опадение созревающих плодов у многих плодовых растений происходит как следствие экологических, патогенных и иных изменений [164].

1.4 Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность и формирование урожая растений цитрусовых культур

В открытом грунте цитрусовые культуры выращивают практически во всех странах тропического и субтропических поясов обоих полушарий [65]. Однако в пределах указанных территорий существуют зоны, наиболее благоприятные для их возделывания, и, наоборот, зоны, где выращивание лимитируется определенными факторами. В зоне субтропиков к таким факторам относятся прежде всего низкие температуры [80].

Цитрусовые являются теплолюбивыми растениями. Биологический ноль для них находится в пределах $10 \pm 2^{\circ} \text{C}$, а начало периода вегетации отмечается при сумме активных температур более 60°C [71]. Для нормального плодоношения необходим вегетационный период с температурой $+10^{\circ} \text{C}$ продолжительностью 190-210 дней - для мандарина и 220-240 дней - для апельсина [65, 80, 82].

Большинство видов цитрусовых отличаются низкой морозоустойчивостью. Однако и они по-разному реагируют на отрицательные температуры. Растения лаванда и лимона – самые чувствительные к морозам. У лимона цветки и мелкие завязи гибнут при $-1,0 \dots -1,5^{\circ} \text{C}$, а листья - при температуре ниже -4°C . У апельсина и грейпфрута при температуре -6°C повреждаются листья, а при $-9,5^{\circ} \text{C}$ гибнет вся надземная часть. Мандарин более морозоустойчив, чем апельсин, грейпфрут и лимон: температуру $-7 \dots -8^{\circ} \text{C}$ переносит почти без повреждений, сильно повреждается при температуре $-10 \dots -11^{\circ} \text{C}$, а при $-11 \dots -12^{\circ} \text{C}$ наступает полная гибель растений [65]. По литературным данным [21, 22], критической температурой для мандарина Уншиу является $-10 \dots -12^{\circ} \text{C}$.

Весенние заморозки менее губительны для растений, чем зимние морозы, поскольку первые повреждают лишь генеративные органы, а вторые могут привести к гибели растительного организма в целом [80].

Описан механизм действия на плодовые растения кратковременного понижения температуры в весенний период. Отмечено [121], что понижение температуры воздуха стимулируют биосинтез этилена в тканях генеративных органов и, следовательно, способствуют увеличению опадения формирующихся плодов.

Для нормального развития растений цитрусовых культур температура воздуха должна изменяться в диапазоне от $+21$ до $+30^{\circ} \text{C}$. Между тем для установления относительного покоя растительного организма и стимуляции закладки цветковых почек необходимо ее снижение в прохладный период до

+12⁰ С. В противном случае наблюдается слабая бутонизация и цветение растений [65].

Вместе с тем отрицательное влияние на рост генеративных органов и созревание плодов оказывают и чрезмерно высокие температуры воздуха. Отмечено, например, что такие температуры в тропиках препятствуют появлению желтой окраски плодов. Наиболее жароустойчивыми являются растения апельсина. В то же время температура выше +30⁰ С приводит к заметному угнетению жизненных функций растений цитрусовых культур, в том числе мандарина [65, 80].

При увеличении температуры листьев до 35-40⁰ С зафиксировано значительное опадение завязей у плодовых растений, в том числе апельсина. Более того, высокие температуры приводят к закрытию устьиц в листьях в сочетании с ограничением поглощения СО₂ [107]. Одной из причин, приводящих к увеличению опадения формирующихся плодов , является повышение температуры в ночное время [101]. Исходя из приведенных фактов, логично предположить существование обратной связи между фотосинтетической активностью листьев и интенсивностью опадения завязей. В пользу данного предположения свидетельствуют и некоторые литературные данные. В частности, потеря листьев (основных источников фотоассимилятов) во время деления клеток формирующихся плодов у цитрусовых приводит к увеличению их опадения [121]. Вместе с тем дефицит углеводов во время июньского опадения завязей связан с активизацией образования в генеративных органах этилена и абсцизовой кислоты [123].

Не менее значимым фактором, сдерживающим формирование высоких урожаев плодов у цитрусовых культур, является недостаток влаги, особенно почвенной. И этому есть свое объяснение. Во-первых, в засушливых условиях неглубокое размещение корней растений приводит к их повреждению. Во-вторых, несмотря на то что цитрусовые обладают кожистыми листьями, при водном дефиците интенсивность транспирации у них достигает значительных величин [65].

Расчетения цитрусовых культур особенно требовательны к влаге в первой половине вегетации, главным образом, во время цветения и завязывания плодов. При снижении влажности почвы (оптимальная влажность почвы для цитрусовых 70-80 %НВ) в этот период наблюдаются опадение бутонов, цветков и завязей, а также ослабление роста растений [80, 88, 160].

Высокая влажность воздуха благоприятна для всех цитрусовых, что связано с климатическими особенностями района их происхождения: Юго-Восточная Азия, климат- муссонный [65, 80]. Воздушная засуха, особенно в первые месяцы после цветения, вызывает сильное осыпание завязей и формирующихся плодов [80].

Наибольшая засухоустойчивость характерна для апельсина. Однако и для него достаточная обеспеченность влагой – важное условие формирования регулярных урожаев плодов [65]. Наиболее устойчив к воздушной засухе грейпфрут [73,80].

Вместе с тем корни цитрусовых очень требовательны к кислороду. В этой связи при обильных осадках и застое воды в почве отмечаются повреждение корней и угнетение роста и развития растений [65].

Отрицательное действие на растения цитрусовых культур оказывают и сильные ветры, приводящие к подсыханию рылец пестика, опадению формирующихся плодов и иссушению тканей растений в холодный период в связи с усилением испарения влаги через листья [65].

Значительное влияние на жизнедеятельность, величину урожая и качество плодов растений цитрусовых культур оказывают почвенные условия. Отношение к ним цитрусовых зависит от применяемого подвоя. Наиболее пригодны для цитрусовых рыхлые, водо- и воздухопроницаемые почвы. Цитрусовые плохо растут на песках, каменистых и заболоченных почвах. Растения отличаются низкой солеустойчивостью, и поэтому особую опасность для них представляют грунтовые воды с большим содержанием вредных солей [65, 72, 80].

Оптимальные условия реакции почвы для большинства цитрусовых культур рН – 6-7 [80, 82, 135]. При рН больше 7,0 у большинства из них наблюдается хлороз [65] , а при рН более 8,0 – резкое угнетение растений [75, 80].

Цитрусовые предпочитают почвы с высоким содержанием органики [65]. Отмечено [94, 116], что при дефиците отдельных элементов питания у растений активизируется предуборочное опадение плодов. В частности, недостаток цинка, бора и меди приводит к увеличению опадения плодов лайма [97]. Авторы считают, что это явление может быть связано с ослаблением процессов синтеза белка и образования хлорофилла с участием перечисленных питательных элементов.

По данным Iglesias D. J. [123], дефицит железа также отрицательно влияет на образование пигментов, функции листа растений и, как следствие, на величину урожая плодов и их качество.

Приводится и другая информация. При недостатке цинка и азота в тканях растений снижается уровень ауксина, что сопряжено с активизацией биосинтеза этилена и опадения листьев и плодов цитрусовых культур [93].

Существует мнение [150] о том, что уменьшение концентрации азота, фосфора и калия в тканях растения приводит к усилению опадения плодов у цитрусовых вследствие ослабления синтеза пластических веществ, особенно если речь идет об образовании большого количества цветков [119].

Грибные болезни и вредители цитрусовых, проявляемые на разных этапах роста и развития растений, также оказывают отрицательное действие на процесс формирования урожая и качества плодов [120, 145, 160].

Всесторонний анализ литературы по обсуждаемому вопросу позволил выделить главное. Уровень опадения генеративных органов в процессе формирования урожая плодов цитрусовых культур зависит от действия различных лимитирующих факторов (или их сочетаний), проявляющихся в течение годовичного цикла роста и развития растений: низких или высоких температур воздуха, недостатка воды и элементов питания, болезней, вредителей и т.д.

[109, 110]. Тем не менее какими бы различными по природе ни были обозначенные стрессоры, результаты их влияния на растительный организм весьма однотипны.

Большинство авторов склонно считать, что при действии неблагоприятных факторов в тканях растений цитрусовых культур активизируется синтез этилена, связанный с усилением опадения формирующихся плодов и, соответственно, с уменьшением хозяйственной продуктивности [94, 105, 106, 121, 160 и др.]. Отмечено также, что под влиянием стрессора в плодах и листьях растений происходит увеличение содержания абсцизовой кислоты, приводящее к аналогичному результату [141]. Одновременно в тканях отдельного слоя зафиксировано снижение концентрации ауксина, цитокининов и гиббереллинов [160].

По мнению некоторых исследователей, опадение формирующихся плодов цитрусовых культур обусловлено нарушениями фотосинтетической деятельности растений, вызванными действием стресс-факторов [101, 136].

Очевидно, необходим поиск специфических приемов направленной корректировки гормонального баланса и хода продукционного процесса (показателей фотосинтетической активности листьев) у растений цитрусовых культур, обеспечивающей увеличение урожая плодов и их качества.

1.5 Особенности технологии выращивания и возможные приемы повышения урожая плодов цитрусовых культур

Важным элементом технологии выращивания цитрусовых культур является выбор оптимального участка для закладки сада. Более того, правильный выбор места для их размещения – наиболее простая мера, обеспечивающая уход растений от температурных стрессов [80]. Цитрусовые растения необходимо высаживать в наиболее теплых, высоких местах, защищенных от холодных северо-западных ветров. При морозах – 6...- 7 °С растения, в зависимости от вида, могут повреждаться [80].

Следует, однако, иметь в виду, что чем ближе к морю размещается участок, тем выше температура в зимний период. Именно поэтому в зоне субтропиков на Черноморском побережье Кавказа рекомендуется закладывать цитрусовые сады не дальше 35-40 км от моря [65].

Цитрусовые культуры предпочитают склоновые земли. В Японии, например, 75 % насаждений размещено на склонах крутизной более 15°, а 25 % - более 30°. Чем ближе к экватору, тем выше над уровнем моря можно закладывать цитрусовые сады. В Российской Федерации для цитрусовых пригодны участки, расположенные не выше 350 м над уровнем моря.

По результатам исследований, при выборе участков под многолетние насаждения следует отдавать предпочтение относительно ровным, пологим и покатым склонам средневысотных и низких гор, гряд и холмов предгорий [69, 72, 80].

Негативное воздействие условий среды, наряду с биологической и биосферной саморегуляцией, может быть ослаблено микроразнообразием размещением плодовых культур в местах, наиболее благоприятных для их возделывания [37].

По данным А.В. Рындина [80], для размещения цитрусовых культур рекомендуются самые теплые мезорайоны ($\Sigma t > 10^0$ свыше 4000°С) с закрытым типом водосборного бассейна.

Благоприятными по температурным условиям являются участки склонов, имеющие вид амфитеатров и не подверженные прямому действию холодных ветров [67, 80].

Для защиты цитрусовых от ветра необходимы ветрозащитные посадки, лучше из вечнозеленых хвойных пород [65]. Защитой от ветра может служить и рельеф местности [80].

Цитрусовые культуры требовательны к почвенным условиям. Лучшими для них являются красноземы, желтоземы, сероземы [65]. Достаточно высокая и стабильная урожайность цитрусовых культур обеспечивается на почвах, содержащих повышенное количество зольных элементов, имеющих

суглинистый гранулометрический состав и нейтральную реакцию среды. непригодны для цитрусовых сильнооуглеенные, болотные почвы [80].

На переувлажненных участках требуются мелиоративные работы по снижению уровня грунтовых вод путем устройства дренажа или посадки растений на валиках [65].

Подготовка почвы начинается за 1-2 года до закладки сада: вносят фосфорные удобрения в расчете 300-500 кг/га д.в., высевают семена бобовых культур для последующей запашки. На ровных участках и склоновых землях (уклон до 15⁰) применяют сплошную обработку на глубину до 45 см. При закладке насаждений на склонах крутизной выше 15⁰ устраивают террасы.

На ровных участках и террасах места для копки ям намечаются обычным способом – кольями. В цитрусовых садах применяют различные способы размещения деревьев : квадратный, прямоугольный, шахматный, контурный. На пологих склонах используют шахматную посадку, а на более крутых – контурную. В более северных районах предпочтительна прямоугольная схема посадки деревьев, позволяющая разместить на единице площади большее количество растений [65]. Рекомендованы расстояния между деревьями в ряду 1,5-3,0 м и ширина междурядий от 3 до 5 м в зависимости от силы роста используемых вида, сорта, подвоя и т.д. [65, 80].

Посадка осуществляется в ямки, заполненные перегноем с добавлением определенного количества минеральных удобрений [65, 80].

Сроки посадки - осенние либо весенние. При этом при использовании осенней посадки саженцы до начала вегетации успевают хорошо укорениться. Весенняя посадка проводится, как только минует опасность заморозков, в сжатые сроки, чтобы использовать наиболее влажный период сезона [65]. По мнению некоторых авторов [80, 82], оптимальные сроки посадки цитрусовых во влажных субтропиках России - вторая половина апреля – начало мая. Вместе с тем в этом районе посадка в осенние сроки может привести к гибели растений от мороза. В районах же с муссонным климатом посадку проводят в начале сезона дождей [65].

Отмечено, что низкая плотность опылителей является важным фактором, влияющим на опадение формирующихся плодов [157]. При увеличении плотности опылителей завязывание плодов улучшается. Существенное влияние на эффективность опыления и завязывания плодов оказывают температурные условия среды. При типичном температурном режиме эффективный период полноценного опыления у апельсина приходится на восьмой-девятый, а у мандарина сорта «Клементина» - на второй-третий день цветения [121]. Температура влияет и на активность лета пчел, обеспечивающих успешное перекрестное опыление цветков [157]. Снижение урожайности некоторых сортов цитрусовых культур может быть связано с дефицитом жизнеспособной пыльцы [149].

Роль формы и размера кроны дерева в создании высокопродуктивных насаждений цитрусовых культур довольно подробно описана в специальной литературе [65]. Отмечено, например, что обычная форма (штамб 40-90 см, затем закладывают ярусы скелетных ветвей) применяется в более южных районах, где нет опасности повреждения растений низкими температурами. Такие деревья вступают в плодоношение в условиях СНГ в возрасте 4-5 лет, но их сложно защищать от морозов и восстанавливать в случае повреждений.

Карликовая форма (штамб 10 см, скелетные ветви прищипывают при длине 30 см, полускелетные – при длине 25 см) применяется в более северных, холодных районах. Каждое растение при этом способе формирования отличается более низкой продуктивностью. Однако урожайность цитрусовых культур в данном случае выше, так как на единицу площади сада приходится большее количество деревьев. При использовании этой формы их плодоношение начинается с трехлетнего возраста, облегчается защита от низких температур. Создание карликовых насаждений основано на применении слаборослых сортов, подвоев, сильной обрезки и таких приемов, как угнетение роста корней, кольцевание и т.д.

В условиях северных субтропиков для лимонов используется стелющаяся форма кроны. Эта форма имеет ряд преимуществ: ускоряется вступление

растений в плодоношение, созревание плодов; облегчается укрытие насаждений, уменьшается повреждающее действие ветра.

Благоприятные условия для формирования регулярных и достаточно высоких урожаев плодов citrusовых культур создаются при внедрении специфической экономически выгодной системы обработки почвы в разновозрастных насаждениях, ослабляющей эрозионные процессы [65].

При этом на крутых склонах или террасах почву содержат под задернением, за исключением приствольных полос, которые мульчируют скошенной травой.

В литературе [65] обоснованы и другие элементы технологии выращивания citrusовых культур, обеспечивающие повышение урожая плодов и их качество. Отмечено, например, что наиболее эффективные способы орошения в современных citrusовых садах – капельный полив и дождевание. В местах с низкой относительной влажностью и высокой температурой воздуха в жаркое время дня (12-14 ч.) целесообразны освежительные поливы по 30 м³/га.

В садах с промышленным производством плодов citrusовых культур значительное увеличение хозяйственного урожая связывают, прежде всего, с повышением доз применяемых минеральных удобрений. В условиях северных субтропиков дозы удобрений зависят от возраста растений: например, в возрасте до 5 лет доза азота – 60-80 г/растение, 6-10 лет – 100-120 г/растение, более 10 лет – 160-200 г/растение; калия – 60-120 г/растение; фосфора 120-350 г/растение. Азот и калий вносят в три срока: 50% - до цветения, 25% - после цветения, 25% - в начале второй волны роста; фосфор вносят полностью весной.

В различные годы жизни деревьев используют также соответствующие дозы органических удобрений.

Представлены данные [63] о целесообразности проведения «не чаще одного раза в месяц» некорневых подкормок различными микроэлементами (сульфат меди, марганца, цинка, борная кислота и др.).

Вместе с тем практически отсутствует полная информация о возможностях направленной корректировки хода формирования урожая плодов, включая снижение их предуборочного опадения и увеличение размеров, применительно к конкретной фазе роста и развития растений цитрусовых культур или в определенных погодных условиях.

Примечательно, что именно такой подход соответствует принципам точного земледелия (садоводства).

Предположительно, для решения поставленной задачи необходимо располагать совокупностью некоторых препаратов, обеспечивающих эффективное распределение пластических веществ между вегетативными и генеративными органами растений на соответствующих этапах их развития.

Десятки лет многими производителями плодов цитрусовых культур практикуется их прореживание [111]. Это один из важнейших путей управления продукционным процессом, который может уменьшить опадение плодов и обеспечить увеличение их размера за счет снижения конкуренции между плодами за воду и питательные вещества [101, 125, 161].

При этом повышается уровень поступающих в генеративные органы ассимилятов за счет увеличения площади листьев, приходящейся на каждый отдельный плод [154].

Самым точным и традиционным методом решения данной задачи считается ручное прореживание. Однако из-за большой его дороговизны в современном плодоводстве для прореживания плодов используются различные химические соединения, например, Этефон, Этрел и др. Отмечено, что у апельсина сорта Valencia Этефон может применяться в те сроки, когда средний диаметр плодов достигает 15 мм.

Не менее действенным путем сохранения на дереве формирующихся плодов является широкое применение разных регуляторов роста, оказывающих существенное влияние на клеточный метаболизм, деление клеток, передвижение питательных веществ, рост плодов, их созревание и т.д. [133].

Низкие нормы расхода и возможность управлять процессами роста и развития растений определяют перспективность широкого применения регуляторов роста в сельскохозяйственном производстве [90]. Они могут оказывать стимулирующее и ингибирующее действие. К стимуляторам относятся ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды. Гормонами – ингибиторами являются абсцизовая кислота и этилен [90, 92].

Общеизвестно [90], что ауксины стимулируют растяжение и деление клеток, участвуют в процессах их дифференциации. Основным фитогормоном этого класса является β -индолилуксусная кислота (ИУК).

Наиболее ярким проявлением физиологического действия ауксинов является аттрагирующий эффект, когда клетки меристемы в зоне деления привлекают к себе питательные вещества (сахарозу, аминокислоты, нуклеотиды, неорганические ионы) и воду [64]. Экспериментально доказана роль ауксинов в апикальном доминировании главного побега за счет подавления формирования боковых побегов [90].

Гиббереллины стимулируют деление и растяжение клеток апикальных и интеркалярных меристем. Они активизируют рост стеблей значительно сильнее, чем ауксины [91].

Важной функцией цитокининов является стимуляция деления клеток. Благодаря аттрагирующей способности они могут притягивать ассимиляты. Цитокинины нарушают апикальное доминирование, вызывая закладку пазушных почек; задерживают старение листьев, стимулируя синтез фотосинтетических пигментов [90, 92].

Брассиностероиды характеризуются полифункциональностью действия, оказывая влияние на процессы репродукции, созревания и старения, управляют функциями других фитогормонов [90]. Отмечается возможное действие брассиностероидов на устойчивость растений [91, 92].

Абсцизовая кислота (АБК) содержится в корнях, плодах, почках, стеблях, листьях, но особенно много – в покоящихся почках и семенах. Действие АБК проявляется в ингибировании распускания почек. Она способствует за-

крытию устьиц, что уменьшает интенсивность фотосинтеза и является причиной торможения ростовых процессов, способствует опадению листьев и зрелых плодов [90].

Этилен – единственный газообразный гормон растений, индуцирующий процессы созревания и старения плодов, а также стимулирующий защитные реакции в условиях стресса [26]. Показано, что высокие концентрации ауксина вызывают синтез этилена [92].

Вместе с тем синтез этилена в плодах и предуборочное их опадение снижаются при использовании аминоэтилоксивинилглицина (AVG) [99]. По данным некоторых авторов [165], AVG был успешно использован для уменьшения опадения плодов яблони. Следует, однако, уточнить возможность применения AVG для увеличения хозяйственного урожая цитрусовых культур. Рост растений и формообразовательные процессы регулируются определенным соотношением фитогормонов. Показано, что одни гормоны могут оказывать влияние на ферменты, катализирующие синтез или разрушение других гормонов, и тем самым изменять их содержание. Известно, что под влиянием гибберелленов содержание ауксинов увеличивается. Вместе с тем, как уже упоминалось, высокие концентрации ауксина индуцируют синтез этилена [92]. Все фитогормоны объединяют некоторые общие свойства: они синтезируются в самом растении и являются высокоэффективными регуляторами физиологических программ. При этом их действие проявляется в крайне низких концентрациях [92]. Именно поэтому синтетические вещества, которые имитируют природные растительные гормоны, становятся важнейшей составляющей современного сельскохозяйственного производства [90].

Определено, например, что некорневое применение синтетических ауксинов в начале периода вегетации цитрусовых культур, в том числе мандарина, оказало положительное влияние на формирование завязей [118, 131]. Синтетические ауксины способствуют также развитию сосудистой ткани плодоножки, что связано с уменьшением опадения плодов [139, 140].

Существует, однако, и другое мнение. Синтетический ауксин (нафтилуксусная кислота), ослабляя преждевременное опадение плодов груши «Bartlett», приводит к их размягчению на дереве [163].

В последние годы на основе передовых технологий синтезированы регуляторы роста растений, обладающих широким спектром физиологической активности, безопасные для человека и окружающей среды [90, 91].

Одним из российских регуляторов роста нового поколения является Мелафен – меламинавая соль бис-(оксиметил)фосфиновой кислоты [90].

Установлено, что Мелафен оказывает чрезвычайно широкое действие на биохимические процессы клетки, сходное с различными проявлениями действия фитогормонов и АТФ.

Исследования, проведенные в 2006-2008 гг. в Краснодарском крае (Россия), свидетельствуют о том, что применение препарата Мелафен для предпосевной обработки семян пшеницы озимой обеспечило повышение устойчивости растений к заморозкам, увеличение продуктивной кустистости и числа зерен в колоске. При этом урожайность превысила контрольные значения на 12,8 % [8].

Показано положительное действие препарата на различные биолого-производственные характеристики кукурузы, риса, подсолнечника, гороха, сои, сахарной свеклы и т.д. [90].

Отмечено также, что Мелафен оказывал стимулирующее влияние на рост побегов и увеличение размера листовой пластинки винограда. Более того, его применение на техническом сорте винограда способствовало получению виноматериалов более высокого качества.

Между тем в научной литературе предельно мало информации, касающейся характера влияния нового регулятора роста на многолетние растения плодовых и, особенно, citrusовых культур. Вероятно, этому еще предстоит дать объективную оценку.

Наряду с регуляторами роста важную роль в жизни растений (включая формирование плодов) играют удобрения [135]. В связи с этим управление

питанием растений считается одним из фундаментальных факторов оптимизации их роста и развития [142].

Выполнение данной задачи возможно за счет повышения под влиянием удобрений эффективности фотосинтеза [124].

Дефицит макро- и микроэлементов в растениях и почве является глобальной проблемой минерального питания во многих странах мира [98]. Доступность необходимых питательных веществ в соответствующем количестве считается важным условием оптимизации роста , развития и устойчивого плодоношения плодовых деревьев, включая цитрусовые [128, 167].

На основе исследований, рекомендовано внесение в почву основных макроэлементов – N, P, K – (причем в достаточно больших количествах) в процессе эксплуатации цитрусовых насаждений, гарантируя их прибыльность [156] .

Тем не менее, необоснованное внесение питательных веществ в почву может привести к их потерям [127] и, более того, загрязнению окружающей среды [153]. Таким образом, применение питательных веществ через листья считается более эффективным, быстрым и экономичным способом использования удобрений [129]. Применение листовой подкормки имеет несколько положительных особенностей: уменьшается общая доза применения минеральных удобрений, улучшается поглощение питательных веществ и снижается уровень загрязнения окружающей среды.

Листовые подкормки микро- и макроэлементами широко используются в насаждениях цитрусовых культур. Существует много факторов, которые могут сыграть важную роль в скорости поглощения минеральных питательных веществ через поверхность листа. К таким факторам относятся, например, абиотические: относительная влажность воздуха, температура, свет [71].

Содержание N, P и K в листьях растений цитрусовых культур значительно уменьшается в фенофазе цветения, формирования новых листьев и в течение роста плодов в связи с высокой потребностью этих органов в питательных веществах [96, 103, 153].

По результатам исследований показано, что некорневая подкормка деревьев цитрусовых культур N, P, K в фазу цветения и после его окончания обеспечивает повышение урожайности за счет удержания плодов во второй физиологической стадии опадения [96].

Применительно к нашей проблеме – снижению предуборочного опадения плодов цитрусовых культур - по-видимому, весьма перспективно использование некорневых подкормок фосфорными и калийными удобрениями. Данное предположение базируется на знании физиологической роли основных элементов питания.

В частности, значение фосфора определяется тем, что он входит в состав ряда органических соединений, таких, как нуклеиновые кислоты, нуклеотиды, нуклеопротеиды, витамины и многих других, играющих центральную роль в обмене веществ. Фосфор требуется для нормального протекания процессов жизнедеятельности растений: фотосинтеза, дыхания, роста.

Между тем в почве фосфор находится в малодоступной форме [92].

Соли калия участвуют в регуляции осмотического потенциала клетки. В частности, большое значение K^+ имеет в регуляции работы устьиц [134]. Калий активизирует работу многих ферментных систем, например фермента, катализирующего фосфорилирование сахаров. Недостаток калия замедляет транспорт сахарозы по флоэме. Влияние K^+ на транспорт углеводов определяет его роль в формировании урожая [92]. Калий играет фундаментальную роль в развитии плодов, увеличивая их размеры, а также улучшая цвет и вкус [161].

Требуется, однако, уточнение эффективности некорневых обработок деревьев фосфорными и калийными удобрениями в преддверии сбора урожая плодов в насаждениях цитрусовых культур.

Заключение

На основе всестороннего изучения и анализа литературных данных можно выделить следующее.

Опадение плодов считается многогранным явлением, определяемым многочисленными физиологическими факторами и действием совокупности экологических стрессоров. Опадение плодов citrusовых культур происходит на любом этапе их развития, но наиболее интенсивно – во время образования завязей. Не эффективное опыление и оплодотворение повышает уровень доуборочного опадения плодов. 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. Влияние различных стрессоров на усиление доуборочного опадения плодов может быть опосредовано путем изменения в тканях уровня фитогормонов. Одним из традиционных агроприемов формирования урожая плодов, обеспечивающих снижение их преждевременного опадения и увеличение размеров, является прореживание. Определена роль ауксинов и их синтетических аналогов в ослаблении опадения генеративных органов различных плодовых культур. 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. необходимость агробиологического обоснования таких возможностей в насаждениях citrusовых культур в условиях субтропиков и послужило основанием

для проведения данной работы. мы полагаем, что выполнение этих исследований станет важным этапом в создании прецизионных технологий выращивания цитрусовых культур.

2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

Исследования проводили в насаждениях цитрусовых культур в 2011-2012 гг. в Австралии и в 2016 - 2017 гг. в России (ВНИИцветоводства и субтропических культур). Для решения поставленных задач использовали полевой и лабораторный методы. Объектом исследования являлись растения апельсина и мандарина наиболее распространенных сортов.

Опыт I. Влияние ингибитора биосинтеза этилена аминокислоты глицина (AVG) на опадение завязей (плодов) апельсина.

Полевой опыт поставлен в 2011-2012 гг. в коммерческих насаждениях апельсина, расположенных в районе Гингин Западной Австралии (31°21' южной широты, 155°55' восточной долготы). Климат района – средиземноморский с характерной дождливой зимой и сухим, жарким летом. Погодные условия в годы исследований не отличались от средних многолетних данных. Количество осадков за год составляло 850-860 мм, максимальная температура воздуха 33,1°C, а минимальная + 6,1 °C [Australian government Bureau of Meteorology].

Почва участка – песчаная. Проведенный почвенный анализ показал достаточную ее обеспеченность макро - (N, P, K, Ca, Mg, и S) и микроэлементами (B, Cu, Mn, Mo, Zn).

В изучение были взяты сорта апельсина «Washington Navel» и «Lane Late». Опытные деревья 22-летнего возраста, средние по развитию, привитые на подвой «Troyer Citrange» гибридного происхождения (*Citrus sinensis* (L.)^{*}*Poncirus trifoliata* (L) Raf.). Схема посадки деревьев 6 x 1,5 м. Во всех вариантах опыта использована сходная технология выращивания (орошение, удобрение, защита растений от болезней и вредителей). Обработка растений препаратом AVG проведена в различные фазы развития генеративных почек

в два срока: первый – завязи до 1,5 см; второй – плоды до 3,0 см. Испытаны три концентрации AVG: 20; 40 и 60 мг/л. Размещение вариантов – блочно-рэндомизированное. Повторность опыта – трехкратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка». Контроль – необработанные деревья. Первая обработка была выполнена 31 октября 2011г. через месяц после полного цветения. Вторая обработка проведена 10 января 2012 г. (плоды до 3,0 см). Опадение формирующихся плодов (%) рассчитано через 30, 60 суток после обработки AVG и во время сбора урожая плодов.

Сорт Вашингтон Навел (Washington Navel) – относится к группе пупочных апельсинов. Сорт мирового хозяйственного значения, известный с 17 века, урожайный, славится вкусовыми качествами плодов (рисунок 5).



Рисунок 5 - Плоды апельсина сорта «Washington Navel»

Дерево среднерослое. Плоды среднего и крупного размера имеют круглую или слегка удлиненную форму и массу от 170 до 300 г. Мякоть апельсинов ярко-оранжевая, сладкая с легкой кислинкой и малым количеством косточек.

Сорт Лейн Лате (Lant Late) – поздний сорт апельсинов, очень схожий с сортом Вашингтон Навел, но отличающийся более нежной по консистенции мякотью и длительным сроком хранения (рисунок 6).



Рисунок 6 - Плоды апельсина сорта «Lant Late»

Опыт II. Изучение влияния некоторых регуляторов роста и элементов питания на формирование урожая плодов мандарина при однократном в течение вегетации их использовании в условиях влажных субтропиков России предполагало постановку серии опытов:

Опыт 1. Обработка растений регуляторами роста при достижении завязями диаметра 1,5 см (рисунок 7)

Схема опыта:

Вариант 1 – вода (контроль)

Вариант 2 – гетероауксин

Вариант 3 – Мелафен

Опыт 2. Обработка растений регуляторами роста при достижении плодами диаметра 3,0 см (рисунок 8)

Схема опыта:

Вариант 1 – вода (контроль)

Вариант 2 – гетероауксин

Вариант 3 – Мелафен

Опыт 3. Обработка растений препаратами за 30 суток до начала уборки плодов (рисунок 9)

Схема опыта:

Вариант 1 – вода (контроль)

Вариант 2 – Мелафен

Вариант 3 – Фосфит калия

Полевые опыты поставлены в 2016- 2018 гг. в опытных насаждениях Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур в условиях влажных субтропиков Российской Федерации (г. Сочи 43°36' северной широты и 39°46' восточной долготы). В 30-летнем саду мандарина, заложенном по схеме 3 x 1 м, изучали сорт «Miyagawa Wase».

В качестве фиторегуляторов 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 %; Контроль - обработка растений водой. Обработка растений препаратами проводилась в разные фазы формирования плодов. Повторность опыта - 5-кратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

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 гетероауксин (1-й срок, размер завязей 1,5 см) + Мелафен (2-й срок, размер плодов 3,0 см) + удобрение «Фосфит калия» (3-й срок, за 30 дней до начала сбора плодов)

Полевой опыт поставлен в 2017- 2018 гг. в опытных насаждениях Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур (г. Сочи). В 30-летнем саду мандарина, заложенном по схеме 3 x 1 м, изучали сорта «Miyagawa Wase» и Юбилейный на подвое *Poncirus trifoliata* R.

Для некорневой обработки деревьев использовали регуляторы роста: гетероауксин - концентрация 0,001 %; российский препарат нового поколения Мелафен – меламинамовую соль бис-(оксиметил)-фосфиновой кислоты в концентрации 1×10^{-9} М, а также жидкое удобрение испанского производителя «Агритекно Фертилизантес» марки Контролфит РК (фосфит калия) – концентрация 0,3 %.

Обработку препаратами проводили в три срока: первый срок - при достижении завязями диаметра 1,5 см; второй срок - при достижении плодами диаметра 3,0 см; третий срок - за 30 дней (за месяц) до начала съема плодов. Повторность опыта - 5-кратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».



Рисунок 7 - Первый срок обработки – завязь, достигшая диаметра 1,5 см



Рисунок 8 - Второй срок обработки - завязь, достигшая диаметра 3,0 см



Рисунок 9 - Третий срок обработки - за 30 суток до начала уборки

ПЛОДОВ

Сорт Миагава- Васа (Miyagawa- Wase)

Сорт японского происхождения. Деревья низкорослые, высотой 2,5-3,0 м, с овальной густооблиственной кроной. Ветви прямые, средней толщины, светло-коричневые, с зелеными прожилками. Побеги и междоузлия укороченные, округлые, иногда ребристые[46, 80].

Плоды крупных размеров, округлые или грушевидные, масса до 110 г, без косточек (рисунок 10). Кожура слабо-шероховатая, ярко-оранжевая, плотная, отделяемость хорошая, долек 9-13, с толстыми грубоватыми пленками. Мякоть сочная, превосходного качества. Соотношение мякоти к кожуре составляет 72 : 27. Содержание сахара 6,12 %, лимонной кислоты – 0,90 %, аскорбиновой кислоты – 34,13 мг/100 г, сахарокислотный индекс 8,04.

Сроки созревания плодов - первая половина октября. Используется в селекции с целью выведения низкорослых раннеспелых мандаринов. Урожайность плодов за счет увеличения плотности на единицу площади достигает 150-220 ц/га, а в отдельные годы – до 300 ц/га. Районирован в Краснодарском крае с 1979. г.



Рисунок 10 - Плоды мандарина сорта Миагава-Васа, 2016 г.

Сорт Юбилейный.

Выведен на бывшей Сухумской опытной станции ВИР. Сорт нуцеллярного происхождения от скрещивания мандарина «Миагаве-Васе» с апельсином №3477.

Деревья с густой, сильно облиственной овальной кроной, достигающей 3,0 м в высоту. Побеги тонкие, зеленые. Плоды округлые, средняя масса до 75 г. кожура тонкая, гладкая, оранжевая (рисунок 11). Отделяемость от мякоти хорошая. Мякоть оранжевого цвета, с обильным соком, нежная, сладко-кислая, с приятным ароматом. Дольки в количестве 8-11 шт. семена отсутствуют [46, 80].



Рисунок 11 - Плоды мандарина сорта Юбилейный, 2017 г.

Плоды созревают в начале октября. Морозоустойчивость на уровне мандарина Уншиу. Рекомендуется для выращивания в открытом грунте российский субтропиков и в защищенном грунте.

В районе исследований (г. Сочи) распространены следующие основные типы почв: бурые горные лесные, желтоземы, перегнойно-карбонатные.

Бурые лесные почвы распространены в прибрежной полосе, где они граничат с желтоземами и другими почвами [50, 58]. Это наиболее распространенные горные почвы Кавказа. Характерными признаками этих почв являются слабая дифференциация на генетические горизонты, сравнительно равномерный и однотонный бурый или коричневатобурый цвет, кислая или слабокислая реакция всего профиля или верхней ее части, метаморфическое оглинивание всей толщи профиля, отсутствие выноса ила небольшое обеднение верхних горизонтов почв илистой фракцией, отсутствие или слабовыраженное перераспределение кремнезема и полуторных окислов по профилю [49].

Бурые лесные почвы развиваются в условиях преобладания осадков над испаряемостью. Они занимают высокие и средневысокие горы до 1200–1800 м, при этом нижняя граница их на Черноморском побережье опускается до 100–400 м и ниже. В профиле под лесной подстилкой (1–5 см) залегает сероватобурый гумусовый горизонт (10–15 см), содержащий от 6 до 15 % гумуса, общая мощность гумусовых горизонтов 50–60 см. Бурые лесные почвы, имеющие наибольшее распространение, обладают кислой реакцией (рН солевой вытяжки от 4,8 до 6,0) и богаты перегноем – до 10 % [58].

Бурые лесные почвы подразделяются на четыре подтипа: слабонасыщенные, слабонасыщенные оподзоленные, кислые и кислые оподзоленные [14].

На опытном участке преобладают бурые лесные слабонасыщенные почвы. Такие почвы, по данным ряда авторов [49], характеризуются от слабокислого до слабощелочного рН солевого раствора и высокой степенью насыщенности основаниями. Характер гранулометрического состава бурых лесных почв в основном относится к тяжелым почвам.

Цитрусовые растения являются довольно теплолюбивыми. По данным Горшкова [22] для производства товарной продукции цитрусовых пред-

ставляет интерес прибрежная зона, которая характеризуется мягкой и теплой зимой, сравнительно частыми, а летом иногда продолжительными засухами и достаточной обеспеченностью теплом (сумма активных температур свыше 4500°), затяжной холодной весной и продолжительной теплой осенью.

Климат Черноморского побережья России можно отнести к климату средиземноморского типа с заметно выраженным недостатком осадков в летний период [84] (Селянинов, 1936). На характерный субтропический климат указывают наблюдаемые здесь два вегетационных периода, которые обуславливают возможность земледелия не только в теплый, но и в холодный сезон [24, 85].

Характерными особенностями климата региона являются относительно высокая среднегодовая температура воздуха (+14,1 °С, в г. Сочи), большое годовое количество осадков (1534 мм), высокая солнечная радиация и высокая относительная влажность воздуха (73 %).

Морозы начинаются в среднем 20 декабря и заканчиваются 2 марта. Продолжительность безморозного периода в среднем 293 дня, наименьшая 225 и наибольшая 356 дней [57]. Неблагоприятное действие морозов определяется комплексом факторов, в первую очередь продолжительностью и силой морозов, а также условиями радиационного излучения и силой ветра [22, 59].

По данным В.М. Горшкова, А.В. Рындина [18], экстремальные для цитрусовых зимы повторяются примерно раз в 10 лет, они проявляются в понижении температуры воздуха до –6–10 °С и ниже, а также в осадках в виде мокрого снега высотой от 27 см.

Весна прохладная и, благодаря близости моря, более продолжительная, чем в средних широтах. Средняя температура воздуха весеннего периода +12 °С. Осадки преимущественно в виде дождя, большей частью обложного характера и составляют за этот период 287,3 мм. В весенний период часто наблюдаются морские туманы.

Лето характеризуется устойчивой, ясной, жаркой погодой. Среднемесячные температуры самых жарких месяцев (июль–август) составляют соответственно $+23,0^{\circ}\text{C}$ и $+23,2^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры воздуха был равен $+38,3^{\circ}\text{C}$. Дожди в это время года кратковременные, ливневого характера и иногда сопровождаются сильными грозами.

Осенью преобладает теплая и ясная, но нежаркая погода. Средняя температура воздуха в осенний период $+16^{\circ}\text{C}$, максимальная $+34,4^{\circ}\text{C}$, минимальная опускалась до $-5,4^{\circ}\text{C}$ (по данным сочинской АМС).

Помимо орографии и близости моря на температурные условия в регионе влияет высота над уровнем моря. При подъеме в горы температура воздуха постепенно снижается. Для субтропической зоны величина падения температуры равна $0,7^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м высоты, тогда как средний градиент для Кавказа равен $0,5^{\circ}\text{C}$ [85]. Следовательно, с высотой снижается и продолжительность вегетационного периода.

Биологический потенциал и адаптивная способность низкорослых сортов мандарина в экстремальных условиях российских субтропиков позволяют возделывать их на теплых микроучастках до высоты 60–150 м над уровнем моря [72].

Радиационный режим в субтропической зоне характеризуется обилием солнечного света. По Г.Т. Селянинову [85] годовая суммарная радиация в Сочи составляет $124,7$ ккал/см². Высокая напряженность радиации ($16,3$ – $17,4$ ккал/см² в месяц) наблюдается летом, она мало отличается от напряженности в тропиках. Зимой она снижается до 3 – 4 ккал/см² за счет сокращения дня и увеличения облачности.

Активными температурами для субтропических многолетних растений Г.Т. Селянинов [84, 88] считал температуры выше 10°C , а суммы температур, отсчитанные от этого предела, определяют накопление тепла, необходимого для прохождения нормального биологического цикла развития субтропических растений.

Сумма активных температур в Сочи достигает в среднем 4243 °С [58], следовательно, ее достаточно для нормального развития мандарина *C. unshiu* [18].

Годы исследований отличались по погодным условиям (таблица 1). Так, 2016 год отличался повышенным температурным режимом в период вегетации, который превышал данные 2017 года на 1,2 °С. Средняя температура воздуха за 2016 год была выше средней многолетней на 1,7 °С. Кроме того, в 2017 году в январе температура воздуха опускалась ниже –5 °С, а в феврале –3 °С, что привело к сильному подмерзанию растений мандарина. В 2018 году температура воздуха в период вегетации превышала средние многолетние данные на 2,4 ...3,6 °С и в сумме составила 142,1 °С, что на 19°С выше многолетних данных.

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха г. Сочи

Годы наблюдений	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ср. мн-я	6,0	6,1	8,5	12,3	16,0	20,0	23,0	23,4	19,8	15,4	11,0	7,9	14,1
2016	4,9	9,9	10,5	13,7	19,5	22,1	23,8	25,9	19,5	14,9	11,2	4,0	15,9
2017	5,3	5,7	10,0	11,0	15,7	20,3	24,3	23,4	22,9	15,8	11,2	6,1	14,4
2018	5,9	6,1	10,9	14,3	19,6	23,3	25,8	25,1	23,1				

Значимым дестабилизирующим фактором для цитрусовых культур в регионе может быть и количество осадков [18]. Осадки на побережье выпадают в виде дождя или мокрого снега и распределяются неравномерно. Несмотря на большую годовую норму осадков (1534 мм), весной и летом на побережье нередко чувствуется недостаток влаги. В этот период дожди выпадают редко, а испарение при высоких температурах происходит энергично, что и обуславливает иногда продолжительные засухи [14]. Более сухими

месяцами являются июнь–июль, более дождливыми – декабрь–январь. Повторяемость бездождливого периода в Сочи продолжительностью не менее 10 дней составляет 44 %, а повторяемость засух продолжительностью не менее 30 дней – 26 %. Не реже одного года из 10 могут наблюдаться длительные, не менее 40 дней, засушливые периоды.

2016 год отличался не только повышенным температурным режимом, но и количеством выпавших осадков – 1029,7 мм за период вегетации, что превышает средние многолетние данные на 3,2 % (таблица 2). В 2017 году количество выпавших осадков за период вегетации составило всего 86,7 % от нормы, что характеризует его как засушливый. Это сказалась на наливе плодов и их качестве. Количество осадков в начале вегетации (апрель, май и июнь) в 2018 году составило всего 36 % от нормы и только во второй декаде июля месяца выпало 143 мм осадков, что составило 155 % от нормы.

Таблица 2 – Количество выпавших осадков за период вегетации в г. Сочи

Годы наблюдений	Месяцы								За период вегетации, мм
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Ср. мн-я	121	120	110	104	128	121	127	167	998,0
2016	79,8	104,3	105,1	142,5	125,2	64,8	215,0	93,0	1029,7
2017	94,3	136,3	186,6	85,4	68,1	32,0	48,8	222,1	873,6
2018	208,0	47,0	40,4	36,0	199,0	26,0			

Годовой ход относительной влажности воздуха аналогичен таковому в областях с муссонным климатом, так как он параллелен ходу температуры. Наибольшие значения относительной влажности воздуха наблюдается в летние месяцы (май–июнь – 78 %), а наименьшей – зимой (декабрь – 69 %). Г.Т. Селянинов [85], характеризуя субтропическую зону, выделял в каче-

стве основных следующие климатические факторы: изменения в годовом цикле температуры воздуха и состояние влажности. Эти факторы и определяют возможность культивирования субтропических и теплолюбивых южных садовых растений. В силу этого, данный регион иногда называют районом рискованного субтропического земледелия.

2.1 Методы исследований

Полевые опыты проводили в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999) [62]. В условиях полевого опыта определяли биометрические характеристики растений, учитывали продуктивность и качество плодов.

При проведении исследований были использованы общепринятые физиологические методы, изложенные в специальной литературе (Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству, 2010) [52].

Содержание сахаров по методике Бертрана; содержание сухих веществ в листе взвешиванием при температуре 105°C до постоянной массы; титруемую кислотность – потенциометрическим методом; содержание аскорбиновой кислоты в плодах йодометрическим методом (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, 1999). Повторность анализов дву- трехкратная.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по Б. А. Доспехову [33, 56] с использованием прикладных программ «Statistika», «Excel».

Для создания графических объектов и рисунков применялись пакеты прикладных программ работы с графикой: Photo Shop, Microsoft Photo Editor, HP Precision Scan LT.

Для освещения состояния исследуемой проблемы использованы литературные источники, а также сеть Internet, поисковые программы Rambler, Aport, сайты по плодоводству.

Экономическую оценку результатов исследований рассчитывали на основе фактических затрат и денежной выручки от реализации плодов [34, 53, 54].

3 ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРА СИНТЕЗА ЭТИЛЕНА AVG ДЛЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ОПАДЕНИЯ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПЛОДОВ АПЕЛЬСИНА

Стабилизация плодоношения во многом определяется эффективностью оплодотворения, а также созданием благоприятных условий для превращения определенной части цветков и завязей в плоды. 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 [61]. Общеизвестно [92], 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 [120]. Отмечены, например, перспективы применения некорневых обработок плодовых растений гетероауксином для корректировки формирования урожая [32]. Установлено также, что в случае использования ингибиторов синтеза этилена, доуборочное опадение завязей у растений яблони заметно снижается [164, 165]. Между тем подобных исследований с цитрусовыми культурами проведено не было.

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 дней после проведения опрыскивания и сохраняется до сбора урожая плодов (рисунок 12). 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.

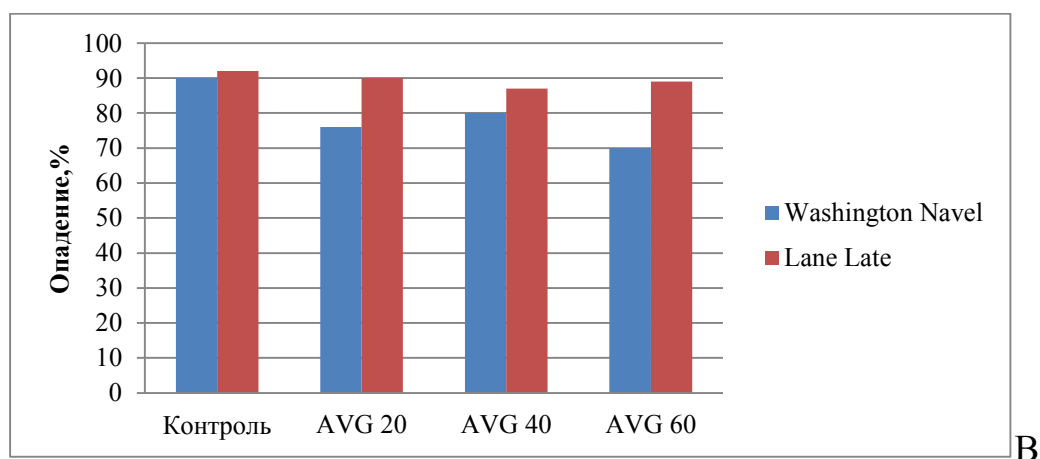
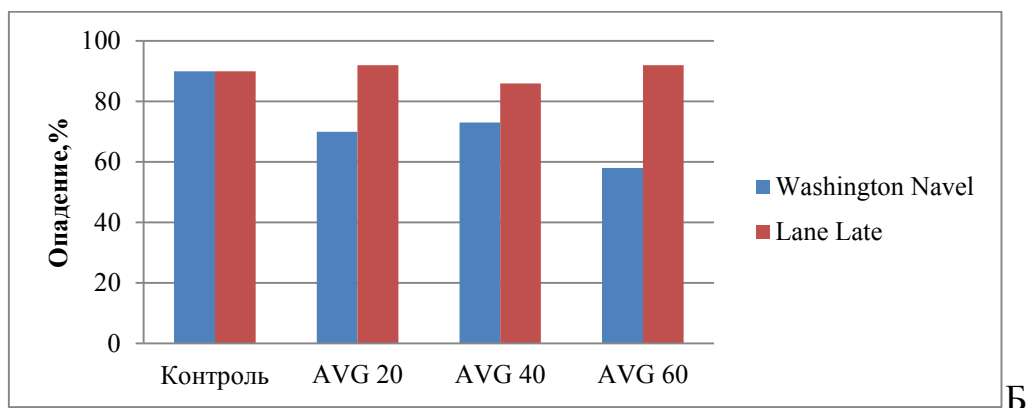
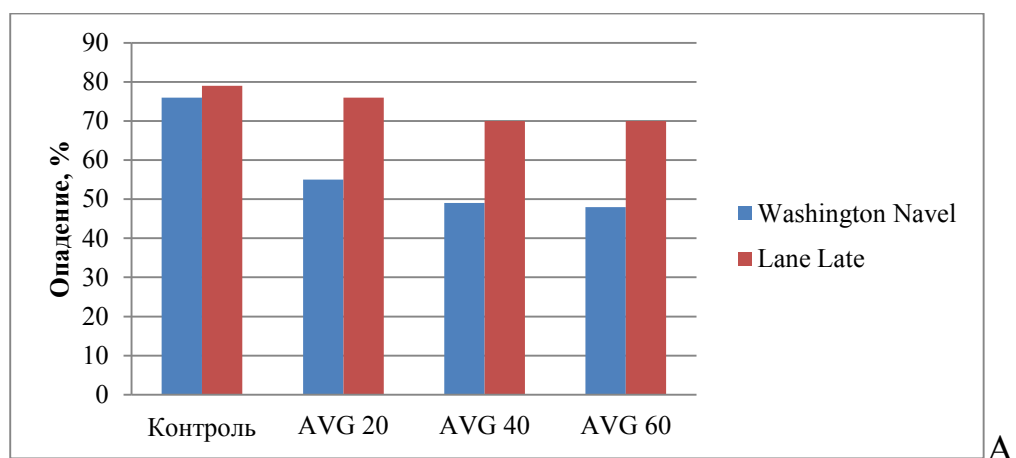


Рисунок 12 – Влияние препарата AVG разной концентрации на опадение завязей (размер завязей 1,5 см) у деревьев двух сортов апельсина через 30 (А), 60 (Б) суток после обработки и во время сбора урожая (В)

Отмечена различная отзывчивость сортов апельсина на обработку AVG и в сроки, когда формирующиеся плоды достигли размеров 3,0 см (рисунок 13).

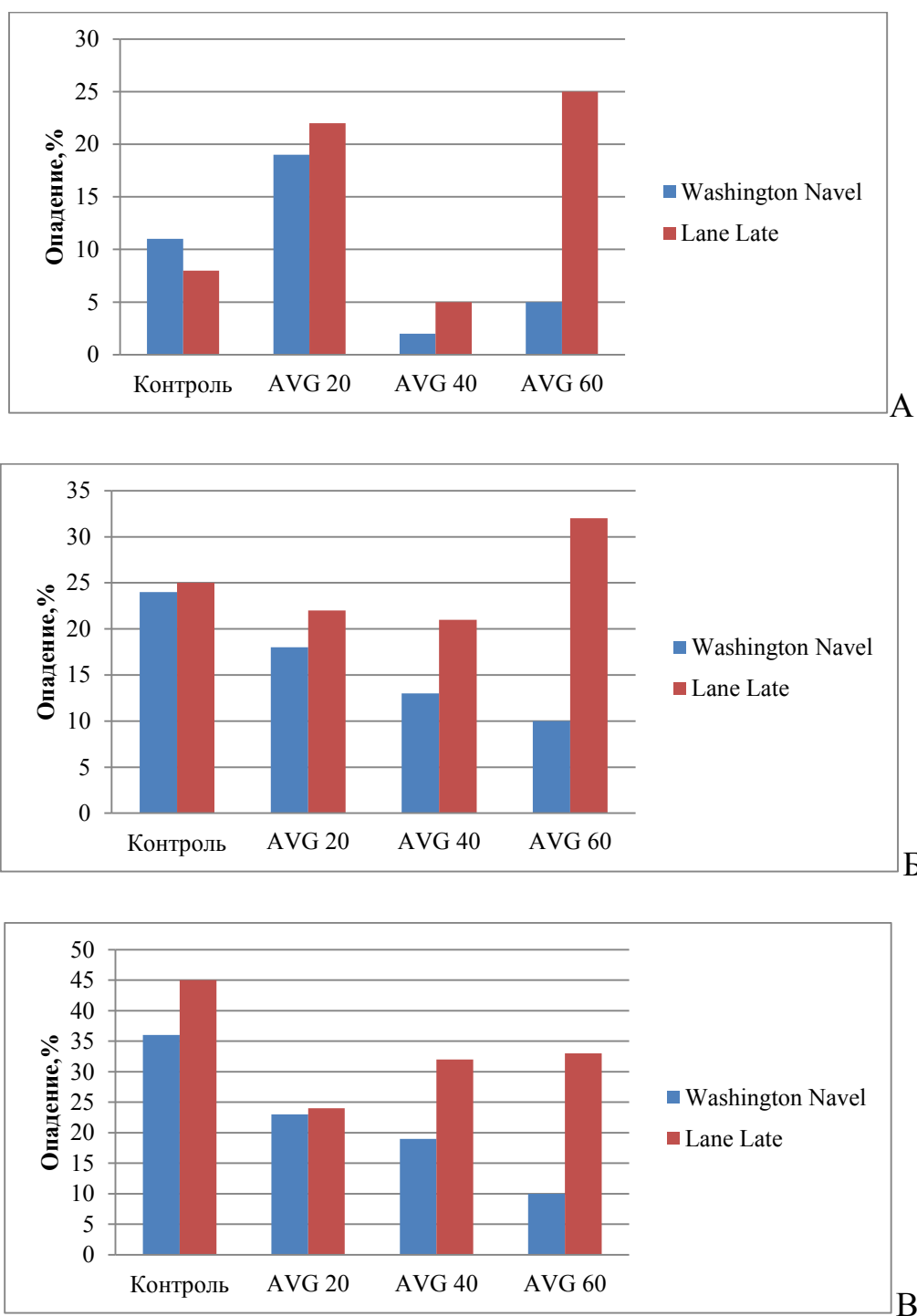


Рисунок 13 – Влияние препарата AVG разной концентрации на опадение формирующихся плодов у деревьев двух сортов апельсина через 30 (А), 60 (Б) суток после обработки (размер плодов 3,0 см) и во время сбора урожая (В)

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 [61] использование экзогенных ингибиторов синтеза этилена преждевременно.

Таким образом, в условиях Австралии обоснована перспективность применения препарата AVG для ослабления предуборочного опадения плодов апельсина, связанного с ингибированием в зоне образования отделительного слоя синтеза этилена. Между тем сведение к минимуму преждевременного опадения формирующихся плодов цитрусовых культур не может решаться с помощью только одного химического соединения, использование которого к тому же ограничено лишь рамками отдельных государств. В связи с этим необходим подбор и других препаратов, оказывающих положительное влияние на процесс формирования генеративных органов цитрусовых и обеспечивающих достижение одного и того же эффекта – сохранение плодов на дереве вплоть до созревания. Значительный интерес представляло проведение подобных экспериментов в специфических условиях влажных субтропиков России (г. Сочи) – на северной границе субтропического пояса.

4 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 14).

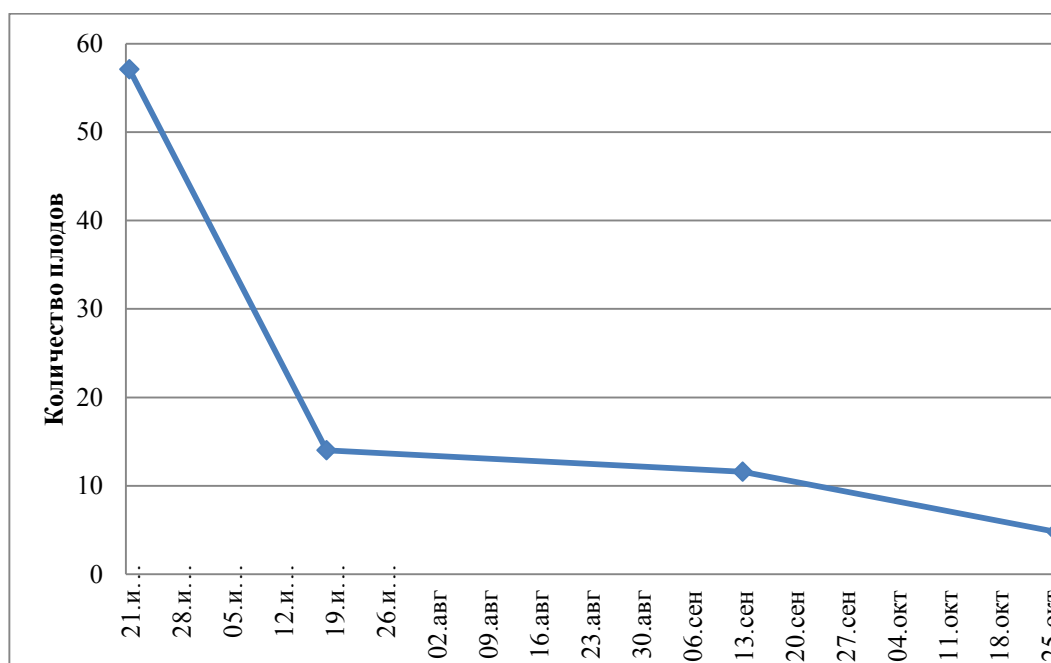


Рисунок 14 - Изменение количества плодов на деревьях мандарина сорт Миагава-Васе в процессе их формирования в 2017 г., шт./модельная ветвь

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 генеративных 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 [71, 80]. 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.

5 ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ МАНДАРИНА В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВ

5.1 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 (таблица 3). В этом варианте опыта количество плодов, сохранившихся на дереве до сбора урожая в 1,7 раза больше, чем в контроле.

Таблица 3 – Изменение количества плодов на деревьях мандарина
сорта Миагава–Васе в течение вегетации в зависимости
от используемого препарата* (в среднем за 2016-2017 гг.)

Вариант	Дата				
	5-15 июня	15-20 июля	15-20 сентября	15-20 октября	15-20 Октября
	шт./ модельная ветвь				% от исходного количества
Контроль	103,4	21,2	18,2	8,0	7,7
Гетероауксин	105,4	48,2	24,2	14,0	13,3
Мелафен	120,6	40,2	25,2	13,0	10,7

* - Препараты использованы однократно в первой половине июня (размер завязей 1,5 см)

И этому есть свое объяснение. Под влиянием гетероауксина в листьях и плодах мандарина в 1,9-5,0 раз увеличивается соотношение эндогенных фито-

гормонов стимулирующего (ИУК) и ингибирующего (АБК) действия, а также оптимизируется содержание в них ИУК (рисунок 15, приложение Б).

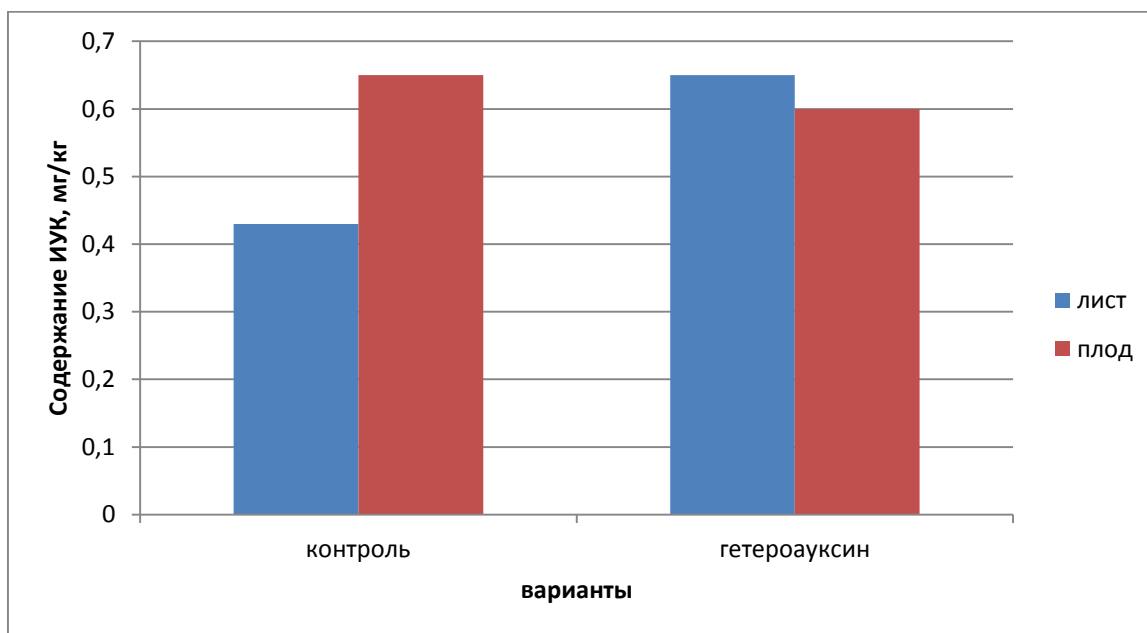


Рисунок 15 – Влияние гетероауксина на содержание ИУК в органах мандарина сорта Миагава-Васе через 30 дней после обработки (июль 2017 г.)

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 4).

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

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

Таблица 4 – 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	
		модельная ветвь	дерево
Контроль	45,6	0,57	5,7
Гетероауксин	45,9	0,65	6,5
Мелафен	46,9	0,61	6,0
НСР ₀₅	0,5	-	0,4

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 (таблица 5).

Таблица 5 - Изменение средней длины побега на деревьях мандарина сорта Миагава-Васе в зависимости от используемого регулятора роста, см (2016 г.)

Вариант	Дата		Увеличение длины, %
	17.06	17.09	
Контроль	9,9	14,9	50,5
Гетероауксин	10,9	17,7	62,2
Мелафен	10,0	14,9	49,0
НСР ₀₅	0,7	1,1	-

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 до-

полнительный 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.

5.2 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 16,17, приложение Б,В). При этом ни средняя масса плодов, ни хозяйственный урожай растений мандарина не отличается от контрольных значений [30].

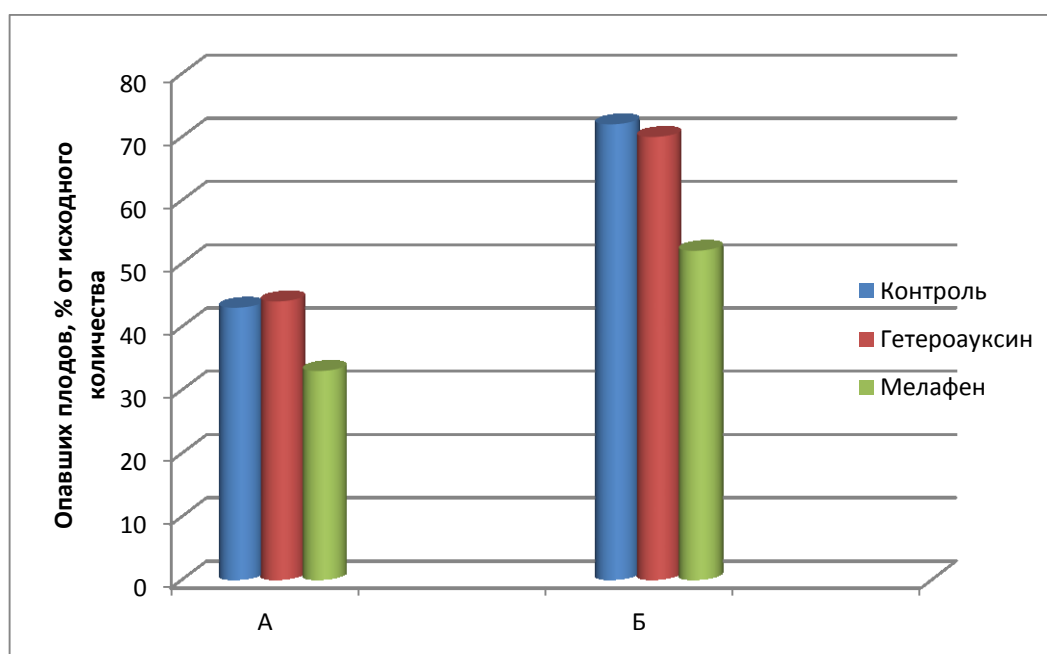
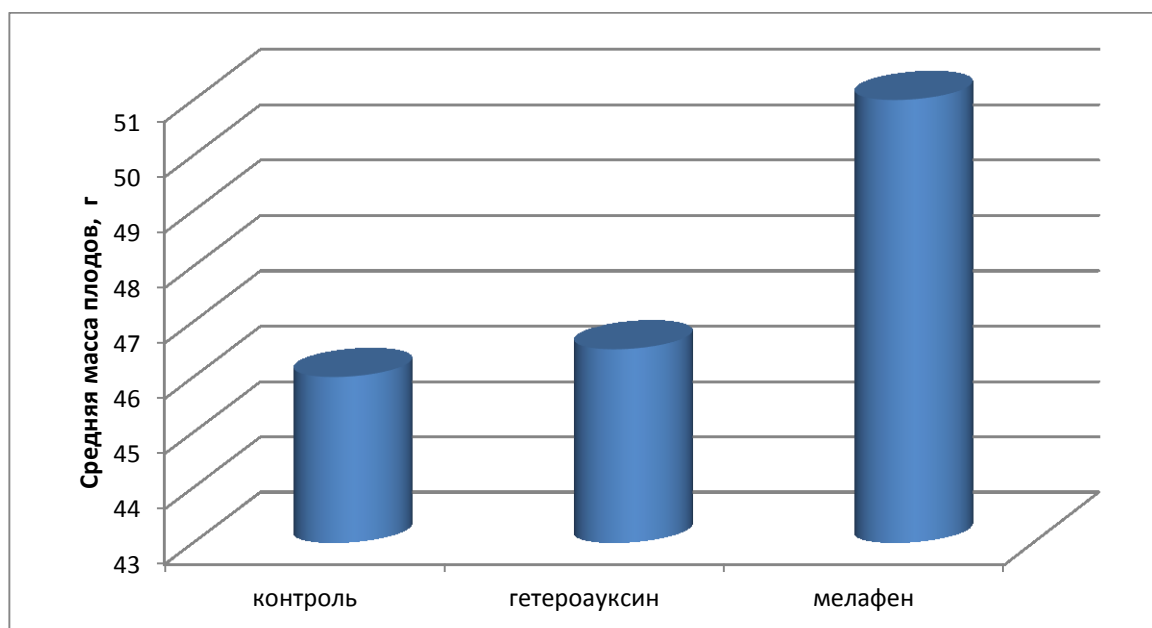
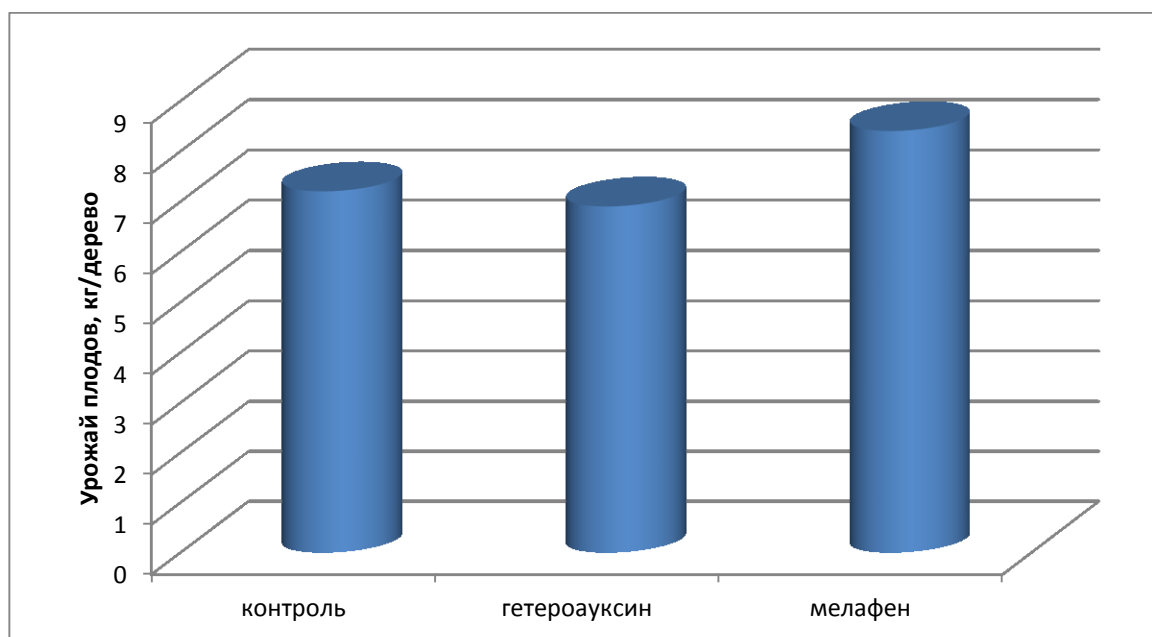


Рисунок 16– Влияние физиологически активных веществ на количество опавших плодов мандарина сорта Миагава-Васе через 60 (А) суток после обработки и во время сбора урожая (Б), 2016 г.



А



Б

Рисунок 17 – Влияние обработки* некоторыми препаратами на среднюю массу плодов (А) и урожай плодов** (Б) растений мандарина сорта Миагава-Васе (в среднем за 2016-2017 гг.)

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

** Сбор урожая плодов - октябрь

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. Примечательно, что данный эффект сохраняется и в ходе дальнейшего развития растений мандарина (см. рис.16). 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. рис. 17).

Вместе с тем механизмы действия регуляторов роста гетероауксина и мелафена на растения мандарина совершенно различны. В этом убеждают нас следующие результаты.

Мелафен, в отличие от гетероауксина, не оказывает заметного влияния на рост побегов. Однако под воздействием мелафена увеличиваются размеры листовых пластинок растений (таблица 6).

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 характеристик растений мандарина, связанных 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 сахарозы – главной транспортной формы углеводов [28]. Во-вторых, содержание моносахаридов (первичных продук-

тов 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 %.

Таблица 6 – Влияние мелафена на физиолого-биохимические показатели растений мандарина сорта Миагава-Васе (август-сентябрь, 2016 г.)

Вариант	Средняя пло- щадь*, листа, см ²	Содержание **в листьях					Содер- жание моноса- харидов в плодах, мг/г
		моно- саха- риды	сахаро- за	белки	АБК, мг/кг	АБК/ ИУК	
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
НСР ₀₅	2,1	0,8	1,3	0,7	-	-	

S x% $\cong$ 3-5

* Анализ проведен через 30 суток после обработки

** Анализ проведен через 60 суток после обработки

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 (рисунок 18) и, возможно, некоторому старению листьев в конце этого периода. Широкий спектр действия препарата обеспечивает возможность лучшего сохранения формирующихся плодов на дереве, увеличения их размеров (средней массы) и, в конечном счете, повышения хозяйственного урожая на 17% по сравнению с контрольными значениями.



А



Б



В

Рисунок 18 - Влияние стимуляторов роста на созревание плодов мандарина сорта Миагава-Васе: А- контроль; Б – гетероауксин; В - мелафен

Срок обработки - июль: размер формирующегося плода 3,0 см

Вместе с тем использование гетероауксина в указанные сроки, способствуя увеличению длины побегов, не сдерживает опадение развивающихся плодов мандарина и не оказывает положительного влияния на величину и качество хозяйственного урожая.

5.3 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 (рисунок 19). Так, этот показатель под влиянием мелафена уменьшается,

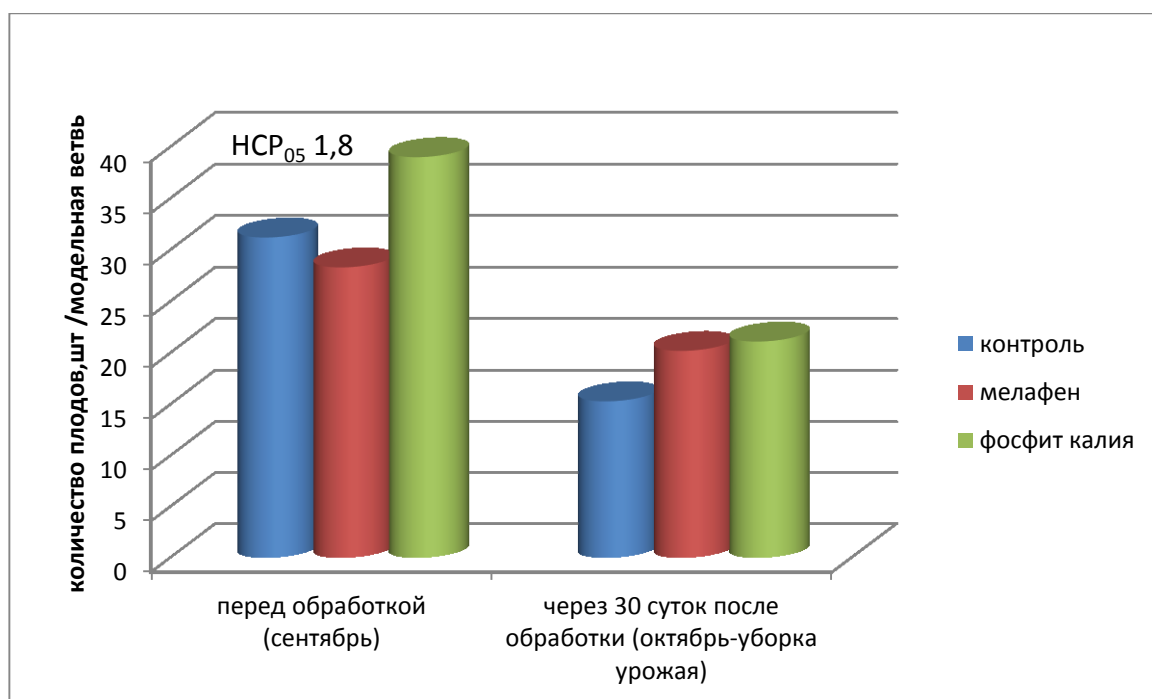


Рисунок 19 – Изменение количества плодов на деревьях мандарина сорта Миагава-Васе в течение месяца до уборки при использовании препаратов нового поколения (в среднем за 2016-2017 гг.)

по сравнению с контролем на 44 %, а под воздействием фосфита калия – на 10 %. Созревание плодов при использовании препаратов ускоряется на 3-5 дней (рисунок 20). Кроме того, зафиксировано положительное влияние испытуемых препаратов и на среднюю массу плодов (рисунок 21). 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 ограничивают возможность широкого использования в указанные сроки этого препарата несмотря на обеспечение столь исключительной прибавки урожая.

В пользу данного утверждения свидетельствуют следующие аргументы.

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 (рисунок 22).

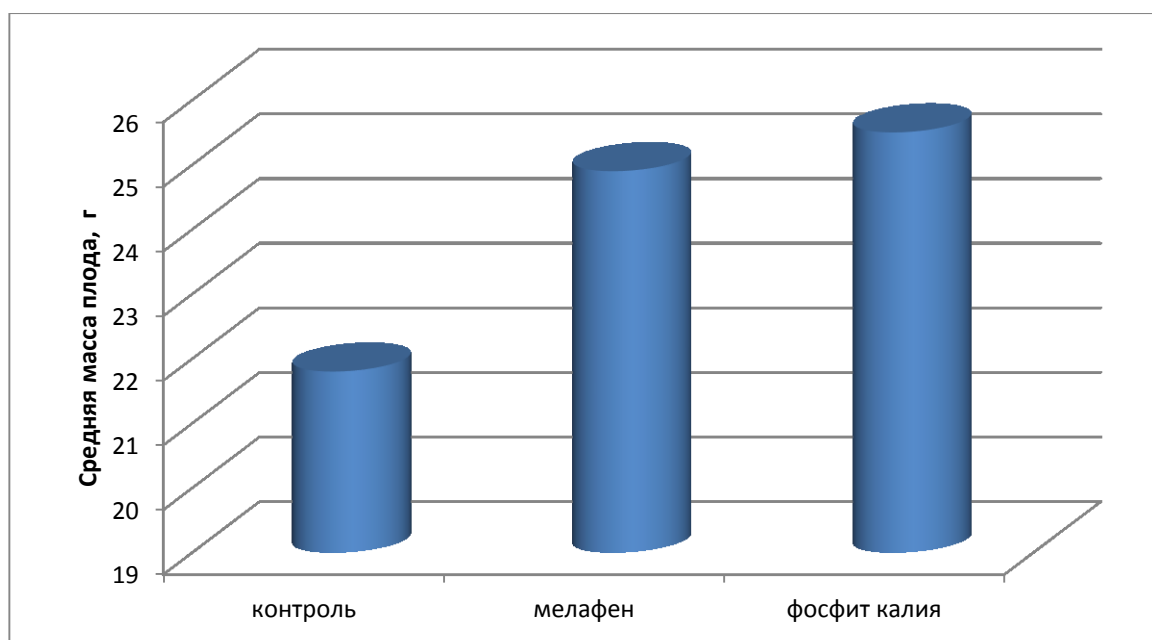


А

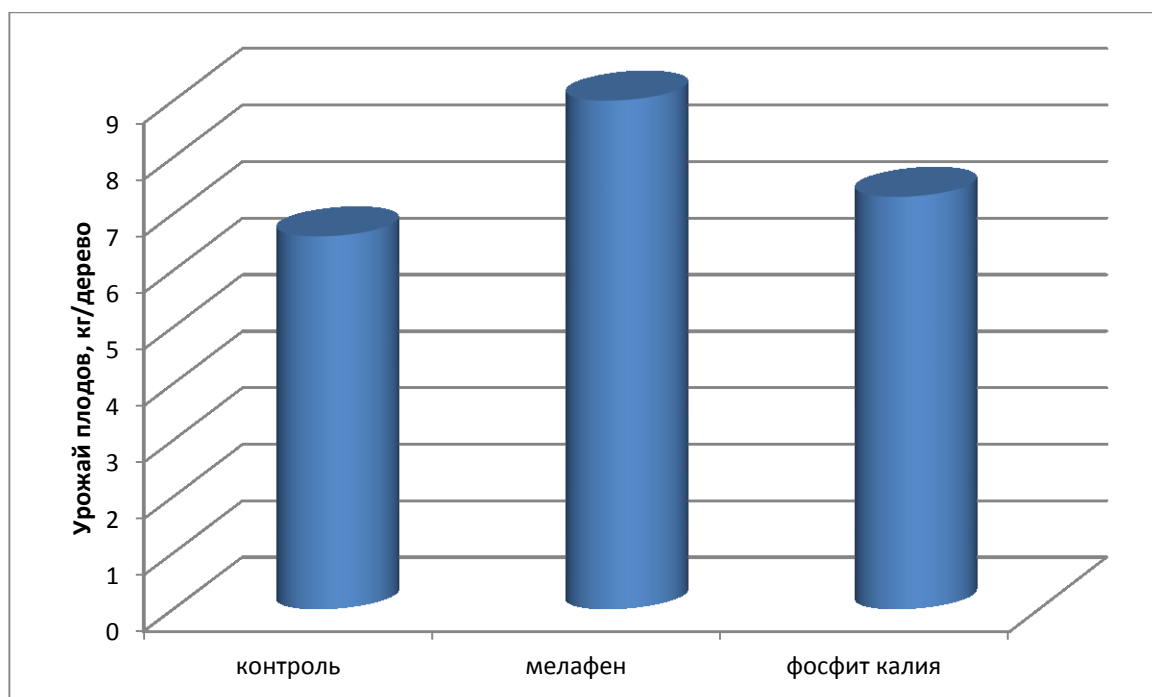


Б

Рисунок 19* – Влияние препаратов нового поколения на созревание плодов мандарина сорта Миагава-Васе при использовании за 30 суток до начала уборки, 2017 г. А- контроль; Б – фосфит калия



А



Б

Рисунок 20 – 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.)

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 размеров 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.

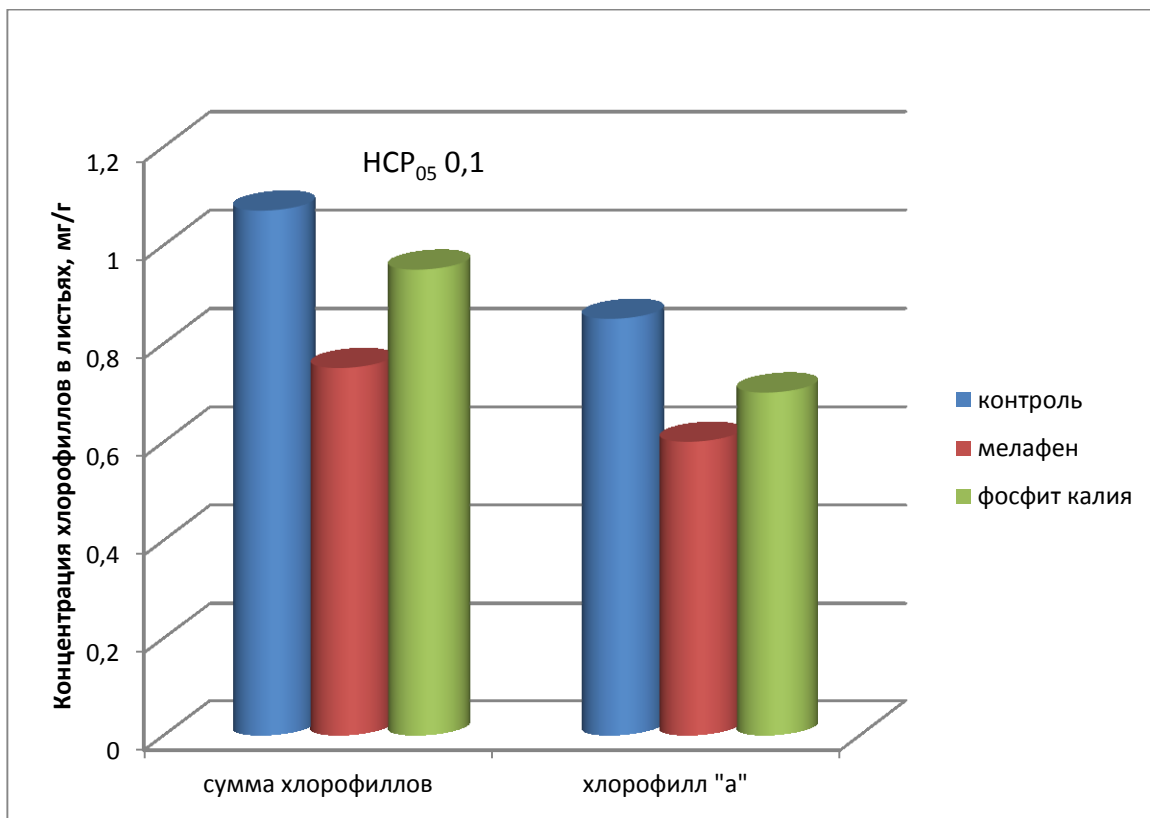


Рисунок 21– Влияние препаратов нового поколения, используемых в осенний период (сентябрь 2016 г.), на концентрацию хлорофиллов в листьях мандарина сорта Миагава-Васе (май 2017 г.)

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

5.4 Влияние регуляторов роста и удобрения нового поколения на формирование урожая плодов мандарина при их использовании в течение летне-осеннего периода

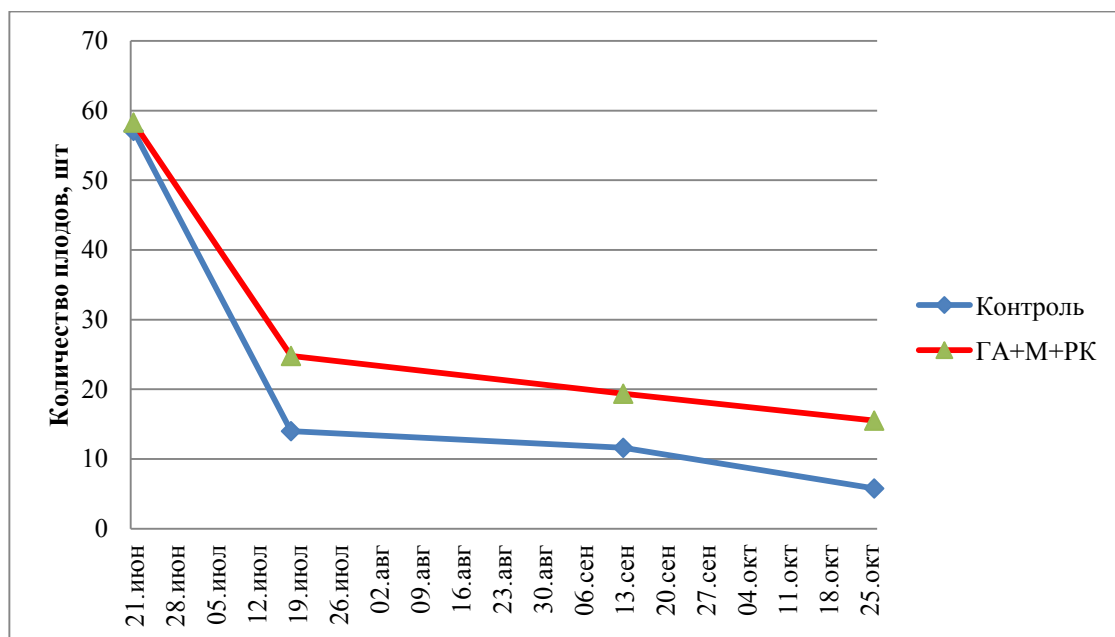
Исследования динамики опадения формирующихся плодов мандарина в летне-осенний период свидетельствуют о наличии в эти сроки двух явно выраженных волн его проявления.

В первой половине лета, менее чем за месяц, количество завязей на деревьях мандарина сорта Миагава-Васе уменьшилось более чем на 75 % (по сравнению с исходным количеством - числом завязей, достигших размера 1,5 см).

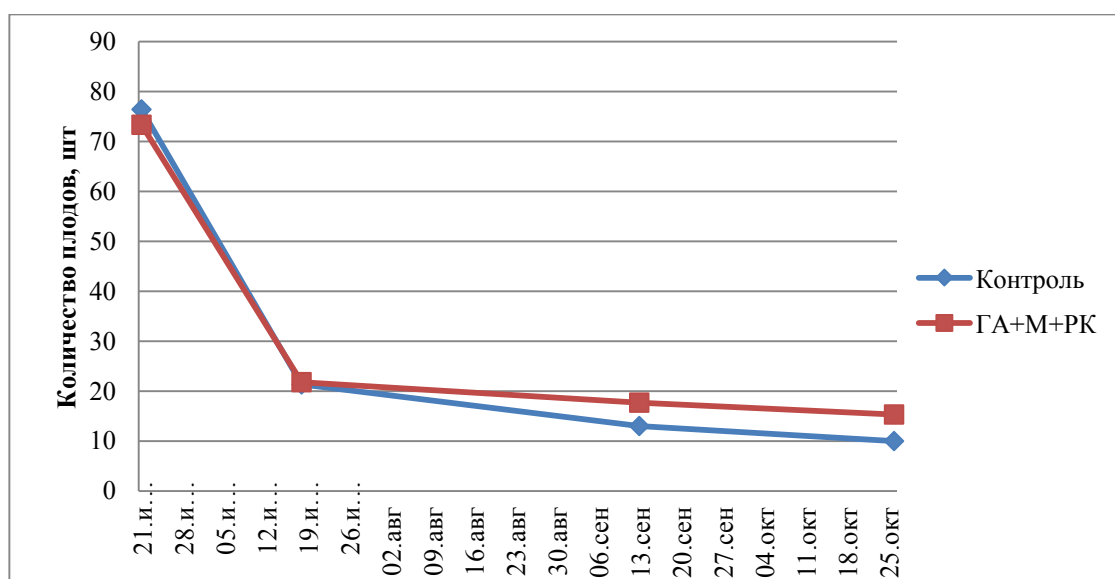
В течение второй половины летнего периода интенсивность опадения формирующихся плодов заметно снизилась. Однако в преддверии достижения ими съемной зрелости этот процесс вновь активизировался (предуборочное опадение).

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 (рисунок 22).

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 7).



А



Б

Рисунок 22 – Изменение количества плодов на деревьях мандарина в процессе их формирования в 2017 г., шт./модельная ветвь

А – сорт Миагава-Васе, Б – сорт Юбилейный

Таблица 7 – 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

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 8).

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 (гетероауксином, 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 % (см. рис. 22 и табл. 7). В то же время при выращивании мандарина сорта Миагава-Васе он достигает 72 %.

Таблица 8 – Изменение длины побегов растений мандарина двух помологических сортов в течение летне-осеннего периода при последовательном применении различных препаратов, см (2017 г.)

Вариант	Дата			
	21.06	18.07	13.09	26.10
Сорт Миагава-Васе				
Контроль	10,6	12,4	13,7	13,9
ГА+М+РК	8,5	10,3	11,7	14,9
НСР ₀₅	0,8	1,0	1,2	0,9
Сорт Юбилейный				
Контроль	11,4	12,6	12,6	12,6
ГА+М+РК	12,2	14,2	16,0	16,3
НСР ₀₅	1,1	0,7	1,3	1,2

Обработка препаратом:

гетероауксином – 21.06.17 г.

мелафеном – 18.07.17 г.

фосфитом калия – 13.09.17 г.

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.

Примечательно, что под влиянием совокупности применяемых препаратов изменяется биохимический состав плодов мандарина (таблица 9). Независимо от испытуемого 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.

Таблица 9 – Влияние трехкратной обработки деревьев мандарина регуляторами роста и удобрением «фосфит калия» на биохимический состав плодов (в среднем за 2017-2018 гг.)

Вариант	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Общий сахар, %	Титруемая кислотность, %	Сахарокислотный коэффициент, единицы
Сорт Миагава-Васе				
Контроль	94,22	16,15	4,66	3,47
Га+М+РК	58,43	16,47	4,53	3,64
НСР ₀₅	2,92	2,30	0,04	0,10
Сорт Юбилейный				
Контроль	89,50	16,15	4,49	3,60
ГА+М+РК	87,47	16,63	4,34	3,84
НСР ₀₅	1,51	0,35	0,03	0,19

В ходе эксперимента нам удалось выделить роль отдельных элементов из цепочки последовательных (трехкратных за сезон) обработок препаратами, в соответствующие, оптимальные для них сроки, в формировании биохимического состава плодов мандарина.

Установлено, например, что обработка деревьев гетероауксином в фазу «размер завязи 1,5 см» способствует существенному увеличению в созрев-

ших плодах (в сравнении с контрольными значениями) концентрации общего сахара и сахарокислотного коэффициента. При этом содержание в них аскорбиновой кислоты снижается на 6 % (таблица 10).

Таблица 10 – Влияние препаратов на биохимический состав плодов мандарина сорта Миагава-Васе при использовании в определенные фазы их роста и развития (2016 г.)

Вариант	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Общий сахар, %	Титруемая кислотность, %	Сахарокислотный коэффициент, единицы
Контроль	94,92±0,97	10,76±0,39	3,03±0,02	3,56±0,12
Гетероауксин (завязи 1,5 см)	89,12±1,34	11,68±0,11	2,35±0,02	4,98±0,05
Мелафен (плоды 3,0 см)	111,99±1,02	9,89±0,31	2,11±0,01	4,69±0,15
Фосфит калия (за 30 суток до сбора плодов)	77,97±3,05	11,73±0,08	2,77±0,04	4,23±0,04
НСР ₀₅	2,92	0,45	0,04	0,19

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.

Исходя из полученных данных, результирующий эффект корректировки показателей биохимического состава плодов при использовании в течение вегетации растений совокупности препаратов обеспечивается, главным обра-

зом, 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 (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние экзогенных препаратов на содержание регуляторов роста в зоне образования отдельного слоя при созревании плодов мандарина сорта Миагава-Васе (октябрь 2017 г.)

Вариант	ИУК	АБК	ИУК/АБК
	мг/кг		
Контроль	1,78	0,36	4,9
РК*	1,22	0,66	1,8
ГА+М+РК	1,52	0,14	10,8
$S \bar{x} \% \leq 5$			

Примечание *РК – фосфит калия при использовании за 30 суток до начала уборки плодов

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 отдельного слоя, связанной с необходимостью смещения

уборки плодов не более поздние сроки. Очевидно, эта весьма нежелательное явление для производителей фруктов.

Тем не менее для окончательного заключения о перспективности внедрения того или иного приема в производство необходима всесторонняя экономическая оценка целесообразности его применения.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВ МАНДАРИНА В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ

В современных условиях рыночной экономики большинство предприятий плодородческого комплекса работает на принципе самоокупаемости и самофинансирования. При этом цены на плоды устанавливаются на основе спроса и предложения. Поэтому критерием эффективности производства выступает прибыль, получаемая хозяйством с 1 га земли. В связи с этим основным направлением повышения эффективности садоводства должно быть не только увеличение валовой продукции, экономное использование производственных ресурсов, но и повышение качества плодов [34, 53, 54].

Применение препаратов нового поколения в различные фазы роста развития плодов может быть актуальным решением в повышении продуктивности растений мандарина в условиях влажных субтропиков России.

Для экономической оценки результатов использовались следующие показатели: урожайность с 1 га, т; стоимость валовой продукции; затраты на выращивание, себестоимость 1 тонны плодов; чистый доход (прибыль) и уровень рентабельности. Все экономические показатели рассчитаны в текущих ценах за 2017- 2018 гг.

Анализ экономических показателей дал возможность определить лучший препарат нового поколения и оптимальную фазу развития растений мандарина для обработки с целью снижения опадения формирующихся плодов и повышения хозяйственного урожая.

Исходя из полученных данных высокую эффективность в фазу «размер завязи 1,5 см» показала обработка растений мандарина гетероауксином, при которой уровень рентабельности превышал контроль на 4,5 %.

Однако максимальный экономический эффект был получен после обработки растений мандарина мелафеном в фазу «размер плода 3,0 см». В этом варианте уровень рентабельности составил 104,5 %, что на 18,9 % выше контрольных значений. При этом себестоимость продукции снизилась на 3,5 руб. Обработка растений гетероауксином в эту фазу приводит к снижению рентабельности по сравнению с контрольным вариантом (таблица 12).

Таблица 12 – Экономическая эффективность применения препаратов нового поколения в условиях влажных субтропиков в различные фазы развития плодов мандарина сорта Миагава-Васе в среднем за 2016-2017 гг., в расчете на 1 га

Показатель	Обработка растений мандарина при достижении плодами размера 3,0 см			Обработка растений мандарина за 30 суток до начала созревания		
	контроль	гетеро-ауксин	мелафен	контроль	мелафен	фосфит калия
Урожайность, т	21,6	20,1	25,2	18,3	24,6	20,4
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1728	1608	2016	1464	1968	1836
Производственные затраты, тыс. руб.	919,2	987,0	985,6	865,2	1020,9	948,8
Себестоимость, тыс. руб.	42,6	49,1	39,1	47,3	41,5	46,5
Чистый доход, тыс. руб.	808,8	621,0	1030,4	598,8	947,1	887,2
Уровень рентабельности, %	87,9	63,0	104,5	69,2	92,8	93,5

Применение препаратов мелафена и фосфита калия за 30 суток до начала созревания плодов оказывает положительное влияние на рост экономических показателей.

Однако на основании полученных данных в эту фазу следует использовать именно фосфит калия, который обеспечивает не только прибавку урожая, но и более раннее созревание плодов мандарина.

Проведенные исследования показали, что после 3-х кратной обработки растений мандарина в установленные сроки стимуляторами роста и 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 уступали контрольным значениям (таблица13).

Таблица13 – Экономическая эффективность применения препаратов нового поколения в различные фазы развития плодов мандарина в условиях влажных субтропиков в среднем за 2017-2018 гг., в расчете на 1 га

Показатель	Вариант	
	Контроль	Обработка растений в соответствующие фазы развития препаратами: гетероауксин +мелафен + фосфит калия
Сорт Миагава –Васе		
Урожайность, т	21,2	36,3
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1696	2904
Производственные затраты, тыс. руб.	911,2	1688,4
Себестоимость, тыс. руб.	42,9	46,5
Чистый доход, тыс. руб.	784,8	1215,6
Рентабельность, %	86,1	71,9
Сорт Юбилейный		
Урожайность, т	18,2	26,1
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1456	2088
Производственные затраты, тыс. руб.	862,9	1530,0
Себестоимость, тыс. руб.	47,4	58,6
Чистый доход, тыс. руб.	593,1	558,0
Рентабельность, %	68,7	36,5

Надо отметить, что прибавка урожая у изучаемых сортов мандарина была достаточно высокой. Однако это не способствовало снижению себестоимости продукции и повышению прибыли. Такая ситуация, прежде всего, связана с увеличением производственных затрат до 77-85 % в расчете на 1 га, в зависимости от сорта. Это обстоятельство привело к падению рентабельности выращивания плодов мандарина на 16,5% у сорта Миагава-Васе, и на 46,9 % у сорта Юбилейный.

Апробация лучших вариантов в производственном опыте (таблица 14) подтвердила высокую эффективность использования для обработки растений мандарина препарата «Мелафен». Уровень рентабельности в этом варианте составил 185 %, что в 3,9 раза выше, чем в контрольном варианте.

Таблица 14 – Экономическая эффективность применения препаратов нового поколения в насаждениях мандарина сорта Миагава-Васе в оптимальные сроки, 2018 г., в расчете на 1 га

Показатель	Контроль	Обработка растений при достижении плодами размера 1,5см гетеро-ауксином	Обработка растений при достижении плодами размера 3,0 см мелафеном	Обработка растений за 30 суток до начала созревания плодов фосфитом калия
Урожайность, т	15,0	20,1	47,4	33,0
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1200,0	1600	3792	2640
Производственные затраты, тыс. руб.	812,2	894,0	1330,4	1100,2
Себестоимость, тыс. руб.	54,1	44,4	28,1	33,3
Чистый доход, тыс. руб.	387,8	706,0	2461,6	1539,8
Уровень рентабельности, %	47,7	78,9	185,0	139,9

Таким образом, по результатам экономической оценки полученных данных в условиях влажных субтропиков России экономически целесообраз-

но в фазу «размер плода 3,0 см» применять препарат нового поколения «Мелафен» для снижения предуборочного опадения плодов и повышения хозяйственного урожая.

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 непереносимо 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 отдельного 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 отдельного 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».

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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абиляфазова Ю.С. Влияние микроэлементов на физиолого-биохимические процессы растений мандарина (*Citrus unshiu* Marc.): дис. ...к.б.н. – Краснодар, 2006. – 148 с.
2. Аль-Хуссейни, А. М. А. Снижение опадения завязей апельсина с помощью обработки ингибиторами этилена / Аль-Хуссейни, А. М. А. Научное обеспечение агропромышленного комплекса, 2016.-438-439.
3. Аль-Хуссейни, А. Возможность применения регуляторов роста растений при выращивании мандарина во влажных субтропиках / Аль-Хуссейни, А., Козленко, А., Рязанова, Л. Г., Онищенко, К. Научное обеспечение агропромышленного комплекса, 2017. – С. 666-667.
4. Агафонов Н.В., Фаустов В.В. Применение регуляторов роста в плодоводстве. - М: ВНИИТЭИСХ, 1972. – 64 с.
5. Агроэкология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, В.А. Алексахин, А.В. Голубев и др. - М.: КолосС, 2004. – 400 с.
6. Айба Л. Я. Новые перспективные сорта и формы цитрусовых для промышленного возделывания на Черноморском побережье Кавказа / Айба Л. Я. , Одабашян Ф.И., Фогель В.А. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. -Сочи: ВНИИСКиЦ, 2004. - Т. 39. -№ 2. -С. 413-418.
7. Барабаш И. П. Фитогормоны. Регуляторы роста (классификация, теория, практика) / И. П. Барабаш. – Ставрополь: СГАУ, 2009. – 384 с.
8. Барчукова А.Я. Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания озимой пшеницы //А.Я. Барчукова [и др.] // Тр. КубГАУ. Научный журнал, 2009. № 4(19). – С. 69-71.
9. Барский, Е. Л. Действие мелафена на рост и физиологические параметры фототрофных и гетеротрофных микроорганизмов / Барский, Е. Л., Савина А.С.- Вестн. Моск. ун-та. Сер. Биология, 2003. - С. 14-19.

10. Баславская С.С. Практикум по физиологии растений / Баславская С.С., Трубецкова О.М. – М.: МГУ, 1991. – 152 с.
11. Бородин А.В. Применение эффекта фотоиндуцированной изменчивости оптических свойств хлорофиллсодержащих тканей для диагностики функционального состояния растений / Бородин А.В., Будаговский А.В., Будаговская О.Н., Будаговский И.А., Судник Ю.А. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2008. - № 5. - С. 62-65
12. Будаговская О.Н. Новые оптические методы и приборы количественной оценки адаптивного потенциала садовых растений / Будаговская О.Н.//Плодоводство и ягодоводство России, 2011. - Т. 27. - ч. 1. – С. 74-79.
13. Будаговский А. Парадоксы оптических свойств зеленых клеток и их практическое применение / Будаговский А., Будаговская О., Будаговский И //Фотоника, 2010. - №6.– С. 22 – 28.
14. Вальков В.Ф. Почвы краснодарского края, и их использование и охрана / Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Трубилин И.Т., Котляров Н.С., Солинник Г.М.. – Ростов н/Д: Изв-во СКНЦ ВШ, 1995. -192 с.
15. Воронцов В.В. Методические указания по технологии выращивания карликового мандарина в субтропических районах Краснодарского края / Воронцов В.В., Лаврийчук И.И., Загайный С.А., Горшков В.М., Ложеницын ИЛ., Голетиани т.г, Ксенофонтова Д,В.. - Сочи, 1979. - 60 с.
16. Витковский В. Л. Плодовые растения мира / В. Л. Витковский. С. Петербург. - Москва. - Краснодар, 2003. - 17-59 с.
17. Глазырин В.А. Карликовые формы мандарина / Глазырин В.А. //Науч. Тр. НИИГСиЦ. – Сочи: НИИГСиЦ, 1969. – Вып. 18. – С. 129-136.
18. Горшков В.М. Последствия погодных стрессов периода вегетации 2006 г. и зимы 2006/2007 гг. для субтропической культуры в прибрежно-черноморской зоне / Горшков В.М., Рындин А.В., Долбня А.В. // ВСТИСП: сб. науч. работ. – 2008. – Т. 18. – С. 205-215.

19. Горшков В.М. Рост и плодоношение растений мандарина при применении препарата тур в субтропиках Краснодарского края: автореф. дисс. ...к.с.-х.н. – М., 1976. – 26 с.
20. Горшков В.М. Цитрусоводство субтропиков России : дисс. ... д-ра. с.-х. наук. – М., 1996. – 236 с.
21. Горшков В.М. Агрометеорологическое обоснование сроков укрытия цитрусовых культур в зоне влажных субтропиков Краснодарского края / Горшков В.М., Лугавцов Н.Н. // Субтропическое растениеводство на Черноморском побережье: науч. Тр. – Сочи: НИИГСиЦ, 1982. – Вып. 29. – С. 96-101.
22. Горшков В.М. Специфика природных условий и особенности цитрусовых в субтропиках России / Горшков В.М., Рындин А.В. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. Тр. – Сочи: ВНИИЧиСК, 2007. – Вып. 40. С. 211-216.
23. Горшков Г.М. Особенности роста и плодоношения мандаринов карликовых форм / Горшков Г.М. // Тез. Док. ВНИИЧиСК. – Махарадзе – Анасеули: -ВНИИЧиСК, 1977. – С. 16-18
24. Горшков В.М. Исторические аспекты и особенности производства цитрусовых в субтропиках России за 1903-2003 гг. / Горшков Г.М. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. - Сочи ВНИИЧиСК, 2004. - Т. 39. - № 2. - С. 388-403.
25. Гусева Е.И. Биологические особенности мандарина Уншиу/ Гусева Е.И. // Тр. По прикладной ботанике, генетике и селекции. _ М.,1955. – Вып. 1. – Т. 32. – С. 50-57.
26. Гудковский, В. Содержание этилена в листьях яблони в различные фазы роста и развития растений / Гудковский, В., Назаров, Ю., Кожина, Л. Балакирев /Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук, 2013. - Москва. - Ж-л" Доклады РАСХН". — С. 17-19.

27. Гутиев Г.Т. Субтропические плодовые растения / Гутиев Г.Т. - М.: Сельхозиздат, 1958. - 224 с.
28. Даффус К. Углеводный обмен растений / К. Даффус, ДЖ. Даффус. - М.: Агропромиздат, 1987. - 176 с.
29. Декадные агрометеорологические бюллетени по Краснодарскому краю. – Краевой центр по гидрометеорологии и мониторингу. – 2016-2018 гг.
30. Дорошенко Т.Н. Перспективы использования физиологически активных веществ для формирования урожая плодов цитрусовых культур / Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г., Аль-Хуссейни Акил Моххамед Абдула-Мир, Максимцов Д.В., Ненько Н.И., Белоус О.Г. // Труды КубГАУ, 2017. - Т.1(64). – С. 71–77.
31. Дорошенко Т.Н. Возможности применения новых препаратов для оптимизации генеративной деятельности плодовых растений / Дорошенко Т.Н., Чумаков С.С., Маджар Д.А // Инновационные технологии в современном садоводстве, 2014. - С.72-80
32. Дорошенко, Т.Н. Возможность нормирования плодоношения яблони / Т.Н. Дорошенко, С.С. Чумаков // Труды Кубанского ГАУ.-2010.- №1 (22). – С. 29-32.
33. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. - М.: Колос, 2012.- 416с.
34. Дуброва, П.Ф. Экономика и организация промышленного садоводства / П.Ф.Дуброва. - М.: Колос. - 1981.- 254 с.
35. Егорова Е.А. Методологические подходы к типизации природно-техногенных систем возделывания плодовых культур / Егорова Е.А. // Интенсивные технологии возделывания плодовых культур. – Краснодар, 2004. – Ч. I. – С.5-40.
36. Ермаков А.И. Методы биохимических исследований растений / Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Ярош Н.П. Луковникова Г.А.. - Л.: Колос, 1972. - 456 с.

37. Загиров Н.Г. Агроэкологические условия для развития субтропических плодов культур в Южном Дагестане / Загиров Н.Г., Аммайджиев Г.К., Казбеков Б.И. //Субтропическое садоводство России и основные направления его развития до 2010 г.: мат. науч-практ. конф. – Сочи,2004. – С. 51-54.
38. Игнатова Е.А. Энтомофауна редких субтропических культур Черноморского побережья России / Игнатова Е.А., Карпун Н.Н. // «Актуальные вопросы энтомологии»: матер. IV междунар. науч.-практ. интернет-конф., Ставрополь, 20 марта 2011 г. - Вып. 7. - Ставрополь: изд-во «Параграф», 2011. - С. 162-165.
39. Каталог цитрусовых культур. Коллекция ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии /сост. В.М. Горшков, В.А. Фогель, Р.В. Кулян; под редакцией А.В. Рындина. – Сочи: ГНУ ВНИЦиСК Россельхозакадемии, 2013. – 91с.: 76 ил.
40. Кашин, В.И. Влияние некоторых факторов на устойчивость садовых растений / В.И. Кашин // Плодоводство и ягодоводство России: Сб.науч.-практ. работ/ВСТИСП.-М., 1998. – Т. V. - С.3-19.
41. Козин В.К. Научные основы оценки почвенно-экологических условий под многолетними насаждениями в субтропиках России: автореф. Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Курск, 1993. – 51 с.
42. Козин В.К.Зонирование плодоводства в районе субтропиков России / Козин В.К., Рындин А.В. // Труды Кубанского государственного университета. – 2008. -№ 3 (12). – С. 138-141.
43. Котляров В.В. Применение физиологически активных веществ в агротехнологиях /В.В. Котляров, Ю.П. Федулов [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 169 с.
44. Куликов И.М. Научные основы импортозамещения как приоритетного направления современной аграрной науки / Куликов И.М., Борисова А.А., Тумаева Т.А. // Садоводство и виноградарство. – 2016.- № 1.- С. 6-11.

45. Куликов И. Н. Методика определения экономической эффективности от использования сельскохозяйственных технологий в питомниководстве и промышленном плодоводстве: практическое пособие [Электронный ресурс] / И. М. Куликов, Г. А. Полунин, А. А. Зимин и др. – М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2013. – 84 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54036.html>. — ЭБС «IPRbooks».
46. Кулян Р.В. Оценка сортимента цитрусовых во влажных субтропиках России и создание на его основе новых форм мандарина: дис канд. с.-х. наук. - Сочи, 2014. - 184 с.
47. Лепилов С.М. Рост и плодоношение столовых сортов винограда при применении хлорхолинхлорида: автореф. дис. ...к.с.-х.н. – Ялта, 1985.
48. Лихолат Т.В. Регуляторы роста древесных растений / Лихолат Т.В. М.: Лесная промышленность, 1983. - 240 с.
49. Малюкова Л. С. Зональные типы почв влажных субтропиков Черноморского побережья России / Малюкова Л. С., Козлова Н. В. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. Тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. – Вып. 56. – 146-156.
50. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия бурых лесных почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в России / Малюкова Л.С.. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014 (а). – 343 с.
51. Мелафен: механизм действия и области применения / Под ред. С.Г. Фаттахов, В.В. Кузнецов, Н.В. Загоскина.- Казань: Печать-Сервис XXI век, 2014. – 408 с.
52. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству.- Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2010. – 300 с.
53. Методические рекомендации по экономической оценке результатов агротехнических исследований в садоводстве и плодовом питомниководстве // Под ред. А.Н.Шестопаля. – Киев. 1985. – 65 с.

54. Методические рекомендации по определению эффективности сельскохозяйственного производства. – М.: ВНИЭСХ, 1995. – С.10-14.
55. Михайлюк В. И. Ускорение начала плодоношения и повышение продуктивности груши в интенсивных насаждениях в связи с применением препарата ТУР: автореф. дис. ...к.с.-х.н. – М.,1979.- 18 с.
56. Моисейченко, В. Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве / В.Ф. Моисейченко, А.Х. Заверюха, М.Ф. Трифонова.- М.: Колос, 1994.- 383 с.
57. Мосияш А.С. Фенология субтропических культур в зависимости от погодных условий в Сочи / Мосияш А.С. // Сб. науч. раб. – Сочи: СОС-СиЮПК, 1963. – Вып. 17 – С. 98-120.
58. Мосияш А.С. Агроклиматическая характеристика Большого Сочи / Мосияш А.С., Луговцов А.М.. - Ростов -на- Дону, 1967. – 165 с.
59. Мосияш А.С. Агроклиматическая характеристика субтропических районов Краснодарского края / Мосияш А.С. // Доклады Сочинского отд. Географ. общ-ва СССР. – Л., 1971. – Вып. 2. _С. 80-94.
60. Маршания И.И. Удобрения цитрусовых культур / Маршания И.И. - Сухуми, 1970. - С. 102-268.
61. Плодоводство / В.А. Колесников.- М.: Колос, 1979. – 415 с.
62. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ Е.Н. Седов (ред.). – Орел: изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
63. Притупа З.В. Методические рекомендации по внекорневой подкормке микроэлементами полновозрастных насаждений карликового мандарина сорта Миагава-Васе / Притупа З.В., Абилюфазова Ю.с. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. - Сочи: ВНИИЦиСк. 2013. - Вью. 48. - С. 280-288.
64. Прусакова Л.Д. Регуляторы роста и развитие растений // Л.Д. Прусакова. –материалы 2 Всерос. конф. – Киев: Наукова Дума, 1989. – С.90-97.
65. Раджабов А.К. Субтропическое садоводство / Раджабов А.К., Рындин

А.В., Келина А.В. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 219 с.

66. Рындин А.В. Научное обеспечение субтропического и южного садоводства в Краснодарском крае / Рындин А.В. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007 (в). - №3 (7). – С. 88-91.
67. Рындин А.В. Пути повышения ресурсосбережения экологической безопасности в интенсивном земледелии субтропической зоны России / Рындин А.В. // Биоресурсы, биотехнологии, экологически безопасное развитие регионов Юга России: мат. межд. конф. Сочи-Астрахань, 3-5 октября 2007 г. – Изд. Дом «Астраханский университет», 2007 (а). – С. 3-7.
68. Рындин А.В. Экстремальность субтропических зим в России / Рындин А.В., Горшков В.М. // Садоводство и виноградарство. – 2008. – № 4. – С.2-4.
69. Рындин А.В. Оценка агроклиматических ресурсов горных районов субтропиков России / Рындин А.В., Козин В.К. // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2008. – № 4 (13). С. 97-101.
70. Рындин А.В. Адаптивное садоводство влажных субтропиков России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. - Краснодар, 2009. – 46 с.
71. Рындин А.В. Водный термический режим субтропиков России / Рындин А.В. // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 3. – С. 14-18.
72. Рындин А.В. Земельные ресурсы зоны влажных субтропиков России и их использование / Рындин А.В. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2009. Вып.42 Т.Ц – С. 15-24.
73. Рындин А.В. Цитрусовые во влажных субтропиках России / Рындин А.В., Мохно В.С. // Субтропические культуры – 2010. – № 1-4 (261-264). – С. 227-230.
74. Рындин А.В. Перспективы развития субтропического садоводства на юге России / Рындин А.В. // Плодоводство и ягодоводство России. –

2011. – Т. 27. – С. 187-197.

75. Рындин А.В. Агроклиматические условия формирования урожая citrusовых в зоне влажных субтропиков / Рындин А.В., Горшков В.М. // Садоводство и виноградарство. – 2012. № 6. – С. 31-34.
76. Рындин А.В. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России / Рындин А.В., Белоус О.Г., Маляровская В.И., Притула З.В., Абильфазова Ю.С., Кожевникова А.М. //Сельскохозяйственная биология, 2014. - №3. - С. 40-4
77. Рындин А.В. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России / Рындин А.В., Белоус О.Г., Маляровская В.И., Притула З.В., Абильфазова Ю.С., Кожевникова А.М. //Сельскохозяйственная биология, 2014. - №3. - С. 40-48.
78. Рындин А.В. Международный год почв: события, проблемы и пути их решения / Рындин А.В., Малюкова Л.С. // Субтропическое и декоративное садоводство : сб. науч. Тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2015. – Вып. 55. – С. 9-19.
79. Рындин А.В. Агроэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России / Рындин А.В. – Сочи: Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, 2016 – 260 с.
80. Рындин А.В. Любительское citrusоводство / А.В. Рындин, В.М. горшков, Р.В. Кулян [и др.]. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2016. – 130 с.
81. 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.
82. Сапиев А.М. Субтропическое садоводство России /А.М. Сапиев,Ю В.В. Воронцов, В.В. Кобляков. – М.: ИК «Родина», ж-л «Аграрная наука», 1997. – 184 с.
83. Седов Е.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова. - Орел.- Изд.:ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
84. Селянинов Г.Т. Краткий обзор научных работ Сочинской сельскохозяйственной опытной станции и её достижения/ Селянинов Г.Т. – Ростов на Дону., 1924. – 11 с.
85. Селянинов Г.Т. Перспективы субтропического хозяйства в СССР в связи с природными условиями / Селянинов Г.Т. Л: Гидрометеиздат, 1961. – С.195.
86. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края. Краснодар. – Краснодар: ФГБНУ СКНИИСиВ, 2015. - 241 с.
87. Складчиков Л. Я. Целебные свойства пищевых растений / Складчиков Л. Я.. - М.: Россельхозиздат, 1975. - С. 272.
88. Татаришвили А.Н. Особенности роста плодоносящих гибридов мандарина Уншиу F₂ / Татаришвили А.Н. // Тр. Батум. бот. сада. - Тбилиси: Мецниереба, 1981. - Т 27. - С.143-148.
89. Чумаков С.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.
90. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культу / О.А. Шаповал [и др.]. – М.: Изд-во ВНИИА, 2015. – 348 с.
91. Шеуджен А.Х. Агрохимические средства оптимизации минераль-

ного питания растений и экономическая оценка эффективности их применения / А.Х. Шеуджен [и др.]. – Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2017. – 123 с.

92. Якушкина, Н. И. Физиология растений / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко.- М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 463 с.
93. Addicott F. Abscission. Berkeley / F. Addicott // EditorUniversity of California Press, 1982.
94. Addicott F. Hormonal controls of abscission: biochemical and ultrastructural aspects / F. Addicott, S. Wiatr // Plant growth regulationSpringer, 1977. – С. 249-257.
95. Agustí M. Response of 'Clausellina' Satsuma mandarin to 3, 5, 6-trichloro-2-pyridiloxyacetic acid and fruitlet abscission / M. Agustí, M. Juan, V. Almela // Plant Growth Regulation. – 2007. – Т. 53, № 2. – С. 129-135.
96. Albrigo L. G. Foliar uptake of n-p-k sources and urea biuret tolerance in citrus / L. G. Albrigo // –International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, 2002. – С. 627-633.
97. Albrigo L. G. Effect of Plant Growth Regulators and Fungicides on Huanglongbing-related Preharvest Fruit Drop of Citrus / L. G. Albrigo, E. W. Stover // HortTechnology. – 2015. – Т. 25, № 6. – С. 785-790.
98. Alloway B. J. Zinc in soils and crop nutrition Book Zinc in soils and crop nutrition / B. J. Alloway // EditorInternational Zinc Association Brussels, 2004.
99. Amarante C. V. T. d. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples / C. V. T. d. Amarante, A. Simioni, C. A. Megguer, L. E. B. Blum // Revista Brasileira de Fruticultura. – 2002. – Т. 24. – С. 661-664.
100. Bain, J. M. Morphological, anatomical, and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange *Citrus sinensis* (L) Osbeck / J. M. Bain // Australian Journal of Botany. – 1958. – Т. 6, № 1. – С. 1-23.

101. Bangerth F. Abscission and thinning of young fruit and thier regulation by plant hormones and bioregulators / F . Bangerth // Plant Growth Regulation. – 2000. – T. 31, № 1. – C. 43-59.
102. Barry C. S. The regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase gene expression during the transition from system-1 to system-2 ethylene synthesis in tomato / C. S. Barry , M. I. Llop-Tous, D. Grierson // Plant Physiology. – 2000. – T. 123, № 3. – C. 979-986.
103. Boman B. J. Post bloom and summer foliar K effects on grapefruit size / B. J. Boman, J. W. Hebb // Proceedings-Florida State Horticultural Society. – T. 111 –Florida State horticultural society, 1998. – C. 128-134.
104. Bregoli, A. M. Peach (*Prunus persica*) fruit ripening: aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness / A. M. Bregoli, S. Scaramagli, G. Costa, E. Sabatini, V. Ziosi, S. Biondi, P. Torrigiani // Physiologia Plantarum. – 2002. – T. 114, № 3. – C. 472-481.
105. Brown K. M. Ethylene and abscission / K. M. Brown // Physiologia Plantarum. – 1997. – T. 100, № 3. – C. 567-576.
106. Brown P. H. Seasonal variations in fig (*Ficus carica* L.) leaf nutrient concentrations / P. H. Brown // HortScience. – 1994. – T. 29, № 8. – C. 871-873.
107. Cole P. Salinity and climatic effects on the yields of citrus / P .Cole , P. McCloud // Australian Journal of Experimental Agriculture. – 1985. – T. 25, № 3. – C. 711-717.
108. Cooper, W. Control of abscission in agricultural crops and its physiological basis / W. Cooper, G. Rasmussen, B. Rogers, P. Reece, W. Henry // Plant physiology. – 1968. – T. 43, № 9 Pt B. – C. 1560.
109. Davies F. Environmental constraints on growth, development and physiology of citrus / F. Davies, L. Albrigo // Wallingford: CAB International. – 1994. – C. 52-82.

110. Davies, F. S. Citrus / F. S. Davies, L. G. Albrigo // –Wallingford : Cab International, 1994. – 254 c.
111. Dhillon, B. Bio-regulation of developmental processes and subsequent handling of Kinnow mandarin / B. Dhillon // V International Symposium on Growth Regulators in Fruit Production 179 –, 1985. – C. 251-256.
112. El-Otmani, M. Plant growth regulators in citriculture: world current uses / M. El-Otmani, Jr C. W. Coggins, M. Agustí, C. J. Lovatt // Critical reviews in plant sciences. – 2000. – T. 19, № 5. – C. 395-447.
113. Garcia-luis, A. Dry matter accumulation in citrus fruit is not limited by transport capacity of the pedicel / A. GARCIA-LUIS, M. Oliveira, Y. Bordon, D. Siqueira, S. Tominaga, J. Guardiola // Annals of Botany. – 2002. – T. 90, № 6. – C. 755-764.
114. Garcia-Papi M. Endogenous plant growth substances content in young fruits of seeded and seedless Clementine mandarin as related to fruit set and development / M. Garcia-Papi , J.-L. Garcia-Martinez // Scientia horticulturae. – 1984. – T. 22, № 3. – C. 265-274.
115. Gomez-Cadenas A. Leaf abscission induced by ethylene in water-stressed intact seedlings of Cleopatra mandarin requires previous abscisic acid accumulation in roots / A. Gomez-Cadenas, F. R. Tadeo, M. Talon, E. Primo-Millo // Plant Physiology. – 1996. – T. 112, № 1. – C. 401-408.
116. Gómez-Cadenas, A. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus / A. Gómez-Cadenas, J. Mehouchi, F. R. Tadeo, E. Primo-Millo, M. Talon // Planta. – 2000. – T. 210, № 4. – C. 636-643.
117. Goren, R. Anatomical, Physiological, and Hormonal Aspects of Abscission in Citrus / R. Goren. –New York : Horticultural Reviews John Wiley & Sons, Inc., 2010. – C. 145-182.
118. Guardiola J. The effect of synthetic auxins on fruit growth and anatomical development in ‘Satsuma’ mandarin / J. Guardiola, E. Lázaro // Scientia Horticulturae. – 1987. – T. 31, № 1-2. – C. 119-130.

119. Guardiola J. L. Competition and fruit set in the Washington navel orange / J. L. Guardiola, F. García-Marí, M. Agustí // *Physiologia Plantarum*. – 1984. – T. 62, № 3. – C. 297-302.
120. Ibrahim, M. Phenological behaviour and effect of different chemicals on pre-harvest fruit drop of sweet orange cv. 'Salustiana' / M. Ibrahim, N.A. Abbasi, Hafeez-Ur-Rahman, A. Hussain, I.A. Hafiz // *Pakistan journal of botany*. - 2011 (43), P. 453
121. Iglesias D. J. Physiology of citrus fruiting / D. J. Iglesias, M. Cercós, J. M. Colmenero-Flores, M. A. Naranjo, G. Ríos, E. Carrera, O. Ruiz-Rivero, I. Lliso, R. Morillon, F. R. Tadeo // *Brazilian Journal of Plant Physiology*. – 2007. – T. 19, № 4. – C. 333-362.
122. Iglesias D. J. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees / D. J. Iglesias, F. R. Tadeo, E. Primo-Millo, M. Talon // *Tree Physiology*. – 2003. – T. 23, № 3. – C. 199-204.
123. Iglesias, D. J. Carbohydrate and ethylene levels related to fruitlet drop through abscission zone A in citrus / D. J. Iglesias, F. R. Tadeo, E. Primo-Millo, M. Talon // *Trees*. – 2006. – T. 20, № 3. – C. 348-355.
124. Ilyas A. Effect of micronutrients (zn, cu and b) on photosynthetic and fruit yield attributes of citrus reticulata blanco var. kinnow / A. Ilyas, M. Y. Ashraf, M. Hussain, M. Ashraf, R. Ahmed, A. E. Kamal // *Pak. J. Bot.* – 2015. – T. 47, № 4. – C. 1241-1247.
125. John-Karuppiah K.-J. Expression of ethylene biosynthesis and signaling genes during differential abscission responses of sweet orange leaves and mature fruit / K.-J. John-Karuppiah, J. K. Burns // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. – 2010. – T. 135, № 5. – C. 456-464.
126. Franco J.C., Suma P., da Silva E.B., Blumberg D., Mendel Z. Management strategies of mealybug pests of citrus in Mediterranean countries // *Phytoparasitica*. - 2004. - Vol. 32. - P. 507.
127. Kannan S. Physiology of foliar uptake of inorganic nutrients / S. Kannan // *Proceedings: Plant Sciences*. – 1986. – T. 96, № 6. – C. 457-470.

128. Katyal J. Role of micronutrients in ensuring optimum use of macronutrients / J. Katyal , S. Datta // IFA International Symposium on Micronutrients, New Delhi, India –, 2004. – C. 3-17.
129. Khan A. Combined Application of Boron and Zinc Influence the Leaf Mineral Status, Growth, Productivity and Fruit Quality of ‘Kinnow’ Mandarin (*Citrus nobilis* Lour× *Citrus deliciosa* Tenora) / A. Khan, M. Nasir, A. Malik, S. Basra, M. Jaskani // Journal of Plant Nutrition. – 2015. – T. 38, № 6. – C. 821-838.
130. Khan A. S. Foliar application of low-biuret urea and fruit canopy position in the tree influence the leaf nitrogen status and physico-chemical characteristics of Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) / A. S. Khan, A. Malik, M. Pervez, B. Saleem, I. Rajwana, T. Shaheen, R. Anwar // Pak. J. Bot. – 2009. – T. 41, № 1. – C. 73-85.
131. Kojima K. Changes of abscisic acid, indole-3-acetic acid and gibberellin-like substances in the flowers and developing fruitlets of citrus cultivar ‘Hyuganatsu’ / K. Kojima // Scientia horticulturae. – 1996. – T. 65, № 4. – C. 263-272.
132. Kuang J.-F. Carbohydrate Stress Affecting Fruitlet Abscission and Expression of Genes Related to Auxin Signal Transduction Pathway in Litchi / J.-F. Kuang , J.-Y. Wu, H.-Y. Zhong, C.-Q. Li, J.-Y. Chen, W.-J. Lu, J.-G. Li // International Journal of Molecular Sciences. – 2012. – T. 13, № 12. – C. 16084-16103.
133. Ladanyia, M. Citrus fruit: biology, technology and evaluation / M. Ladanyia, M. Ladaniya //. –Sab Diego: Academic press, 2010. –558c.
134. Liu K. Inward potassium channel in guard cells as a target for polyamine regulation of stomatal movements / K. Liu, H. Fu, Q. Bei, S. Luan // Plant Physiology. – 2000. – T. 124, № 3. – C. 1315-1326.
135. Marschner H. 8 - Functions of Mineral Nutrients: Macronutrients / H. Marschner // Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition). – London: Academic Press, 1995. – C. 229-312.

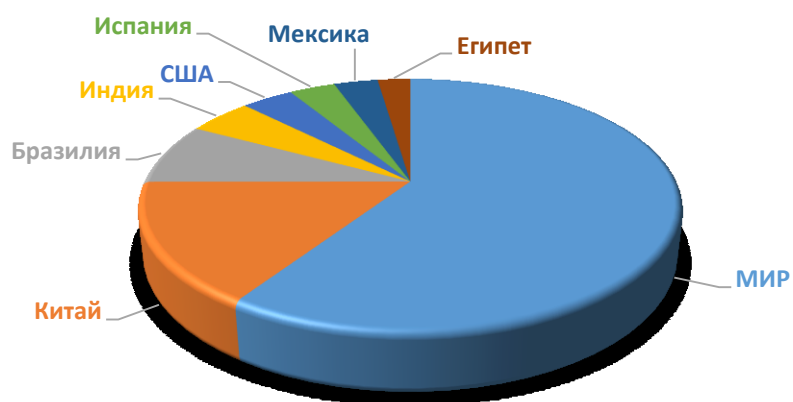
136. Mehouachi J. The role of leaves in citrus fruitlet abscission: effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content / J. Mehouachi , D. Iglesias, F.Tadeo, M . AgustiÂ, E . Primo-Millo, M . Talon // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. – 2000. – T. 75, № 1. – C. 79-85.
137. Mehouachi, J. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of Citrus unshiu / J. Mehouachi, D. Serna, S. Zaragoza, M. Agusti, M.Talon, E. Primo-Millo // Plant Science. – 1995. – T. 107, № 2. – C. 189-197.
138. Meleigy S. A. Biosynthesis of gibberellic acid from milk permeate in repeated batch operation by a mutant *Fusarium moniliforme* cells immobilized on loofa sponge / S. A. Meleigy, M. A. Khalaf // Bioresource technology. – 2009. – T. 100, № 1. – C. 374-379.
139. Mesejo C. ascular tissues development of citrus fruit peduncle is promoted by synthetic auxins / C. Mesejo, A. Martínez-Fuentes, M. Juan, V. Almela, M. V. Agustí // Plant growth regulation. – 2003. – T. 39, № 2. – C. 131-135.
140. Mesejo C. Synthetic auxin 3, 5, 6-TPA provokes citrus clementina (Hort. ex Tan) fruitlet abscission by reducing photosynthate availability / C. Mesejo , S. Rosito, C. Reig, A. Martínez-Fuentes, M. Agustí // Journal of plant growth regulation. – 2012. – T. 31, № 2. – C. 186-194.
141. Miyake Y., Yamamoto K, Moriritsu Y., Osawa T Characteristic of antioxidative :flavonoid glycosides in lemon fruit // Food and Feed Chemistry. -1998. -Vol.4. -N~ 1. -P. 48-53.
142. Mousavi S. R. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.) / S. R. Mousavi , M. Galavi, G. Ahmadvand // Asian Journal of Plant Sciences. – 2007.
143. Okuda, H. An increase in citrus fruit (Kiyomi tangor) abscission induced by ABA is accompanied by an IAA increase in the abscission zone and ethylene production / H. Okuda // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. – 1999. – T. 74, № 4. – C. 422-425.

144. Ortiz, J. M. Botany: taxonomy, morphology and physiology of fruits, leaves and flowers / J. M. Ortiz // *Citrus: The Genus Citrus* – 2002. – C. 114-147.
145. Peres N. Lifestyles of *Colletotrichum acutatum* / N. Peres, L. Timmer, J. Adaskaveg, J. Correll // *Plant Disease*. – 2005. – T. 89, № 8. – C. 784-796.
146. Peterson J.J., Dwyer J.T, Beecher G.R., Bhagwat S.A., Gebhardt S.E., Haytowitz D.B., Holden J.H. Flavanones in oranges, tangerines (mandarins), tangors, and tangelos: a compilation and review of the data from the analytical literature // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2006. – № 19. – P. 66-73.
147. Pozo, L. V. Endogenous hormonal status in citrus flowers and fruitlets: relationship with postbloom fruit drop / L. V. Pozo // *Scientia Horticulturae*. – 2001. – T. 91, № 3–4. – C. 251-260.
148. Rasmussen, G. K. Cellulase activity, endogenous abscisic acid, and ethylene in four citrus cultivars during maturation / G. K. Rasmussen // *Plant physiology*. – 1975. – T. 56, № 6. – C. 765-767.
149. Rivas, F. Girdling effects on fruit set and quantum yield efficiency of PSII in two Citrus cultivars / F. Rivas, A. Gravina, M. Agustí // *Tree physiology*. – 2007. – T. 27, № 4. – C. 527-535.
150. Ruiz, R. Carbohydrate and mineral nutrition of orange fruitlets in relation to growth and abscission / R. Ruiz, J. Guardiola // *Physiologia Plantarum*. – 1994. – T. 90, № 1. – C. 27-36.
151. Rungruchkanont, K. Endogenous auxin regulates the sensitivity of Dendrobium (cv. Miss Teen) flower pedicel abscission to ethylene / K. Rungruchkanont, S. Ketsa, O. Chatchawankanphanich, W. G. van Doorn // *Functional plant biology*. – 2007. – T. 34, № 10. – C. 885-894.
152. Saglam N. The effects of different plant growth regulators and foliar fertilizers on yield and quality of crisp lettuce, spinach and pole bean / N. Saglam, N. Gebologlu, E. Yilmaz, A. Brohi // *II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes* 579 –, 2000. – C. 619-623.

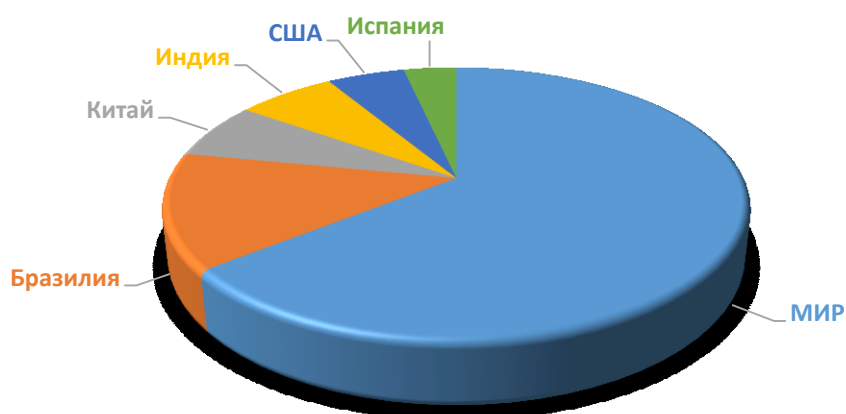
153. Sanz A. Guardiola J. Changes in carbohydrates and mineral elements in Citrus leaves during flowering and fruit set / A. Sanz , C. Monerri, J. González-Ferrer, // *Physiologia plantarum*. – 1987. – T. 69, № 1. – C. 93-98.
154. Spiegel-Roy, P. The biology of citrus / P. Spiegel-Roy, E. E. Goldschmidt . –New York : Cambridge University Press, 1996. – 230 c.
155. Srivastava A. K. Advances in Citrus Nutrition. / A. K. Srivastava //: Springer Science & Business Media, 2012.
156. Storey R. Nutrient uptake into navel oranges during fruit development / R. Storey, M. Treeby // *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. – 2002. – T. 77, № 1. – C. 91-99.
157. Syvertsen, J. Fruit load and canopy shading affect leaf characteristics and net gas exchange of ‘Spring’ navel orange trees / J. Syvertsen, C. Goñi, A. Otero // *Tree physiology*. – 2003. – T. 23, № 13. – C. 899-906.
158. Tacken E. Ethylene regulates apple (*Malus x domestica*) fruit softening through a dose x time-dependent mechanism and through differential sensitivities and dependencies of cell wall-modifying genes//*Plant Cell Physiology*, 2014. – V. 55(5). – P.1005–1016. (doi.org/10.1093/pcp/pcu034)
159. Taiz, L. Fisiologia vegetal / L. Taiz, E. Zeiger . –Sunderland: Universitat Jaume I, 2006. –432c.
160. Taylor J. E. Signals in abscission / J. E . Taylor, C. A . Whitelaw // *New Phytologist*. – 2001. – T. 151, № 2. – C. 323-340.
161. Tiwari K. Diagnosing potassium deficiency and maximizing fruit crop productivity / K. Tiwari // *Bett Crops*. – 2005. – T. 89, № 4. – C. 29-31.
162. Veberic R. Influence of the foliar application of phosphorus and potassium on the photosynthetic intensity in apple trees (*Malus domestica* Borkh.) / R. Veberic, F. Stampar, D. Vodnik // *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants* 594 –, 2001. – C. 165-170.
163. Villalobos-Acuña M. G. Preharvest Application of 1-Methylcyclopropene Influences Fruit Drop and Storage Potential of ‘Bartlett’ Pears / M. G.

- Villalobos-Acuña, W. V. Biasi, S. Flores, E. J. Mitcham, R. B. Elkins, N. H. Willits // HortScience. – 2010. – T. 45, № 4. – C. 610-616.
164. Yang, S. F., Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants / S. F. Yang, N. E. Hoffman // Annual review of plant physiology. – 1984. – T. 35, № 1. – C. 155-189.
165. Yuan R. Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of ‘Golden Supreme’ and ‘Golden Delicious’ apples / R. Yuan, D. H. Carbaugh // HortScience. – 2007. – T. 42, № 1. – C. 101-105.
166. Yu, Y. B. Auxin-induced ethylene production and its inhibition by aminoethoxyvinylglycine and cobalt ion / Y.B.Yu, S. F. Yang // Plant Physiology. – 1979. – T. 64, № 6. – C. 1074-1077.
167. Zekri M. Plant Nutrients for Citrus Trees / M. Zekri , T. A. Obreza // University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, EDIS. – 2003.
168. Zhu, H. Aminoethoxyvinylglycine Inhibits Fruit Abscission Induced by Naphthaleneacetic Acid and Associated Relationships with Expression of Genes for Ethylene Biosynthesis, Perception, and Cell Wall Degradation in ‘Delicious’ Apples / H. Zhu, E. P. Beers, R. Yuan // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2008. – T. 133, № 6. – C. 727-734.
169. Zur, A. Reducing preharvest drop of ‘Temple’ orange fruits by 2, 4-D—role of cellulase in the calyx abscission zone / A. Zur, R. Goren // Scientia Horticulturae. – 1977. – T. 7, № 3. – C. 237-248.

ПРОИЗВОДСТВО ЦИТРУСОВЫХ В МИРЕ (ТЫСЯЧА ТОНН) (ФАО,2017)

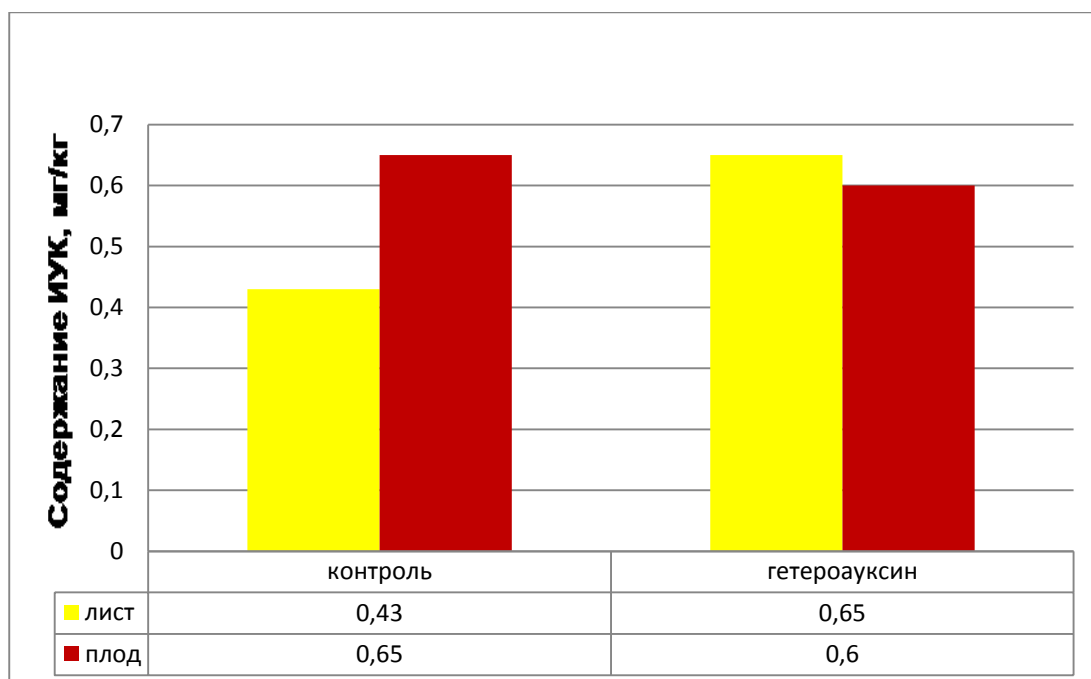


ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ АПЕЛЬСИНЫ В МИРЕ (ТЫСЯЧА ТОНН) (ФАО,2017)

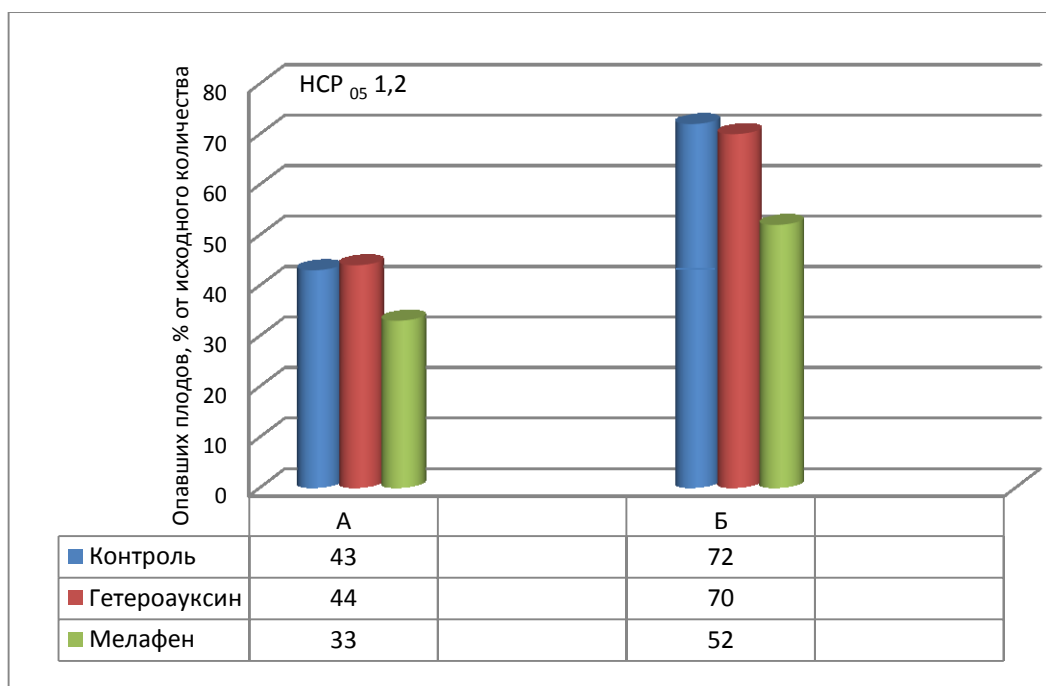


ПРОИЗВОДСТВО МАНДАРИНА В МИРЕ (ТЫСЯЧА ТОНН) (ФАО,2017)

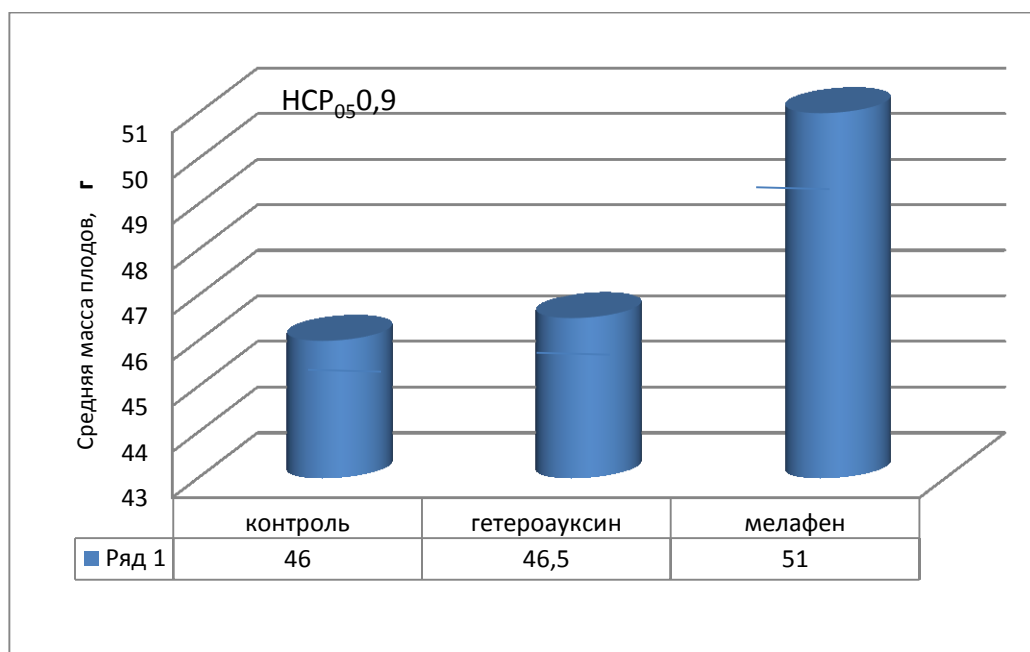




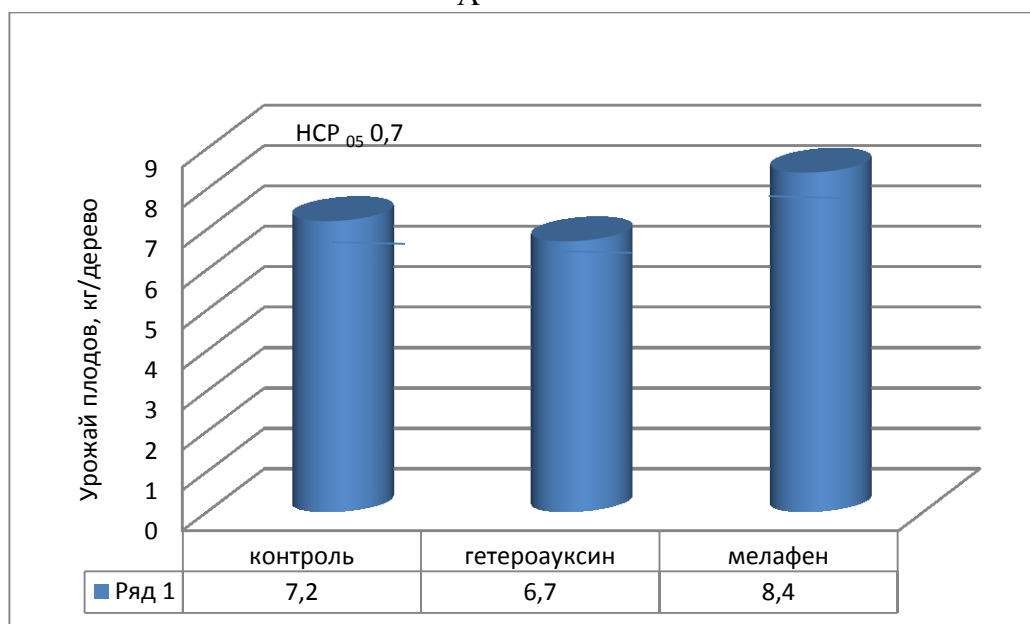
Влияние гетероауксина на содержание ИУК в органах мандарина сорта Миагава-Васе через 30 дней после обработки (июль 2017 г.)



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.



А

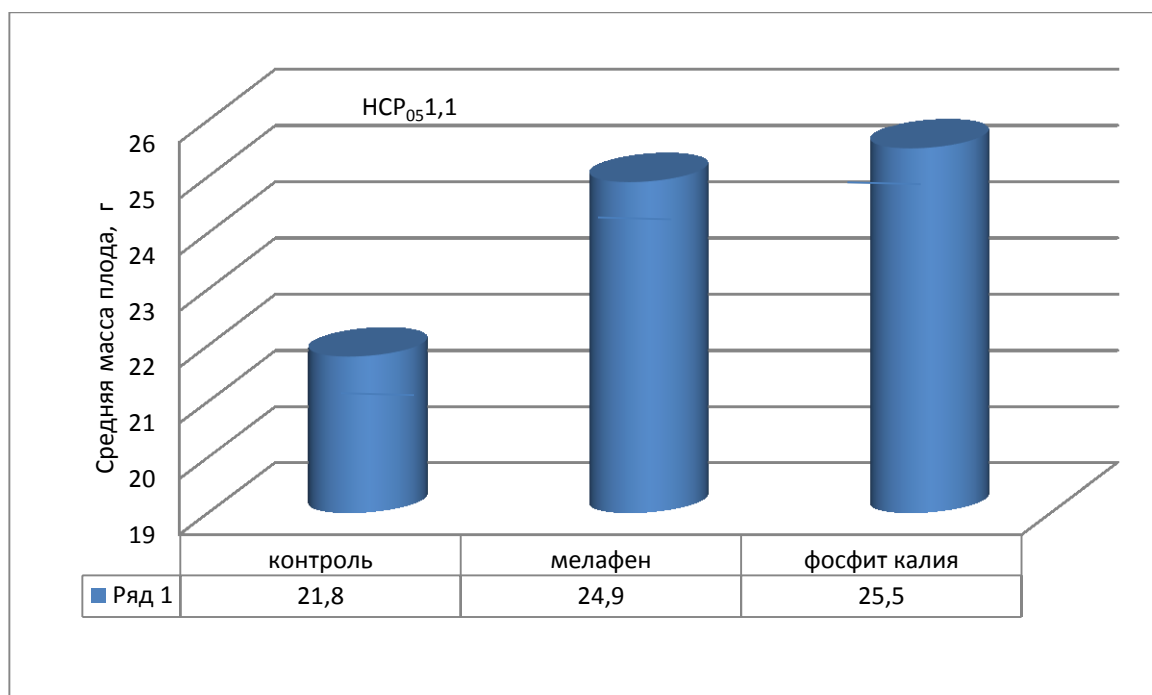


Б

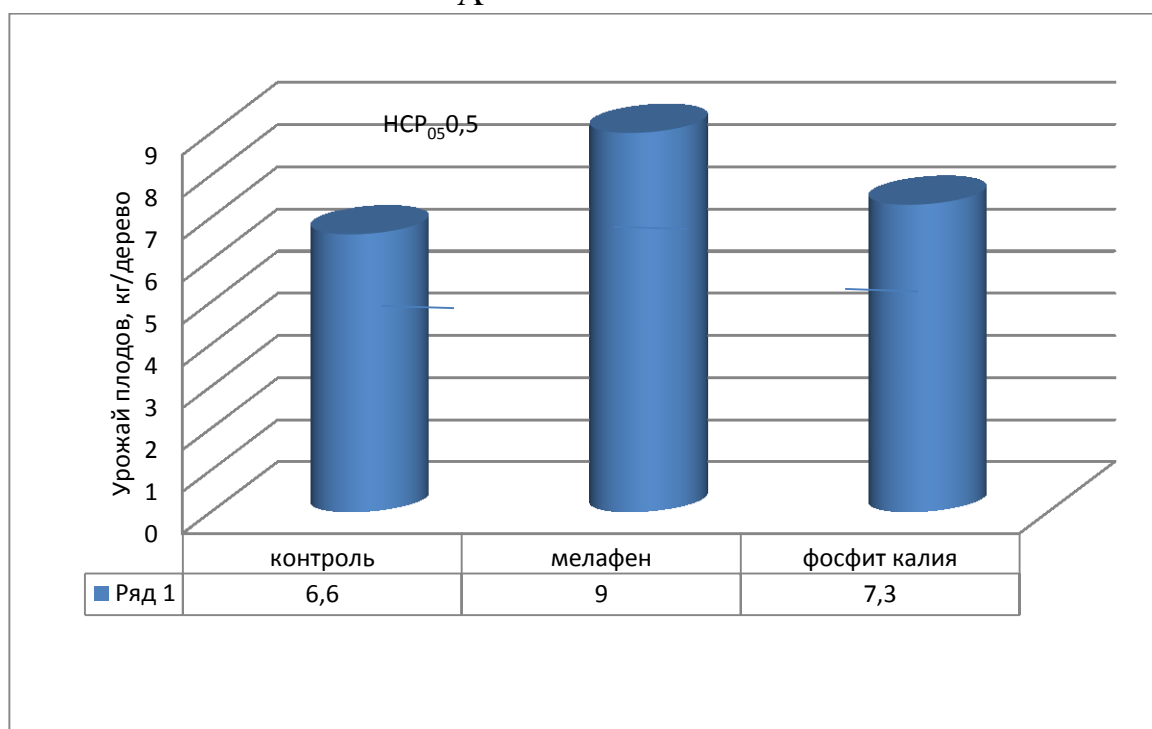
Влияние обработки* некоторыми препаратами на среднюю массу (А) и урожай плодов** (Б) растений мандарина сорта Миагава-Васа (в среднем за 2016-2017 гг.)

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

** Сбор урожая плодов - октябрь



А



Б

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.)



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»

ИНН 2311014546, КПП 231101001
Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

тел. (861) 221-59-42, факс (861) 221-58-85
mail@kubsau.ru, www.kubsau.ru

«07» 12 2018 г. № 05-436 на № _____ от «____» _____ 20__ г.

СПРАВКА

О внедрении результатов научных исследований аспиранта Аль-Хуссейни Акил Мохаммед Абдуламир в ФГБОУ Кубанский ГАУ, полученных при выполнении диссертационной работы «Агробιοлогическое обоснование приемов снижения опадения формирующихся плодов цитрусовых культур в условиях субтропиков».

Полученные диссертантом данные о динамике опадения плодов цитрусовых культур и особенностях влияния на этот процесс экзогенных регуляторов роста и минерального удобрения включены в курсы лекций по дисциплинам, преподаваемым на кафедре плодоводства, в том числе:

«Биоэкология и питомниководство плодовых культур», направление подготовки 35.03.05 Садоводство;

«Субтропические культуры», направление подготовки 35.03.05 Садоводство;

«Плодоводство», направление подготовки 35.03.05 Садоводство, 35.03.04 «Агрономия».

Справка дана для предъявления в Диссертационный совет Д 006.056.01 ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Проректор по научной
профессор



А.Г. Кощев

А.Г. Кощев