

*На правах рукописи*

**Кулян Раиса Васильевна**

**ОЦЕНКА ГЕНОФОНДА ЦИТРУСОВЫХ  
ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ФОРМ МАНДАРИНА**

Специальность 06.01.05 – Селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2014

Работа выполнена в Государственном научном учреждении  
Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства  
и субтропических культур Российской академии сельскохозяйственных наук

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:  | доктор сельскохозяйственных наук,<br>член-корреспондент Россельхозакадемии<br><b>Рындин Алексей Владимирович</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: | <b>Сухоруких Юрий Иванович,</b><br>доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», профессор кафедры ландшафтной архитектуры и лесного дела<br><br><b>Можар Нина Васильевна,</b><br>кандидат сельскохозяйственных наук, ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства, старший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения садовых культур |
| ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:   | ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства им. И.В. Мичурина                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Защита диссертации состоится «07» августа 2014 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в Государственном научном учреждении Северо-Кавказском зональном научно-исследовательском институте садоводства и виноградарства по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства <http://kubansad.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего отзыв, просим направлять по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39. Тел./факс: (861) 257-57-02; e-mail: [kubansad@kubannet.ru](mailto:kubansad@kubannet.ru).

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат с.-х. наук

В.В. Кудряшова

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Среди многочисленных плодовых растений цитрусовые культуры пользуются особой популярностью, что обусловлено высокими питательными, лечебными и диетическими свойствами их плодов, возможностью использования в парфюмерной, кондитерской и фармацевтической промышленности, а также высокой декоративностью растений. В этой связи цитрусовые культуры занимают третье место в мире по распространению среди плодовых культур, их выращивают в 90 странах мира и их ежегодное производство составляет более 200 миллионов тонн, а площадь под насаждениями более 7,2 млн га (FAO, 2011).

Возделывание цитрусовых культур в России ограничивается южной частью Черноморского побережья Краснодарского края, где господствует влажный субтропический климат. Широкому распространению цитрусовых в этом регионе препятствует, главным образом, низкая зимостойкость существующего сортимента. Низкие температуры в зимний период наносят цитрусовым значительные повреждения, а иногда приводят и к гибели растений. Тем не менее, несмотря на периодически повторяющиеся, губительные для цитрусовых зимы, товарное производство цитрусовых плодов для курортной зоны экономически оправдано (Рындин, Горшков, 2010). Для защиты от низких температур с 1967 г. цитрусовые культуры во влажных субтропиках России выращиваются с применением комбинированных укрытий в зимний период.

В связи с климатическими особенностями влажные субтропики России довольно узко ограничены в выборе сортов. Лучшие зарубежные сорта мандарин не выдерживают здесь низких для них зимних температур в открытом грунте и погибают. Поэтому крайне актуальной задачей является выведение новых форм, максимально приспособленных к экстремальным климатическим условиям региона. В то же время, в связи с развитием идей органического земледелия, особенно актуальной является экологическая безопасность селекционных разработок, т.е. получение новых форм классическими методами селекции (van Bueren, 1999).

**Целью исследований** является оценка генофонда цитрусовых во влажных субтропиках России для создания новых высокопродуктивных форм мандарина с повышенной адаптивностью к экстремальным факторам.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Провести анализ генофонда цитрусовых культур во влажных субтропиках России и на его основе отобрать исходные формы для дальнейшей селекции мандарина.
2. Изучить биологические особенности (силу роста, сроки созревания, степень холодостойкости, жизнеспособность пыльцы, устойчивость к болезням и вредителям) и дать хозяйственную оценку исходных форм цитрусовых.
3. Оценить особенности завязываемости плодов и семян, всхожесть и полиэмбрионность семян, полученных от родительских форм различного происхождения.

4. Изучить особенности наследования морфологических признаков гибридами цитрусовых  $F_1$  и комбинационную способность форм цитрусовых при межродовой и межвидовой гибридизации.

5. Провести отбор наиболее ценных форм на ранних этапах развития гибридных сеянцев по признакам холодостойкости, слаборослости, раннеспелости и дать им характеристику.

6. Выделить перспективные мутантные формы мандарина в промышленных посадках ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии.

**Новизна.** 1) Установлены новые источники хозяйственно-ценных признаков (*C. unshiu*: 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Пуонер-80', 'Крупноплодный', 'Иверия', 'Сентябрьский', *C. leiocarpa*, *C. × insitorum*, *Fortunella margarita*) и отобраны родительские формы для проведения дальнейших селекционных исследований по созданию новых сортов мандарина. 2) Проведена оценка комбинационной способности разных сортов и форм цитрусовых, позволившая выделить лучшие комбинации скрещивания: *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × гибрид 3252, *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *C. 'Tangelo'*, *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *C. 'Tangelo'*. 3) Определен характер наследования морфологических признаков и волнообразного характера роста гибридов  $F_1$  в зависимости от их происхождения, что способствовало созданию новых гибридов с повышенной зимостойкостью.

**Практическая значимость.** Определены наиболее перспективные относительно дальнейших селекционных исследований комбинации скрещивания для создания новых форм по заданным признакам. Получены 35 ценных форм (гибридных и мутантных) мандарина из которых 20 элитных гибридных форм, 7 межродовых гибридов, 4 нуцеллярные формы и 4 клона, отличающиеся холодостойкостью, низкорослостью, скороплодностью, раннеспелостью, урожайностью. Размножены и высажены по методике ГСИ 2 мутантные формы (клоны) и один гибрид мандарина уншиу (*C. unshiu*).

**Личный вклад автора.** Автором обосновано направление научно-практических исследований и разработана программа их проведения, проведены полевые и лабораторные исследования по изучению морфологических, фенологических и экологических особенностей существующих и созданных новых форм цитрусовых. Проведен анализ полученных данных, проведены работы по гибридизации, получены новые формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Даны рекомендации по их использованию в дальнейшей селекционной работе

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Комплексная оценка генофонда цитрусовых культур во влажных субтропиках России и принципы отбора исходных форм для селекции мандарина.

2. Источники хозяйственно-ценных признаков для проведения направленных селекционных исследований по созданию новых сортов мандарина.

3. Перспективные комбинации скрещивания, позволяющие увеличить выход новых форм с положительными признаками.

4. Новый селекционный генофонд цитрусовых для решения дальнейших задач по созданию сортов мандарина, отличающихся высокой продуктивностью, слаборослостью, раннеспелостью, холодостойкостью, качеством плодов.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены на ежегодных отчетных заседаниях Ученого совета ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии (1995–2013 гг.), на международных, всероссийских, региональных научных и научно-практических конференциях, симпозиумах и школах, среди которых основные: II краевая школа молодых ученых «Научное обеспечение сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 1997), «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений» (Пенза, 1998), «Современные проблемы научных исследований развития садоводства, субтропического растениеводства и цветоводства» (Сочи, 1999), «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» (Москва-Пушино, 1999, 2001, 2009), «Современные проблемы обеспечения отрасли садоводства и виноградарства на пороге 21 века» (Краснодар, 1999), «Оптимизация селекционного процесса на основе генетических методов» (Харьков, 1999), «Проблемы НИР и развития субтропического и южного садоводства в 2001-2005 гг.» (Сочи, 2001), «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений» (Ульяновск, 2002), совещание селекционеров-садоводов и виноградарей (Краснодар, 2002), «Интеграция науки и производства в развитии субтропического производства» (Сочи, 2003), «Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 г.» (Сочи, 2004), «Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России» (Орел, 2008), «Субтропическое растениеводство и южное садоводство на Черноморском побережье Краснодарского края РФ» (Сочи, 2009), «Интродукция нетрадиционных и редких растений» (Мичуринск-Наукоград РФ, 2010), «Совершенствование сортимента и технологий возделывания плодовых и ягодных культур» (Орел, 2010), «Развитие научного наследия И.В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур» (Мичуринск-Наукоград РФ, 2010), Дендрология в начале XXI века (Санкт-Петербург, 2010), «Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке» (Москва, 2011).

**Публикации.** По теме диссертации опубликованы 39 печатных работ (15,14 печ. л., из них автора – 9,75 печ. л.), в том числе 5 в изданиях, определенных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций списка использованной литературы и 4 приложений. Общий объём насчитывает 168 страниц, включая 26 таблиц и 10 рисунков. Список литературы включает 279 наименований, в том числе 94 на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю благодарность за оказанные содействие и консультативную помощь в выполнении данной работы, д.с.-х.н., члену-корреспонденту Россельхозакадемии А.В. Рындиному, к.с.-х.н. В.С. Мохно, д.с.-х.н. В.М. Горшкову, к.с.-х.н. В.А. Фогелю, к.б.н. Киселёвой Н.С., к.б.н. Н.Н. Карпун, к.б.н. Ю.С. Абилюфазовой, Н.А. Морозовой, а также другим коллегам из ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии.

## **1 КУЛЬТУРА ЦИТРУСОВЫХ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ**

Культивируемые в настоящее время во всем мире цитрусовые культуры являются представителями рода *Citrus* L.

В главе рассмотрены различные классификации цитрусовых, описаны очаги их происхождения, биологические, морфологические и генетические особенности цитрусовых на примере мандарина. Акцентируется внимание на таких особенностях культуры как полиморфизм, полиэмбриония и партенокарпия. Оценены современные методы создания сортов цитрусовых культур. Изучена история культуры и селекции мандарина на Черноморском побережье Кавказа.

## **2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Цитрусовые растения являются теплолюбивыми, поэтому их культурный ареал (при укрывной системе возделывания) на территории Черноморского побережья Краснодарского края простирается от реки Псоу на юге до поселка Лазаревское на севере и от берега Черного моря до высоты 200 м над уровнем моря.

Большую опасность для цитрусовых представляют ранние и поздние «сухие» заморозки, хотя наблюдаются они относительно редко. За последние 10 лет поздний весенний заморозок отмечен 4 апреля 2004 года – температура опустилась до  $-5,0^{\circ}\text{C}$ , ранний осенний заморозок отмечен 4 декабря 2013 года – температура составила  $-3,6^{\circ}\text{C}$ .

Экстремальные для цитрусовых культур зимы повторялись примерно раз в 10 лет. За последние 20 лет, по данным Сочинской АМС (табл. 3), суровыми для цитрусовых культур были зимы 1999-2000 гг. и 2001-2002 гг., когда абсолютный минимум достигал отметки  $-7,1^{\circ}\text{C}$ , а также зима 2011-2012 гг., когда абсолютный минимум температуры составил  $-8,2^{\circ}\text{C}$ , в эту же зиму наблюдался и самый длительный период с низкими отрицательными температурами (30 дней).

В качестве объектов исследований использованы сорта и формы цитрусовых из коллекции Государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, а также гибридные и нуцеллярные сеянцы, полученные в результате межродовых и межвидовых скрещиваний (всего 127 сортообразцов). Исследовано 2646 сеянцев от 47 комбинаций скрещивания, а также 20 форм мутационного происхождения.

Работа выполнена в течение 1995-2012 гг. в ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии. Исследования проводились в соответствии с планом НИР ВНИИЦиСК согласно общепринятым программам и методикам сортоизучения и селекционных исследований (Витковский, Петрова, 1989; Мичуринск, 1973, 1980; Орел, 1995, 1999), а также методикам, разработанным автором с коллегами применительно к культуре цитрусовых (Мохно и др., 2005, 2012).

Подбор исходных форм для гибридизации основывался на результатах всестороннего изучения имеющихся в коллекции ВНИИЦиСК сортообразцов,

комбинационной способности форм, на результатах селекции по тому или другому признаку, а также на закономерности наследования признаков и свойств в  $F_1$ .

Схемы комбинаций скрещиваний составлялись ежегодно. В каждой комбинации опыление проводили не менее чем на 100 цветках.

Проращивание пыльцы проводилось на искусственной среде (1 % агар-агар +15 % сахарозы в растворе) по Транковскому (Паушева, 1980). Для морфометрических исследований пыльцы использовался микроскоп «Биолам-Л-211».

Семена хранили в бытовом холодильнике не более 6 месяцев. Для защиты от грибной инфекции перед посевом семян верхний слой почвы обрабатывали топсином. Выращивание сеянцев проводили в посевных ящиках с почвосмесью из земли, торфа и песка в соотношении 1:1:1. С целью определения процента всхожести, энергии прорастания семян, полиэмбрионии, силы роста сеянцев один раз в неделю проводили наблюдения и учеты.

В течение первого года роста сеянцев проводили наблюдения и описание в посевных ящиках, выделяли формы для дальнейшего изучения. Оценка популяций сеянцев осуществлялась по Ш.М. Сургуладзе (1980). Учитывалась многозародышевость, опушенность листьев, колючесть, наличие антоциановой окраски.

Мутантные формы выделяли среди растений в производственных насаждениях мандарина в качестве контроля был определен районированный сорт 'Kowano-Wase'.

Полученные экспериментальные данные обработаны методами математической статистики (Масюкова, 1973, 1979; Зайцев, 1984; Доспехов, 1985; Волков, 1987). Для обработки данных на компьютере применяли пакеты прикладных программ Microsoft Exel и Statistica-99.

### **3 ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНОФОНДА ЦИТРУСОВЫХ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ**

#### **3.1 Генофонд цитрусовых во влажных субтропиках России и его использование в селекции мандарина**

Во влажных субтропиках России генофонд цитрусовых культур очень разнообразен. Из возделываемых здесь цитрусовых культур промышленное значение имеет мандарин.

Во ВНИИЦиСК к настоящему времени сформировалась коллекция цитрусовых, включающая 127 таксонов, культивируемых в открытом и защищенном грунте. В коллекции представлены виды родов *Citrus* L., *Poncirus* Raf., *Fortunella* Sw., межродовые и межвидовые гибриды. Наиболее широко представлен род *Citrus*: в группе *C. reticulata* Blanco var. *unshiu* Tan – 32 сортообразца, группа *C. limon* содержит 38 сортообразцов, *C. sinensis* – 8, *C. paradisi* и *C. grandis* – 10, *C. aurantium* – 2, *C. junos* – 3 образца. Виды цитрусовых, близкие к *C. limon*, представлены в коллекции 15 сортообразцами, род *Poncirus* – одним видом *Poncirus trifoliata*. Род *Fortunella* – тремя видами: *F. japonica* сорт 'Маруми', *F. crassifolia* сорт 'Мейва', *F. margarita* сорт 'Нагами'. В основном коллекционный материал

завезен из Сухумской опытной станции ВИР, а также из бывшего Грузинского института субтропических культур.

Гибридный фонд представлен в количестве свыше 200 форм отечественной селекции (авторы – Ф.М. Зорин, В.А. Фогель, В.М. Горшков, Р.В. Кулян, А.П. Токарев).

### 3.2 Принципы отбора исходных форм для гибридизации

Радикальным методом защиты цитрусовых от воздействия низких температур является выведение новых форм с повышенной адаптивностью к экстремальным факторам среды. Одновременно формы должны обладать такими признаками как высокая урожайность (220-250 ц/га), скороплодность (на 2-3 год после посадки), средне- или раннеспелость (сентябрь, начало ноября) низкорослость (2,5-3,0 м) или среднерослость (3,5-4 м), высокие товарные и вкусовые качества плодов.

В связи с этим основными принципами отбора исходных форм для селекции мандарина во влажных субтропиках России являются: для материнских форм – урожайность, скороплодность, средне- или раннеспелость, низкорослость, высокое качество плодов, однозародышевость семян; для отцовских форм – морозоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, раннеспелость, высокая жизнеспособность пыльцы.

### 3.3 Биологические особенности исходных форм (сила роста, сроки созревания, холодостойкость, устойчивость к болезням и вредителям)

Укрывная культура мандарина, предполагает использование сортов со сдержанным ростом, раннеспелых, зимостойких устойчивых к вредителям и болезням, с хорошим качеством плодов.

Выделенные исходные формы по силе роста разделены на три группы (Таблица 1).

Таблица 1 – Сила роста исходных форм цитрусовых

| Низкорослые<br>2,5–3,0 метра                                                                                                                                                | Среднерослые<br>3,5–4,0 метра                                                                                                                                                | Высокорослые<br>выше 4 метров                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Fortunella margarita</i><br><i>C. unshiu</i> 'Kowano-Wase'<br><i>C. unshiu</i> 'Miyagawa Wase'<br><i>C. unshiu</i> 'Сентябрьский'<br><i>C. 'Ponderosa'</i><br>Гибрид 202 | <i>C. × clementina</i><br><i>C. leiocarpa</i><br><i>C. sinensis</i> 'Valencia'<br><i>C. unshiu</i> 'Крупноплодный'<br><i>C. unshiu</i> 'Черноморский'<br><i>C. 'Tangelo'</i> | <i>C. ichangensis</i> , <i>C. × insitorum</i><br><i>C. junos</i> var. <i>juzu</i> ,<br><i>C. unshiu</i> 'Уншю Широко-<br>листный', <i>P. trifoliata</i> ,<br><i>C. unshiu</i> 'Иверия'<br><i>C. unshiu</i> 'Пионер-80'<br>Гибрид 3252 |

Растения мандарина сильно страдают при раннем наступлении низких ноябрьских температур, поэтому предпочтение при возделывании мандарина следует отдавать ранне- и среднеспелым сортам. Эти же формы рекомендуется использовать и в селекционном процессе. По результатам анализа сроков созревания исходные формы разделены на три группы (Таблица 2).

Таблица 2 – Сроки созревания плодов исходных форм цитрусовых (1995-2012 гг.)

| Ранние<br>(сентябрь–октябрь)                                                                                                                                                                                      | Средние<br>(октябрь–ноябрь)                                                                         | Поздние<br>(ноябрь–декабрь)                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>C. ichangensis</i><br><i>C. junos</i> var. <i>juzu</i><br><i>C. leiocarpa</i><br><i>P. trifoliata</i><br><i>C. unshiu</i> 'Kowano-Wase'<br><i>C. unshiu</i> 'Miyagawa Wase'<br><i>C. unshiu</i> 'Сентябрьский' | <i>C. unshiu</i> 'Пионер-80'<br><i>C. unshiu</i> 'Крупноплодный'<br><i>C. unshiu</i> 'Черноморский' | <i>C. clementina</i><br><i>C. × insitorum</i><br><i>C. unshiu</i> 'Уншю Широко-<br>лиственный'<br><i>C. sinensis</i> 'Valencia'<br><i>Fortunella margarita</i><br><i>C. unshiu</i> 'Иверия'<br><i>C. 'Ponderosa'</i><br><i>C. 'Tangelo'</i><br><i>Гибрид 3252</i><br><i>Гибрид 202</i> |

Морозостойкость видов, сортов и форм цитрусовых среди хозяйственных и биологических особенностей имеет большое значение. Все исходные формы, отобранные для гибридизации, в условиях региона, в течение исследуемого 20-летнего периода, подвергались влиянию экстремальных факторов среды. В результате многолетних исследований по степени устойчивости к низким отрицательным температурам исходные формы были разделены на четыре группы (Таблица 3).

Таблица 3 – Морозоустойчивость исходных форм цитрусовых

| Способность переносить без повреждений температуру |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| – 20...–18 °C                                      | – 17...–15 °C                                                                            | – 12...–10 °C                                                                                                                                                                                                                       | – 9...–8 °C                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>C. × insitorum</i><br><i>P. trifoliata</i>      | <i>C. ichangensis</i><br><i>C. junos</i> var. <i>juzu</i><br><i>Fortunella margarita</i> | <i>C. leiocarpa</i><br><i>C. unshiu</i> 'Уншю Широ-<br>колистный'<br><i>C. unshiu</i> 'Пионер-80'<br><i>C. unshiu</i> 'Иверия'<br><i>C. unshiu</i> 'Черноморский'<br><i>C. 'Tangelo'</i><br><i>Гибрид 3252</i><br><i>Гибрид 202</i> | <i>C. × clementina</i><br><i>C. sinensis</i> 'Valencia'<br><i>C. unshiu</i> 'Kowano-Wase'<br><i>C. unshiu</i> 'Miyagawa Wase'<br><i>C. unshiu</i> 'Сентябрьский'<br><i>C. unshiu</i> 'Крупноплодный'<br><i>C. 'Ponderosa'</i> |

Цитрусовые культуры в разной степени поражаются болезнями и повреждаются вредителями. Выделенные для селекционных целей формы относятся к группам со средней и слабой степенью повреждения (поражения) (Таблица 4).

Таким образом, в результате анализа генофонда цитрусовых культур на Черноморском побережье России, выделены следующие исходные формы, несущие ценные признаки для совершенствования сортов и форм мандарина:

низкорослость: *C. unshiu* 'Kowano-Wase', *C. unshiu* 'Miyagawa Wase', *C. unshiu* 'Сентябрьский', *C. 'Ponderosa'*, *Fortunella margarita*; раннеспелость: *C. unshiu* 'Kowano-Wase', *C. unshiu* 'Miyagawa Wase', *C. unshiu* 'Сентябрьский', *C. junos* var. *juzu*, *C. leiocarpa*, *P. trifoliata*, *C. ichangensis*; холодостойкость: *P. trifoliata*

*liata*, *C. ichangensis*, *C. junos* var. *juzu*, *Fortunella margarita*, *C. × insitorum*, *C. leiocarpa*, гибриды 3252, *C. unshiu* 'Черноморский'; устойчивость к вредителям и болезням – *P. trifoliata*, *C. × insitorum*, *F. margarita*, *C. unshiu* 'Черноморский', *C. unshiu* 'Иверия', *C. 'Tangelo'*

Таблица 4 – Степень устойчивости исходных форм цитрусовых культур к вредителям и болезням (1995-2012 гг.)

| Степень повреждения вредителями (балл)                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      | Степень поражения болезнями (балл)                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Средняя (2)                                                                                                                                                                                                                                                                 | Слабая (0-1)                                                                                                                                                                                                                         | Средняя (2)                                                                                                                                                                                                                                                              | Слабая (0-1)                                                                                                                                                                                        |
| <i>C. × clementina</i><br><i>C. ichangensis</i><br><i>C. junos</i> var. <i>juzu</i><br><i>C. sinensis</i> 'Valencia'<br><i>C. 'Ponderosa'</i><br><i>C. unshiu</i> : 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Крупноплодный', 'Пионер-80', 'Сентябрьский', Гибриды 3252, Гибриды 202 | <i>C. × insitorum</i><br><i>C. leiocarpa</i><br><i>Fortunella margarita</i><br><i>P. trifoliata</i><br><i>C. unshiu</i> 'Уншиу Широколистный'<br><i>C. unshiu</i> 'Черноморский'<br><i>C. unshiu</i> 'Иверия'<br><i>C. 'Tangelo'</i> | <i>C. ichangensis</i><br><i>C. junos</i> var. <i>juzu</i><br><i>C. leiocarpa</i><br><i>C. sinensis</i> 'Valencia'<br><i>C. 'Ponderosa'</i><br><i>C. unshiu</i> : 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Крупноплодный', 'Пионер-80', 'Сентябрьский', Гибриды 3252, Гибриды 202 | <i>C. × clementina</i><br><i>C. × insitorum</i><br><i>Fortunella margarita</i><br><i>P. trifoliata</i><br><i>C. 'Tangelo'</i><br><i>C. unshiu</i> : 'Уншиу Широколистный', 'Иверия', 'Черноморский' |

### 3.4 Жизнеспособность пыльцы исходных форм

В связи с необходимостью подбора отцовских форм с хорошей жизнеспособностью пыльцы для проведения скрещиваний было проведено изучение морфологии и особенностей прорастания пыльцевых зерен в искусственных условиях.

Установлено, что наиболее оптимальной средой для проращивания пыльцы с целью изучения ее жизнеспособности является питательная среда 1%-ного агар-агара с 15%-ным содержанием сахарозы. При повышении и понижении содержания сахарозы в питательной среде процент прорастания пыльцевых зерен уменьшается. Длина пыльцевых трубок варьировала на разных питательных средах: у *P. trifoliata* и *C. × insitorum* с увеличением концентрации сахарозы длина пыльцевых трубок снижалась, у *C. 'Ponderosa'* и *C. 'Tangelo'*, наоборот, увеличивалась. У остальных форм максимальная длина пыльцевых трубок наблюдалась на питательной среде, содержащей 15 % сахарозы.

Оценка жизнеспособности пыльцы 11 исходных форм позволила выявить, что прорастание пыльцы в целом не превышало 62 %, самый высокий процент прорастания пыльцевых зерен отмечен *C. 'Tangelo'*, гибриды 3252 *C. 'Ponderosa'*, а у *C. leiocarpa*, *C. sinensis* 'Valencia' и *P. trifoliata* находилось в пределах 34-48 % (Рисунок 1).

Отмечено, что большое значение при прорастании пыльцы имеет густота посева пыльцевых зерен на питательной среде. Чем меньше площадь проращивания одного и того же количества пыльцевых зерен (т.е. чем гуще посев), тем выше процент прорастания.

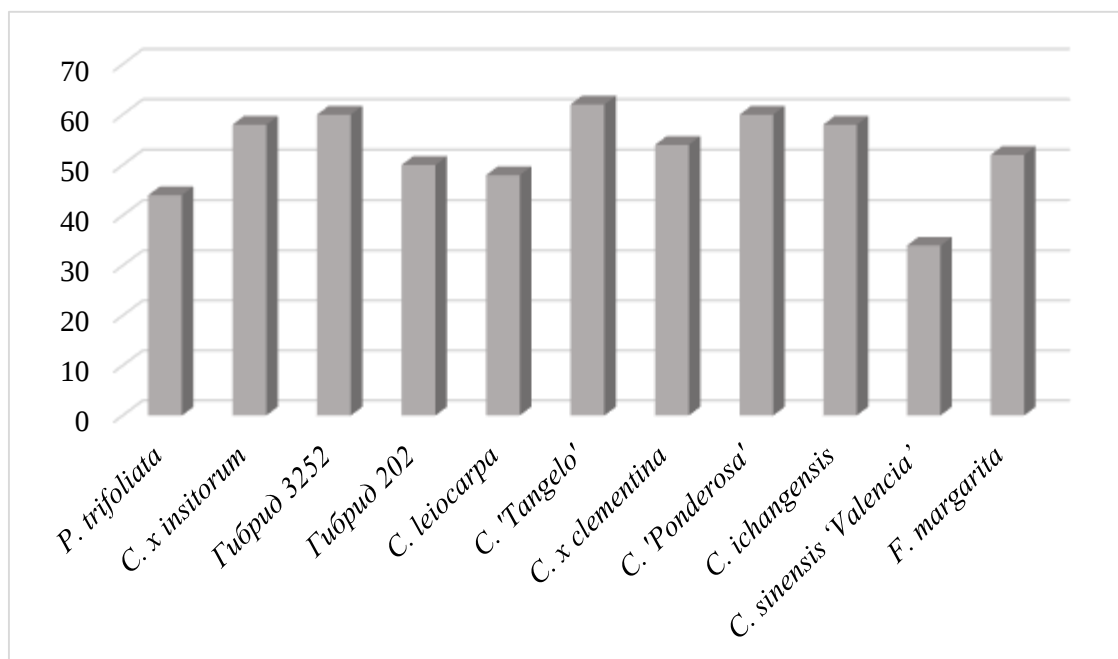


Рисунок 1 – Процент проросших пыльцевых зерен исходных форм цитрусовых на среде с 15%-ным содержанием сахарозы

### 3.5 Хозяйственная оценка исходных форм

Урожайность является одним из основных биологических показателей сорта. При соблюдении всех агротехнических мероприятий *C. unshiu* в субтропиках Краснодарского края достаточно урожаен. Средняя урожайность в пределах 250-300 ц/га, а в отдельные годы у сортов *C. unshiu* 'Иверия' и *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' достигает до 350 ц/га.

Такой показатель как качество плодов включает в себя: выравненность плодов, массу плода, аромат, плотность пленок, биохимические показатели.

На основе среднеголетних данных по урожайности, массе и биохимическим показателям плодов исходных форм были выделены носители хозяйственно-ценных признаков (Таблица 5).

Таблица 5 – Источники хозяйственно-ценных признаков цитрусовых

| Признак                                                                           | Исходные формы                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Урожайность 220-250 ц/га                                                          | <i>C. unshiu</i> : 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Пионер-80', 'Крупноплодный', 'Иверия', 'Сентябрьский', <i>C. leiocarpa</i> , <i>C. × insitum</i> |
| Качество плодов (витамина С – 30-55 мг%, соотношение сахаров к кислоте 6,0 – 8,5) | <i>C. unshiu</i> : 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Сентябрьский', 'Крупноплодный', <i>C. 'Tangelo'</i>                                              |
| Масса плода – 90 г                                                                | <i>C. unshiu</i> : 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Иверия', 'Крупноплодный', 'Уншю Широколистный', <i>C. 'Tangelo'</i>                              |

## 4 СОЗДАНИЕ НОВЫХ ФОРМ МАНДАРИНА НА ОСНОВЕ ГЕНОФОНДА ЦИТРУСОВЫХ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ

### 4.1 Комбинационная способность форм цитрусовых при межродовой и межвидовой гибридизации

Культурные сорта мандарина представляют собой сложные организмы, являющиеся результатом генетических изменений. В литературе отсутствуют достоверные сведения об исходных формах большинства существующих сортов и способах их выведения.

Получение гибридных сеянцев мандариновой группы сопряжено с определенными трудностями. Использование мандарина в качестве отцовской формы практически невозможно из-за отсутствия жизнеспособной пыльцы. Использование в качестве материнской формы дает крайне низкий выход сеянцев, из которых подавляющее большинство являются нуцеллярного происхождения и, кроме того, весьма слабы и маложизнеспособны в молодом возрасте.

Холодоустойчивые формы цитрусовых можно получить при скрещивании культурных сортов мандарина с дикими, полудикими и культурными сородичами.

На основе изучения биологических свойств и анализа происхождения форм цитрусовых, имеющихся в коллекции института, для проведения межродовых и межвидовых скрещиваний отобрана 21 родительская форма.

Проведенные исследования по изучению комбинационной способности форм цитрусовых позволили определить родительские формы, обладающие комплексом положительных признаков для проведения межвидовых, межродовых скрещиваний. Для создания раннеспелых, высокоурожайных, низкорослых форм цитрусовых в качестве материнских форм рекомендуются следующие сорта мандарина *C. unshiu*: 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Сентябрьский', 'Сочинский 23', 'Иверия', 'Пионер-80', 'Крупноплодный', 'Уншиу широколистный', 'Черноморский'. В качестве отцовских форм рекомендуются *C. x clementina*, *C. 'Tangelo'*, *C. leiocarpa*, *C. sinensis 'Valencia'*, *C. 'Ponderosa'*, *P. trifoliata*, *C. ichangensis*, *C. junos* var. *juzu*, *C. × insitorum*, *F. margarita*, гибрид 3252, гибрид 202.

#### 4.1.1 Завязываемость плодов и семян в разных комбинациях скрещивания

Для получения гибридного материала было осуществлено 47 комбинаций скрещиваний. Так, при отдаленных скрещиваниях с морозоустойчивыми отцовскими формами, завязываемость семян достаточно слабая. В результате оценки завязываемости семян установлено, что коэффициент наследуемости материнской формы составил 20,48 %.

Наибольшая завязываемость плодов (35,51-56,10 %), лучшие показатели по количеству выполненных семян, а также по количеству семян в одном плоде (0,28-0,41) получены в комбинациях с участием гибрида 3252, наименьшие – в комбинациях с *C. ichangensis* (10,23-30,29 % и 0,02-0,28 семян/плод). Кроме того, низкая семяобразовательная способность отмечена и в комбинациях с *P. trifoliata* (0,03-0,07 семян/плод). Плохо совместимыми оказались комбинации *C. unshiu*: 'Сентябрьский', 'Иверия' и 'Пионер 80' с опылителем *C. ichangensis*, от которых не было получено полноценных семян.

В отличие от предыдущей группы комбинаций скрещиваний гибридизация между культурными видами цитрусовых оказалась результативной. Максимальная завязываемость плодов отмечена в комбинациях, где в качестве опылителя использовали *C. leiocarpa* (29,23-38,0 %), минимальная – в комбинациях с *C. 'Ponderosa'* (9,33-26,66 %). При анализе данных по семенной продуктивности самые высокие показатели получены в комбинациях с участием в качестве опылителя *C. 'Tangelo'* (0,18-0,50 семян/плод), *C. leiocarpa* (0,10-0,16 семян/плод). Если учесть, что *C. 'Tangelo'* и *C. leiocarpa* обладают высокой урожайностью, крупноплодностью и хорошими вкусовыми качествами, то в потомстве от скрещивания с их участием можно ожидать получения крупноплодных гибридов с высокой урожайностью. В комбинациях с *C. × clementina* оказался наибольший процент недоразвитых семян, поэтому применение его в качестве отцовского компонента было ограничено. Минимальное количество семян получено от комбинаций скрещивания с *C. 'Ponderosa'* и *C. sinensis 'Valencia'*. Тем не менее, эти семена представляют большую ценность, поскольку они довольно крупные и хорошо выполнены.

На основе анализа завязываемости и качества полученных семян наиболее эффективными оказались комбинации скрещивания с участием *C. 'Tangelo'* и гибрида 3252 (*C. unshiu × P. trifoliata*) × *C. leiocarpa*) селекции Ф.М. Зорина.

#### 4.1.2 Всхожесть и полиэмбрионность семян, полученных от разных комбинаций скрещивания

Начало всходов через 14 дней, а через 22 дня появление массовых всходов гибридных семян отмечено в вариантах: *C. unshiu 'Kowano-Wase' × F. margarita*, *C. unshiu 'Иверия' × F. margarita*, *C. unshiu 'Уншиу Широколистный' × F. margarita*, *C. unshiu 'Kowano-Wase' × C. junos var. juzu*, *C. unshiu 'Сентябрьский' × C. junos var. juzu*, *C. unshiu 'Уншиу Широколистный' × C. junos var. juzu*, *C. unshiu 'Kowano-Wase' × C. × clementina*, Черноморский × *C. × clementina*, *C. unshiu 'Kowano-Wase' × C. 'Ponderosa'*, *C. unshiu 'Иверия' × C. 'Ponderosa'*, *C. unshiu 'Уншиу Широколистный' × C. 'Ponderosa'*, *C. unshiu 'Крупноплодный' × C. 'Ponderosa'*, *C. unshiu 'Miyagawa Wase' × гибрид 202*, *C. unshiu 'Kowano-Wase' × гибрид 202*. Наиболее дружно всходили семена от комбинаций, где в качестве опылителя использовалась *C. 'Ponderosa'*. Семена от комбинаций скрещивания с участием *P. trifoliata* всходили лишь через 20 дней после посева.

Самый высокий процент всхожести семян отмечен в комбинациях, где в качестве отцовского компонента использовали однозародышевые формы *'Ponderosa'* (54,54 до 100 %), *C. junos var. juzu* (35,45-71,42 %), *C. × clementina* (50,48-78,37 %), *F. margarita* (44,44-62,50 %), гибрида 202 (50-54,27 %) (Рисунок 2). Анализ семенного потомства показал, что при всех типах гибридизации 1-2 % сеянцев оказались альбиносными или другими аномальными формами.

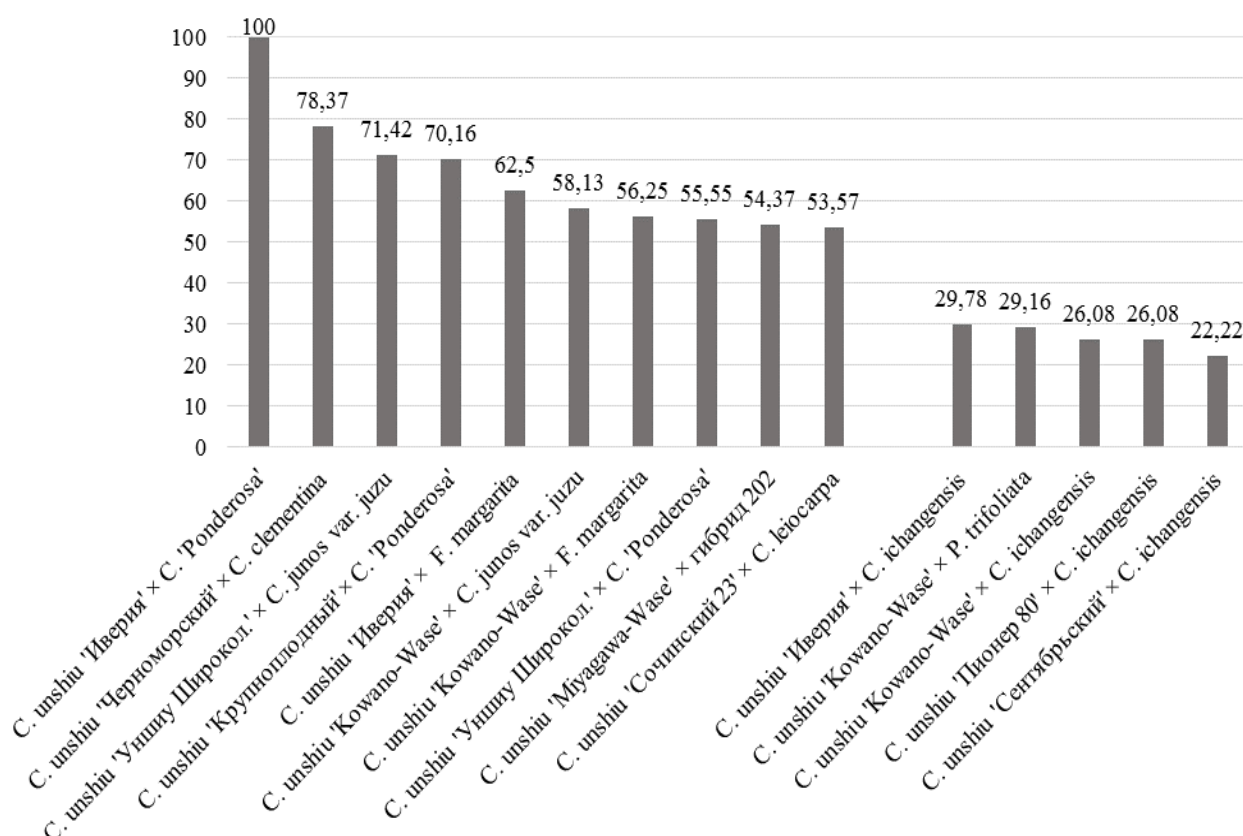


Рисунок 2 – Всхожесть семян от разных комбинаций скрещиваний (максимальные и минимальные значения), по результатам 1995–2012 гг.

В результате исследований всех проведенных комбинаций скрещиваний было получено 2646 гибридных сеянцев. Наибольшее количество от комбинаций с участием гибрида 3252 и *C. 'Tangelo'* (Рисунок 3).

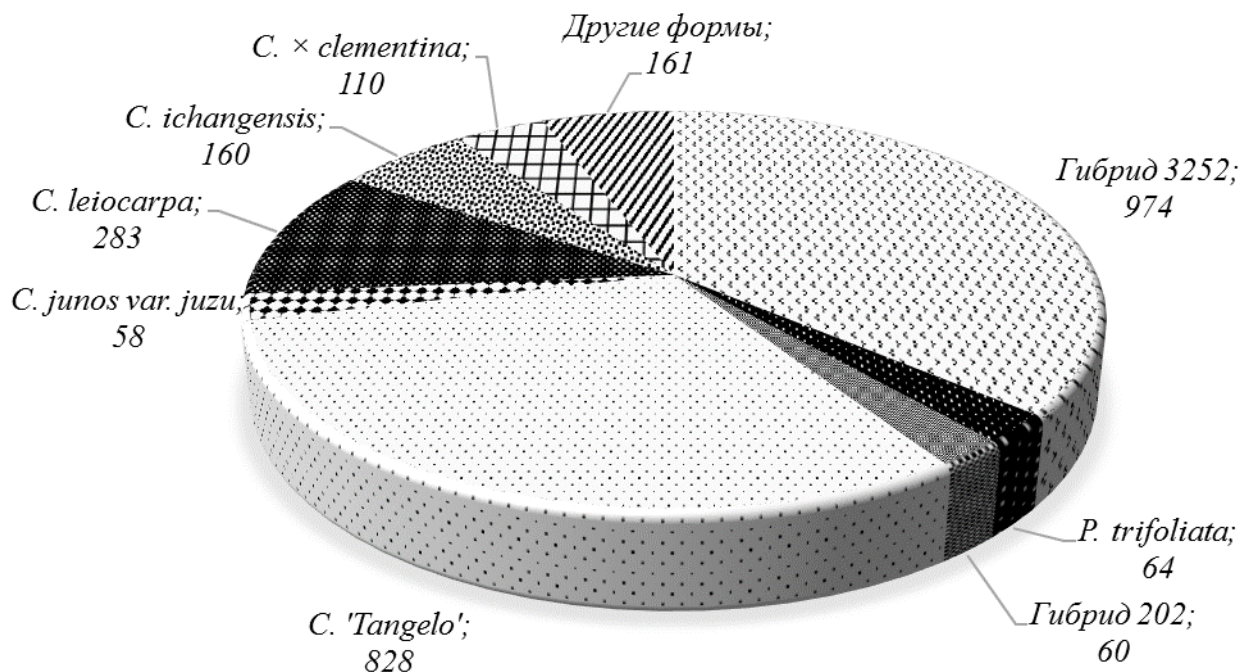


Рисунок 3 – Количество полученных гибридных сеянцев от комбинаций скрещивания с разными отцовскими формами (в «другие формы» объединены *F. margarita*, *C. × insitorum*, *C. 'Ponderosa'* и *C. sinensis* 'Valensia')

Важной особенностью мандарина, является полиэмбриония (многозародышевость), обусловленная апомиксисом (адвентивной или нуцеллярной эмбрионией). В наших исследованиях наибольшее число нуцеллярных семян от одного семени было получено в количестве 3 растений.

Максимальный процент полиэмбрионии получен при участии в скрещиваниях в качестве отцовского компонента *C. sinensis* 'Valencia' (16,66-60,00 %), гибрида 3252 (21,62-42,77 %), *C. 'Tangelo'* (20,51-48,00 %) и *C. leiocarpa* (16,66-44,44 %). Именно эти комбинации легли в основу отбора перспективных форм мандарина на нуцеллярной основе.

#### 4.1.3 Особенности наследования морфологических признаков гибридами цитрусовых F<sub>1</sub>

В процессе отбора, установлено сходство и различия гибридов с родительскими формами, затем сходство и различие отдельных индивидуумов гибридного потомства между собой. В целях детального изучения семян гибриды условно были разделены на 3 группы (Рисунок 4).

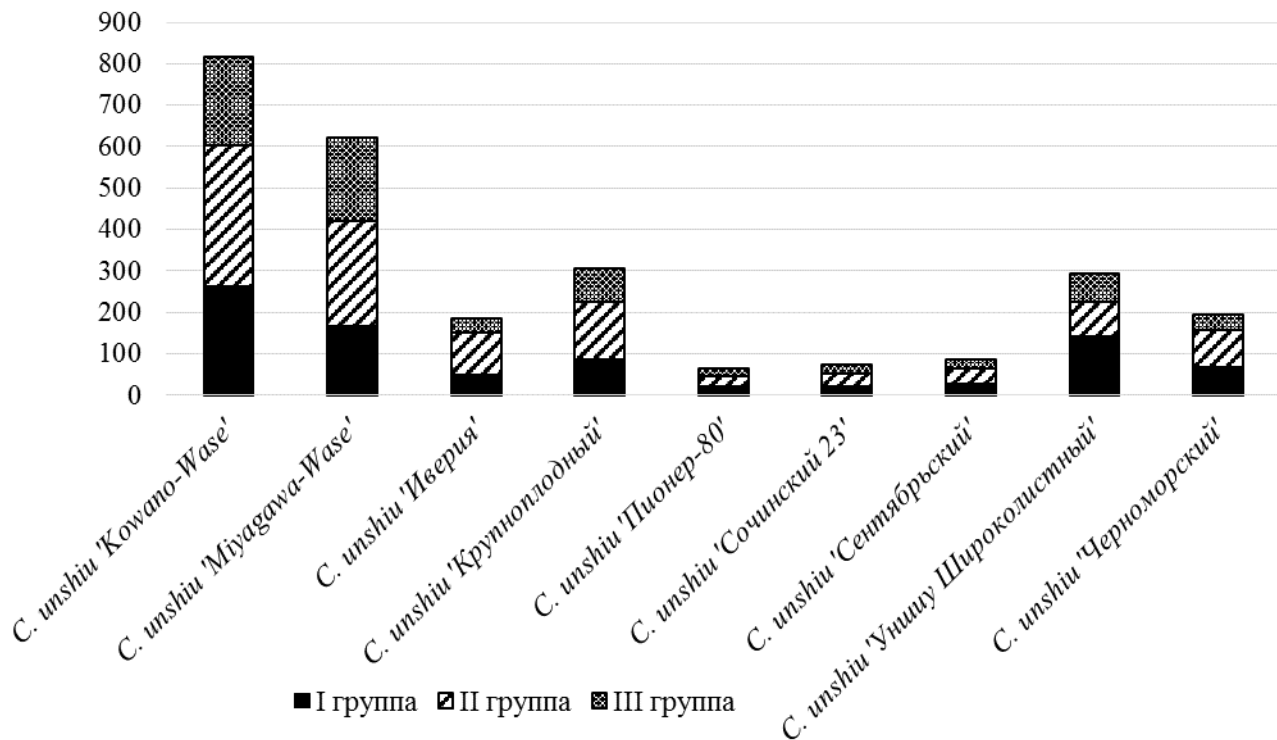


Рисунок 4 – Распределение гибридных семян по группам наследования морфологических признаков в зависимости от материнской формы (за 1995-2012 гг.)

1 группа. Растения, несущие преимущественно морфологические признаки отцовской родительской формы, в основном, уклонились в сторону опылителя, а характерные морфологические признаки материнского растения едва заметны, или их вообще трудно отличить от отцовских форм. Эти гибриды характеризуются высокой вариабельностью  $V = 86,5-39,8$  % (за исключением комбинаций с сортом 'Иверия'  $V = 31,8$  %), что говорит о доминирующем влиянии отцовских форм. Формы этой группы являются наиболее ценными в селекции мандарина на зимостойкость.

2 группа. Растения по морфологическим признакам, в основном, уклоняются в сторону материнских растений, проявившие более явно характерные признаки опылителя: колючесть, одноволновость роста. Коэффициент вариации в данной группе составил  $V = 67,5 \%$ , а самый низкий  $V = 28,7 \%$  отмечен в комбинациях, где в качестве материнских форм использовали сорта *C. unshiu*: 'Иверия' и 'Черноморский'. Формы 2 группы являются ценным исходным материалом для селекции на устойчивость к низким температурам.

3 группа. Растения по морфологическим признакам в большей степени уклоняются в сторону материнской формы, тем не менее, им присущи некоторые морфологические признаки опылителя. Сеянцы данной группы вечнозеленые, слабоколючие. Листья с приятным мандариновым ароматом, простые, неопушенные, большого или несколько меньшего размера по сравнению с материнской формой. Из этой группы выделено наибольшее количество новых форм, которые представляют интерес как перспективные для дальнейшей селекции. Самый высокий коэффициент вариации отмечен в комбинации с использованием в качестве материнской формы сорт *C. unshiu* 'Kowano-Wase'.

#### 4.1.4 Наследование волн роста гибридами цитрусовых F<sub>1</sub>

Наличие волн роста у цитрусовых является следствием эволюции их в различных эколого-географических условиях: на севере (Китай, Япония) преобладают одно-двухволновые формы – *P. trifoliata*, *C. ichangensis*, *C. junos* var. *juzu*, а на юге (Индия) – ремонтантные формы *C. sinensis*, *C. 'Ponderosa'*. Поэтому с точки зрения дальнейшего отбора гибридов на холодостойкость представляет интерес изучение наследования волнового характера роста гибридов, выявление наследования силы роста в гибридном потомстве и выделение источников и доноров данного признака.

Выявлено, что гибридное потомство, полученное с участием диких форм *P. trifoliata*, *C. ichangensis*, полукультурных *C. junos* var. *juzu*, *C. leiocarpa*, *C. × clementina* и гибрида 3252 в большинстве случаев обладают 1-й и реже 2-мя волнами роста. Все гибриды, выделенные от данных комбинаций, представляют интерес в качестве исходных форм для селекции на устойчивость к низким температурам. Гибриды, полученные от комбинаций скрещивания с участием *C. sinensis* 'Valencia' и *C. 'Ponderosa'*, обладают 2-мя или 3-мя волнами роста, характерными для отцовских форм.

Использование форм с одной-двумя волнами роста в скрещиваниях с формами, обладающими также не более чем двумя волнами роста, может способствовать получению новых гибридов с повышенной зимостойкостью.

#### 4.2 Отбор элитных форм на ранних этапах развития гибридных сеянцев по коррелятивным признакам

При искусственном отборе огромное значение имеет явление корреляции. Умение предугадать в молодом возрасте дальнейшую пригодность растения, определить ценность в ювенильном возрасте является важным моментом селекции.

**Отбор гибридных сеянцев на зимостойкость.** Проведены наблюдения за ростом и развитием полученных сеянцев от различных комбинаций скрещивания. Достоверным выражением раннего окончания вегетации считается наличие одной или двух волн роста. У всех неморозостойких видов наблюдается три и более волн роста. Перспективными гибридами считаются те, которые раньше других заканчивают летний и осенний рост, что всегда коррелирует у цитрусовых с повышенной зимостойкостью. В результате исследований для дальнейшего изучения по этому признаку было отобрано 84 гибрида.

**Отбор гибридных сеянцев по силе роста.** Особый интерес представляют комбинации, характеризующиеся наибольшим выходом слаборослых гибридов – более 50 %. Большое количество слаборослых сеянцев отмечено в потомствах, где в качестве материнской формы были использованы сорта *C. unshiu*: 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Сентябрьский', а в качестве отцовских – *C. junos* var. *juzu*, *F. margarita*, *C. ichangensis* и гибрид 202. Процент низкорослых форм среди гибридов в этих комбинациях составил 46-58 %.

**Отбор гибридных сеянцев на скороплодность и раннеспелость.** По скороплодности нами отобраны гибриды, ранее остальных вступавшие в пору плодоношения. Такие гибриды были выделены в небольшом количестве и лишь в четырех комбинациях: *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *P. trifoliata*, *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *C. leiocarpa*, *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *P. trifoliata*, *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *C. leiocarpa*. От ряда комбинаций скрещивания, которые в селекционный процесс были включены в 2008 году и позже, плоды пока получены не были.

При изучении сроков созревания плодов у сеянцев, полученных от разных комбинаций скрещивания, наблюдалось значительное варьирование как между различными семьями, так и в пределах одной семьи, в зависимости от используемых генотипов. Среди сеянцев, вступивших в пору плодоношения, преобладают растения со средними сроками созревания плодов. Наибольший процент растений с ранними сроками созревания плодов получен в комбинациях *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *P. trifoliata* (84,61 %), *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *C. ichangensis* (78,57 %) и *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *C. leiocarpa* (76,47 %).

Для повышения выхода сеянцев с ранним сроком созревания плодов необходимо проводить гибридизацию форм следующим образом: материнская ранняя × отцовская ранняя, материнская ранняя × отцовская средняя.

**Перспективные комбинации скрещивания для создания новых форм с положительными морфологическими признаками.**

Выявлены комбинации, характеризующиеся наибольшим количеством отборов по таким признакам как слаборослость, короткие междоузлия, мелкие листья, одно-двухволновость: *C. unshiu* 'Сентябрьский' × *C. junos* var. *juzu*, 'Пионер-80' × *P. trifoliata*, *C. unshiu* 'Иверия' × *C. 'Ponderosa'*, *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *C. leiocarpa*, *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *P. trifoliata*, *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *F. margarita*. Наибольшее количество перспективных форм с комплексом таких положительных признаков, как раннеспелость и качество плодов выделено в комбинациях *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × гибрид 3252, *C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *C. 'Tangelo'*, *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *C. 'Tangelo'*.

#### 4.3 Отбор перспективных форм мандарина нуцеллярного происхождения

Нуцеллярная полиэмбриония в эволюции цитрусовых сохраняет от гибели ценные формы при их семенном размножении и способствует их биологическому обновлению.

Исследования в этом направлении позволили нам выявить максимальный процент полиэмбрионии который получен в комбинациях: *C. unshiu* 'Miyagawa Wase' × *C. sinensis* 'Valencia' и *C. unshiu* 'Крупноплодный' × гибрид 3252. Высокий процент полиэмбрионии выявлен в комбинациях, где в качестве отцовской формы использовали *C. 'Tangelo'*, *C. leiocarpa*, гибрид 3252. Низкий процент полиэмбрионии отмечен в комбинациях с *C. ichangensis*, *C. junos* var. *juzu*, *C. × insitorum*, *F. margarita*, *P. trifoliata*. В комбинациях с *C. 'Ponderosa'*, *C. × clementina* и гибридом 202 полиэмбриония отсутствует. Особый интерес представляют нуцеллярные сеянцы, полученные от комбинаций, где в качестве исходных форм были использованы низкорослые сорта *C. unshiu*: 'Kowano-Wase', 'Miyagawa Wase', 'Крупноплодный', 'Сентябрьский'.

Среди сеянцев разных комбинаций скрещивания выделен ряд перспективных форм нуцеллярного происхождения. Это среднерослые, кустообразные, раннеспелые (конец сентября – начало октября) растения, с крупными, сочными плодами. Среди нуцеллярных сеянцев выделены четыре элитные формы – 11, 02, 42, 17. Нуцеллярный сеянец 17 (*C. unshiu* 'Kowano-Wase' × *C. 'Tangelo'*) в 2014 г. Ученым советом ВНИИЦиСК утвержден к передаче в Госсортиспытание.

#### 4.4 Отбор перспективных форм мандарина, полученных в результате почковых мутаций

Значительная склонность мандарина к почковым изменениям, в отличие от всех других цитрусовых, заставила нас более внимательно отнестись к вопросу изменчивости их морфологических признаков и биологических особенностей с целью выделения среди них соматических мутаций.

В процессе агробиологического изучения растений в производственных посадках *C. unshiu* 'Kowano-Wase' было выявлено 20 спонтанных мутантов (далее – клоны). Отобранные клоны достигли полного плодоношения, по морфологическим признакам отличаются компактным габитусом, хорошей облиственностью, укороченными междоузлиями, обильным цветением, а по хозяйственным признакам – раннеспелостью, урожайностью, крупными плодами хорошего качества.

Исследованиями установлено, что периоды покоя и начало вегетации выделенных клонов совпадают с исходными формами, но фенофазы проходят в более короткие сроки. Следовательно, клонам требуется более короткий вегетационный период, в связи с чем в зиму они уходят более подготовленными.

В результате 4-летнего изучения выделенных клонов в полевых условиях было отобрано 6 (из них 4 элитных), которые подтвердили свои ценные качества: созревание плодов на 10-15 дней раньше контроля, урожайность превы-

шала контроль в 1-2 раза. Проведен механический и биохимический анализ плодов выделенных клонов.

## **5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВЫДЕЛЕННЫХ ФОРМ МАНДАРИНА**

Для определения экономической эффективности выделенных форм мандарина мы отобрали 4 формы (2 клона и 2 гибрида), переданных решением Ученого совета ВНИИЦиСК на Госсортиспытание: клоны 22 и 33, гибрид 10 и гибрид 17 (табл. 7). Контрольным сортом выбран наиболее распространенный в производственных посадках *C. unshiu* 'Kowano-Wase'.

Таблица 7 – Экономическая эффективность производства мандарина

| Показатель                                    | <i>Kowano-Wase</i> (К) | <i>Клон 22</i> | <i>Клон 33</i> | <i>Гибрид 10</i> | <i>Гибрид 17</i> |
|-----------------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Урожай с дерева, кг/дер.                      | 15,0                   | 17,0           | 22,5           | 18,5             | 23,8             |
| Расчетная (потенциальная) урожайность, т/га   | 21,30                  | 24,14          | 31,95          | 26,27            | 33,80            |
| Себестоимость единицы продукции, тыс.руб./т   | 19,24                  | 19,46          | 19,24          | 19,03            | 19,23            |
| Выручка от реализации продукции, тыс. руб./га | 745,5                  | 844,9          | 1118,3         | 919,5            | 1183,0           |
| Общие затраты, тыс. руб./га                   | 410                    | 470            | 615            | 500              | 650              |
| Прибыль от реализации продукции, тыс. руб./га | 335,5                  | 374,9          | 503,3          | 419,3            | 533,0            |
| Рентабельность продукции, %                   | 17,40                  | <b>19,26</b>   | <b>26,15</b>   | <b>22,03</b>     | <b>27,71</b>     |

Поскольку производственных посадок этих форм пока не существует, было принято решение рассчитать потенциальную урожайность, основанную на размерах урожая с одного дерева и схеме посадки  $2 \times 3,5$  м, принятой для низкорослых форм мандарина.

Таким образом, по уровню рентабельности, выделенные формы мандарина превышают контроль. Наиболее эффективным будет производство мандарина гибрид 17 с уровнем рентабельности 27,71 % и клон 33 – 26,15 %.

## **ВЫВОДЫ**

1. Генофонд цитрусовых во влажных субтропиках России представлен 127 таксонами. Основными принципами отбора исходного материала для селекции мандарина в этом регионе определены: для материнских форм – урожайность, скороплодность, средне- или раннеспелость, низкорослость, высокое качество плодов; для отцовских – морозоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, раннеспелость, высокая жизнеспособность пыльцы, одноплодность семян.

2. Достоверную оценку жизнеспособности пыльцы цитрусовых обеспечивает использование питательной среды, содержащей 15 % сахарозы и 1 % агар-агара, а также соблюдение одинаковой определенной густоты посева

пыльцевых зерен. Самая высокая жизнеспособность отмечена у *C. 'Tangelo'*, *C. 'Ponderosa'* и гибрида 3252 (60–62 %).

3. Выделены носители хозяйственно-ценных признаков (низкорослость, раннеспелость, холодостойкость, урожайность и качество плодов): *C. unshiu 'Kowano-Wase'*, *C. unshiu 'Miyagawa Wase'*, *C. unshiu 'Пионер-80'*, *C. unshiu 'Крупноплодный'*, *C. unshiu 'Иверия'*, *C. unshiu 'Сентябрьский'*, *C. leiocarpa*, *C. × insitorum*, *Fortunella margarita*.

4. При отдаленной гибридизации мандарина наиболее эффективными опылителями для завязывания гибридных семян являются *C. 'Tangelo'* и гибрид 3252 [(*C. unshiu × P. trifoliata*) × *C. leiocarpa*].

5. Максимальный процент полиэмбрионии (44–60 %) обеспечивается использованием в качестве отцовского компонента *C. sinensis 'Valencia'*, гибрид 3252, *C. 'Tangelo'* и *C. leiocarpa*.

6. Получение наибольшего количества гибридов мандаринового типа дают комбинации, где в качестве отцовских родительских форм используются *C. 'Tangelo'*, *C. leiocarpa*, *C. sinensis 'Valencia'*, гибрид 3252, обеспечивающие в потомстве доминирование признаков культурного вида.

7. Наиболее перспективными для получения форм с хозяйственно-ценными для влажных субтропиков России признаками выявлены следующие комбинации: *C. unshiu 'Kowano-Wase' × гибрид 3252*, *C. unshiu 'Kowano-Wase' × C. 'Tangelo'*, *C. unshiu 'Miyagawa Wase' × C. 'Tangelo'*.

8. В результате проведенных многолетних исследований выделены 110 перспективных гибридов (из них 27 элитных), обладающих признаками слаборослости, раннеспелости, холодостойкости и хорошего качества плодов и 13 нуцеллярных сеянца (из них 4 элитных), отличающихся раннеспелостью и качеством плодов. Нуцеллярный сеянец 17 (*C. unshiu 'Kowano-Wase' × C. 'Tangelo'*) и гибрид 10 (*C. unshiu 'Kowano-Wase' × гибрид 3252*) в 2014 г. Ученым советом ВНИИЦиСК утвержден к передаче в Госсортиспытание.

9. Выделены 20 спонтанных мутантов (клонов) из них 4 элитных в производственных посадках *C. unshiu 'Kowano-Wase'*, отличающихся высокой урожайностью и раннеспелостью. Клоны 22 и 33 в 2014 г. Ученым советом ВНИИЦиСК утверждены к передаче в Госсортиспытание.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

Для промышленного и любительского садоводства на Черноморском побережье России рекомендуются районированные слаборослые, раннеспелые сорта мандарина *C. unshiu 'Kowano-Wase'*, *C. unshiu 'Miyagawa Wase'*, *C. unshiu 'Иверия'*, *C. unshiu 'Сентябрьский'*, *C. unshiu 'Крупноплодный'*, а также сорта и перспективные гибриды: *C. unshiu 'Пионер-80'*, *C. unshiu 'Сочинский 23'*, клон 22, клон 33, нуцеллярный сеянец 17, гибрид 10.

Для использования в селекции в качестве источников ценных биологических и хозяйственных признаков рекомендуется ряд форм (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Формы цитрусовых культур, рекомендуемые для использования в дальнейшей селекции в качестве источников ценных биологических и хозяйственных признаков

### Список работ, опубликованных по теме диссертации:

#### Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1. Кулян, Р.В. Селекция цитрусовых (мандарина) в условиях субтропической зоны Краснодарского края / Р.В. Кулян // Садоводство и виноградарство. – 2013. – № 2. – С. 11-16.
2. Рындин, А.В. Характеристика генетического потенциала современного сортимента цитрусовых на Черноморском побережье Краснодарского края и возможности его использования в селекции мандарина / А.В. Рындин, Р.В. Кулян // Вестник Россельхозакадемии. – 2013. – № 6. – С. 41-45.
3. Рындин, А.В. Возможности повышения зимостойкости цитрусовых во влажных субтропиках России / А.В. Рындин, Р.В. Кулян // Плодоводство и ягодоводство России. – 2013. – Т. 37. – № 2. – С. 204-207.
4. Кулян, Р.В. Комбинационная способность форм цитрусовых при межродовой и межвидовой гибридизации / Р.В. Кулян // Сельскохозяйственная биология. Сер. Биол. раст., 2014. – № 1. – С. 36-41.
5. Кулян, Р.В. Великолепие цитрусовых / Р.В. Кулян // Цветоводство. – 2014 – № 2. – С. 18-21.

#### Публикации в других журналах, сборниках и материалах совещаний

6. Кулян, Р.В. Влияние гамма и лазерных лучей на семена цитрусовых / Р.В. Кулян // Научное обеспечение сельскохозяйственного производства: тез. докл. II краевой школы мол. ученых. – Краснодар: ВНИИРиса, 1997. – С. 45.
7. Кулян, Р.В. Создание исходного материала для селекции цитрусовых / Р.В. Кулян // Интродукция нетрадиционных и редких сельхоз. растений: матер. науч.-практ. конф. Т. 2. – Пенза, 1998. – С. 38-39.
8. Кулян, Р.В. Приёмы экспериментального мутагенеза в селекции цитрусовых / Р.В. Кулян // Основные проблемы научного обеспечения развития цветоводства и субтропического растениеводства в условиях рыночной экономики: сб. тр. ВНИИЦиСК. – Сочи: ВНИИЦиСК, 1998. – С. 15-17.

9. Кулян, Р.В. Основные направления и задачи селекции цитрусовых на юге России / Р.В. Кулян, Ж.Т. Гамузов // Современные проблемы научных исследований развития садоводства, субтропического растениеводства и цветоводства: матер. междунар. науч. конф. – Сочи: ВНИИЦиСК, 1999. – С. 45-46.
10. Кулян, Р.В. Использование культуры изолированных зародышей в создании исходного материала для селекции цитрусовых / Р.В. Кулян, Т.М. Коломиец // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: сб. тр. III междунар. симпозиума. – Москва-Пушино, 1999. – С. 335-337.
11. Кулян, Р.В. Возможности отбора полиплоидных форм чая и лимона на ранних этапах селекции / Р.В. Кулян, Н.С. Киселёва // Современные проблемы обеспечения отрасли садоводства и виноградарства на пороге 21 века: матер. конф. молод. учёных. – Краснодар, 1999. – С. 2.
12. Воронцов, В.В. Изучение возможностей реализации генетического потенциала рода цитрус в создании сортов с повышенной адаптивностью к экстремальным факторам / В.В. Воронцов, Р.В. Кулян, А.П. Токарев, Е.С. Арутюнова // Наука Кубани. – 2000. – №5 (ч.2). – Краснодар. – С. 37 – 38.
13. Мохно, В.С. Культура цитрусовых в адаптивной системе субтропического плодоводства / В.С. Мохно, Р.В. Кулян, А.П. Токарев // Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования: матер. IV междунар. симп. – Москва: Изд-во РУДН, 2001. – С. 218-220.
14. Мохно, В.С. К вопросу о селекции цитрусовых на юге Краснодарского края / В.С. Мохно, Р.В. Кулян, А.П. Токарев // Проблемы НИР и развития субтропического и южного садоводства в 2001-2005 гг.: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Сочи, 2001. – С. 44-47.
15. Мохно, В.С. Современные подходы к созданию сортов цитрусовых культур / В.С. Мохно, Р.В. Кулян, А.П. Токарев // Формы и методы повышения экономической эффективности регионального садоводства и виноградарства: сб. науч. тр. – Т. 1. – Краснодар, 2001. – С. 236-239.
16. Кулян, Р.В. Селекция цитрусовых на юге России / Р.В. Кулян, В.С. Мохно // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйств. растений: сб. матер. IV междунар. науч.-практ. конф. – Т. 2. – Ульяновск, 2002. – С. 114-117.
17. Мохно, В.С. Возможности реализации генетического потенциала рода Цитрус в создании сортов с повышенной адаптивностью к экстремальным факторам среды / В.С. Мохно, Р.В. Кулян // Сб. матер. коорд. совещ. селекционеров-садоводов и виноградарей. – Краснодар, 2002. – С. 164-167.
18. Мохно, В.С. Селекция цитрусовых на юге России / В.С. Мохно, Р.В. Кулян // Интеграция науки и производства в развитии субтропического производства: тез. докл. науч.-практ. конф., Сочи, 28-31 октября 2003 г. – Сочи, ГНУ ВНИИЦиСК, 2003. – С. 52-55.
19. Кулян, Р.В. Получение гибридных семян мандарина Ковано-Васе / Р.В. Кулян // Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 г.: матер. науч.-практ. конф. – Сочи, ГНУ ВНИИЦиСК, 2004. – С. 35-37.
20. Мохно, В.С. Селекция цитрусовых культур: мандарин, лимон, апельсин, грейпфрут / В.С. Мохно, Р.В. Кулян, А.П. Токарев // В сб. «Программа селекционных работ по плодовым, ягодным, цветочно декоративным культурам и винограду Союза селекционеров Северного Кавказа на период до 2010 г.». – Т. 1. – Краснодар, 2005. – С. 283-287.
21. Кулян, Р.В. Создание сортов на юге России / Р.В. Кулян // Биоресурсы, биотехнологии, экологически безопасное развитие агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. ГНУ ВНИИЦиСК. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2007. – С. 221-231.
22. Кулян, Р.В. Цитрусовые культуры в декоративном садоводстве / Р.В. Кулян // Декоративное садоводство России: сб. науч. тр. ГНУ ВНИИЦиСК. – Вып. 41. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2008. – С. 397-402.
23. Кулян, Р.В. Перспективы использования зимостойких цитрусовых в селекции / Р.В. Кулян // Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России: матер. всерос. науч.-метод. конф. – Орел: ВНИИСПК, 2008. – С. 162-163.

24. Кулян, Р.В. Анализ влияния условий среды и особенностей генотипа на биологический потенциал гибридов мандарина / Р.В. Кулян // Новые нетрадиционные растения и перспективы их интродукции: матер. VII междунар. симпоз. – Москва-Пушино, 2009. – С. 3
25. Кулян, Р.В. Совершенствование сортимента цитрусовых культур методом нуцеллярной полиэмбрионии / Р.В. Кулян // Интродукция нетрадиционных и редких растений: матер. II науч.-метод. конф. – Т. 1. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2010. – С. 112-116.
26. Кулян, Р.В. Морфо-биологическая характеристика некоторых гибридов мандарина от межвидовых скрещиваний / Р.В. Кулян // Совершенствование сортимента и технологий возделывания плодовых и ягодных культур: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Орёл: ВНИИСПК, 2010. – С. 116-118.
27. Кулян, Р.В. Биологические особенности новых форм цитрусовых, полученные путём отдалённой гибридизации / Р.В. Кулян // Развитие научного наследия И.В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур: матер. междунар. конф. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2010. – С. 196-199.
28. Кулян, Р.В. Цитрусовые культуры для комнатного садоводства / Р.В. Кулян, А.П. Токарев // Дендрология в начале XXI века: матер. междунар. науч. чтений памяти Э.Л. Вольфа, Санкт-Петербург, 6-8 октября 2010 г. – СПб: Изд-во политехн. ун-та, 2010. – С. 117-121.
29. Кулян, Р.В. Методы создания современных сортов цитрусовых / Р.В. Кулян // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Вып. 44. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК, 2011. – С. 94-100.
30. Кулян, Р.В. Цитрусовые культуры в интерьере / Р.В. Кулян // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Вып. 45. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК, 2011. – С. 296-300.
31. Кулян, Р.В. Новые перспективные гибриды мандарина / Р.В. Кулян // Новации в горном и предгорном садоводстве: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Нальчик, 2011. – С. 141-145.
32. Кулян, Р.В. Селекция цитрусовых на основе мутационной изменчивости и отдалённой гибридизации / Р.В. Кулян // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция): матер. конф. – Т. IV, Ч. II. – М.: ВСТИСП, 2011. – С. 480-481.
33. Мохно, В.С. Цитрусовые культуры. / В.С. Мохно, Р.В. Кулян, А.П. Токарев // В кн. «Современные методологические аспекты организации сельскохозяйственного процесса в садоводстве и виноградарстве». – Краснодар, 2012. – С. 430-436.
34. Кулян, Р.В. Цитрусовые культуры как объект для селекции / Р.В. Кулян // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Вып. 45. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК, 2012. – С. 71-74.
35. Кулян, Р.В. Источники хозяйственно-ценных признаков в коллекции цитрусовых культур ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии / Р.В. Кулян // Научные исследования в субтропиках России. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – С. 96-100.

#### ***В международных изданиях***

36. Кулян, Р.В. Значение метода культуры изолированных зародышей в селекции цитрусовых / Р.В. Кулян // Оптимизация селекционного процесса на основе генетических методов: матер. междунар. науч. конф. – Харьков, 1999. – С. 84-86.
37. Кулян, Р.В. Отдалённая гибридизация на Черноморском побережье Краснодарского края / Р.В. Кулян, А.П. Токарев // Субтропические культуры. – Анасеули, 2010. – № 1-4. – С. 19-21.
38. Кулян, Р.В. К вопросу морозоустойчивости цитрусовых в субтропиках России / Р.В. Кулян // Нетрадиционные новые и забытые виды растений: науч. и практ. аспекты культивирования: сб. тр. – Киев, 2013. – С. 280-283.

#### ***Методические пособия***

39. Каталог цитрусовых культур. Коллекция ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии / сост. В.М. Горшков, В.А. Фогель, Р.В. Кулян; под ред. А.В. Рындина. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, 2013. – 91 с.