

На правах рукописи



Герасимчук Владимир Николаевич

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *MAGNOLIA* L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

1.5.9. Ботаника

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Ялта – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

Научный руководитель: **Плугатарь Юрий Владимирович,**
доктор сельскохозяйственных наук,
чл.-корр. РАН, директор ФГБУН «НБС-ННЦ»

Официальные оппоненты: **Баранова Ольга Германовна,**
доктор биологических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник, Федеральное
государственное бюджетное учреждение
науки «Ботанический институт имени
В.Л. Комарова РАН»;

Солтани Галина Александровна,
кандидат биологических наук, ведущий
научный сотрудник, Федеральное
государственное бюджетное учреждение
«Сочинский национальный парк»

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Крымский федеральный
университет имени В.И. Вернадского»

Защита диссертации состоится «12» ноября 2021 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.199.01 (Д 900.011.01) при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; e-mail: dissovvet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «НБС-ННЦ» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52, адрес сайта:

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Корженевская Юлия Владиславовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Культурфитоценозы Крыма характеризуются динамично возрастающей антропогенной нагрузкой, особенно на Южном побережье. Активное рекреационное строительство в этом регионе приводит к сокращению зеленых зон и, соответственно, комфортной среды для человека. В декоративных насаждениях Южного берега Крыма (ЮБК) из древесных растений преобладают хвойные и листопадные деревья. Красивоцветущие деревья в настоящее время представлены ограниченно. Субтропический климат ЮБК позволяет увеличить процент красивоцветущих лиственных деревьев в культурфитоценозах.

Данным требованиям отвечают представители реликтового рода *Magnolia* L., объединяющего вечнозеленые, листопадные деревья и кустарники, произрастающие преимущественно в субтропических регионах Центральной и Восточной Азии, Востока Северной Америки (Azuma et al., 2001; Nie et al., 2008). Однако следует отметить, что многие виды реликтовых растений семейства Magnoliaceae Juss. находятся под угрозой исчезновения. В дикой природе почти наполовину (48%) сократилось число видов магнолий, одной из древнейших групп растений, которая пережила эпохи глобальных климатических изменений. Именно коллекции *ex situ* ботанических садов, дендрариев, семенных банков являются жизненно важной гарантией сохранности видов магнолий и могут быть использованы для исследований уникальных адаптационных механизмов реликтов, их распространения не только в декоративном садоводстве, а также для репатриации в ареалы естественного произрастания (Минченко, Коршук, 1987; Петухова, 2003; Палагеча, 2011).

Интродукционное испытание магнолий в открытом грунте в России впервые началось в 1813 году в Никитском ботаническом саду (НБС). В первых посадках Арборетума НБС произрастали, но в настоящее время отсутствуют, следующие виды: *M. acuminata* (интродуцирована в 1814 г.), *M. glauca* (1813 г.), *M. tripetala* (1817 г.), *M. denudata* (1842 г.), *M. macrophylla* (1840 г.) (Анисимова, 1939).

В «Каталоге дендрологической коллекции Арборетума ГНБС» указывается 19 таксонов магнолий, из них 13 видов, 1 разновидность и 5 садовых форм (Галушко и др., 1993). По результатам инвентаризации в Арборетуме НБС в настоящее время культивируется 13 таксонов магнолий, относящиеся к 3 видам, 2 разновидностям, 8 садовым формам (Плугатарь и др., 2015; Коба и др., 2018; Герасимчук, 2018; Plugatar et al., 2015, 2018, 2019). Видовое и формовое разнообразие магнолий на Черноморском побережье Кавказа (ЧПК) в парке «Дендрарий» (г. Сочи) насчитывает 35, в парке «Южные культуры» (Адлерский район г. Сочи) – 23, в Субтропическом ботаническом саду Кубани (с. Уч-Дере, г. Сочи) – 58 видовых и внутривидовых таксонов (Солтани и др., 2014, 2016; Карпун, Кувайцев, 2017). В некоторых частных коллекциях на территории Российской Федерации на сегодняшний день культивируется более 80 видов и садовых форм рода *Magnolia* L. Одной из главных задач интродукционных исследований в ботанических садах является сохранение и пополнение коллекций.

В культурфитоценозах, а также в городских насаждениях ЮБК встречается не менее 19 видовых и внутривидовых таксонов магнолий, наиболее

распространена вечнозеленая *M. grandiflora*, интродуцированная в НБС в 1817 г. Среди листопадных магнолий в Арборетуме НБС наиболее представлены *M. × soulangeana*, *M. kobus*, их разновидности и садовые формы. Эти таксоны были выбраны в качестве основных объектов исследования.

Степень разработанности темы. Большинство отечественных научных исследований посвящено интродукции и использованию магнолий в качестве декоративных растений (Гинкул, 1939; Сліпушенко, 1963; Микешин, 1972; Колесников, 1974; Петухова, 2003; Сулова, 2006; Келина, Карпун, 2009, 2011б; Косенко и др., 2010; Шовган, 2010; Петухова, Каменева, 2011; Хварцкия, 2013, 2018; Карпун и др., 2016; Палагеча, 2011; Гордійчук, 2017; Фирсов, Семенова, 2018). За рубежом ведутся активные исследования магнолий, как источника лекарственного сырья (Kim Y.-G. et al., 1998; Shi, 2000; Sarker, 2002; Kamińska, Śliwa, 2003; Koettera et al., 2009). Также выявлена инсектицидная активность соединений, содержащихся в вегетативных органах *M. grandiflora* (Ali et al., 2020). Изучены вопросы влияния фитофагов и фитопатогенов на магнолии в природных ареалах и культурфитоценозах, как одного из негативных биотических факторов окружающей среды (Held, 2004; Knox et al., 2013; Gilman et al., 2019). Богатый опыт в вопросах размножения и агротехники листопадных магнолий наработан отечественными и зарубежными учеными (Минченко, Коршук, 1987; Коршук, Палагеча, 2007; Келина, 2009, 2011, 2013; Палагеча, 2011; Radomir, 2012; Малосиева, Андрейченко, 2014; Sokolov, Atanassova, Iakimova, 2014; Саидов, Холов, Саьдуллоев, 2015; Карпун, Хварцкия, 2016; Спиридонович, Гаранович, 2017; Sereda, Lutsenko, Vereshchagina, 2017). Подробно изучены биологические особенности цветения и плодоношения интродуцированных представителей рода *Magnolia* L. в условиях Российского Дальнего Востока (Петухова, 2003; Каменева, 2015, 2018). В НБС описаны история интродукции и использование магнолий в декоративном садоводстве (Анисимова, 1939; Головнев, Головнева, 2017), изучены некоторые аспекты репродуктивной биологии *M. kobus* и *M. grandiflora* (Тер-Погосян, 2002, 2004, 2005; Шевченко, Тер-Погосян, 2007; Шевченко, 2010), а также представлены данные фитосанитарного мониторинга *M. grandiflora* в Арборетуме НБС (Исиков, Трикоз, 2017).

Таким образом, несмотря на то, что представители рода *Magnolia* L. изучены в условиях ЮБК, как в биологическом, так и в экологическом аспектах, адаптационные механизмы в условиях воздействия неблагоприятных экологических факторов остались вне внимания исследователей. В связи с этим, для повышения эффективности культивирования необходимо дальнейшее проведение интродукционных исследований с целью оценки адаптационного потенциала, выявления особенностей влияния условий произрастания на жизненные характеристики, что должно обеспечить расширение возможностей эффективного использования видов, разновидностей и садовых форм рода *Magnolia* L. в озеленении Южного Крыма.

Цели и задачи исследования. Цель работы – выявить особенности адаптации вечнозеленых и листопадных магнолий к стрессовым факторам окружающей среды в условиях культурфитоценозов Южного Крыма и выделить наиболее перспективные таксоны для использования в зеленом строительстве.

Задачи исследования:

1. Изучить видовое и формовое разнообразие магнолий в Крыму.
2. Проанализировать процессы роста и развития магнолий на ЮБК.
3. Изучить влияние экологических факторов окружающей среды на рост и развитие магнолий.
4. Изучить жизненное состояние магнолий.
5. Определить видовой состав насекомых-опылителей магнолий.
6. Проанализировать особенности семенного размножения, семенной продуктивности и аллелопатических свойств саркотесты семян магнолий.
7. Изучить морфометрические параметры плодов и семян.
8. Дать оценку успешности интродукции представителей рода *Magnolia* L. в культурфитоценозах ЮБК и Предгорного Крыма и оценить их адаптационный потенциал.

Научная новизна.

Впервые выявлено видовое и формовое разнообразие магнолий, культивируемых на ЮБК, включающее 5 видов, 2 разновидности, 12 садовых форм и в Предгорном Крыму – 6 видов, 2 разновидности, 12 садовых форм. Установлены особенности и динамика сезонного роста и развития магнолий, заключающиеся в тесной корреляции термического фактора с основными фенофазами. Для *M. grandiflora* термический фактор (Σt°) оказывает наиболее значимое положительное влияние на фазу «начало цветения», *M. kobus* – на фазу «конец цветения». У *M. × soulangeana* выявлена отрицательная корреляция термического фактора с фазой «начало цветения». Выявлены особенности влияния эдафических факторов на рост и развитие магнолий. Основным лимитирующим фактором является высокая скелетность почвы. Запасы гумуса в почве оказывают положительное влияние на рост и развитие магнолий. На ЮБК более высоким уровнем адаптации к повышенному содержанию карбонатов в почве характеризуется *M. grandiflora*. Впервые применен комплексный подход в определении жизненного состояния магнолий методом пространственной импульсной томографии, заключающегося в диагностике микогенных деструкций древесины, вызванных базидиальными ксилотрофами, и визуального осмотра деревьев. Выявлена прямая зависимость наличия и степени деструкций древесины *M. grandiflora* от возраста деревьев. Определен видовой состав насекомых, посещающих цветки *M. grandiflora*, включающий шесть видов из отрядов Diptera, Hymenoptera, Coleoptera. Основным видом насекомых-опылителей *M. grandiflora* в условиях ЮБК является *Apis mellifera*. Изучены особенности семенного размножения и семенной продуктивности, аллелопатической активности саркотесты семян магнолий. Регулярным обильным плодоношением на ЮБК характеризуется *M. grandiflora*. Листопадные магнолии формируют единичные плоды не ежегодно, что сопряжено с отсутствием лета потенциальных насекомых-опылителей в период цветения на ЮБК. Выявлено, что наиболее сильным ингибирующим действием прорастания семян обладает свежая саркотеста *M. × soulangeana*. Разлагающаяся саркотеста *M. grandiflora* теряет свои ингибирующие свойства. Впервые применена модифицированная шкала оценки успешности интродукции магнолий в условиях ЮБК и Предгорного Крыма, на основании которой выделены наиболее перспективные таксоны для озеленения. Наиболее адаптированной к условиям

ЮБК является *M. grandiflora*, включая садовые формы, Предгорного Крыма – *M. kobus* и *M. × soulangeana*, включая разновидности и садовые формы. Полученные результаты позволяют определить перспективы введения новых таксонов магнолий в культурфитоценозы Южного Крыма.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные о семенной продуктивности, условиях хранения и сроках посева семян могут применяться для разработки приемов размножения объектов исследования. Данные о состоянии древесины старовозрастных деревьев позволят разработать методы их сохранения. Материалы исследования могут быть использованы в учебном процессе биологических факультетов ВУЗов и мероприятиях научно-практической направленности. Полученные результаты оценки успешности интродукции магнолий могут стать основой для разработки перспективного ассортимента для озеленения регионов исследования.

Методология и методы исследования. Методология работы основана на современных исследованиях в областях фенологии, почвоведения, семеноведения, инструментальной диагностики и математического статистического анализа. Для исследования представителей рода *Magnolia* L. был применён комплекс общепринятых и новых методик сбора и анализа данных.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эдафические и гидротермические условия исследуемого региона относятся к основным лимитирующим факторам культивирования магнолий, поскольку оказывают значительное влияние на процессы их роста и развития.

2. Наличие или отсутствие деструктивных процессов в древесине магнолий являются одними из основных критериев определения их жизненного состояния.

3. Адаптационные возможности североамериканского вида *M. grandiflora* проявляются прохождением всех фаз развития и устойчивостью к абиотическим факторам ЮБК. Восточноазиатские виды *M. kobus* и *M. × soulangeana* более полно реализуют свой адаптационный потенциал в условиях Предгорного Крыма.

4. Комплексный подход в оценке успешности интродукции магнолий позволяет выделить наиболее перспективные таксоны для использования в озеленении: на ЮБК – *M. grandiflora* с садовыми формами, в Предгорном Крыму – *M. kobus* и *M. × soulangeana*, включая разновидности и садовые формы. На ЮБК *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы использовать в озеленении как ранневесеннецветущие высокодекоративные растения.

Степень достоверности результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается большим объемом фактического материала, собранного и проанализированного автором самостоятельно в процессе исследований на коллекционных участках ФГБУН «НБС-ННЦ» и в культурфитоценозах ЮБК и Предгорного Крыма, а также публикациями, отражающими основные результаты диссертационных исследований.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и материалы диссертационной работы были представлены в виде ежегодных отчетов на заседаниях Ученого Совета ФГБУН «НБС-ННЦ», а также в виде докладов на семи международных, общероссийских и региональных научных конференциях: «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование»

(Москва, 2017); «XXX Международный конгресс по садоводству» (Стамбул, 2018); «Современные задачи и актуальные вопросы лесоведения, дендрологии, парковедения и ландшафтной архитектуры» (Ялта, 2018); «I Международный симпозиум по ботаническим садам и ландшафтной архитектуре» (Бангкок, 2019); «Передовые технологии для устойчивого развития городской зеленой инфраструктуры» (Москва, 2020); «Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия» (Томск, 2020); «Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент» (Санкт-Петербург, 2021).

Личный вклад соискателя. Совместно с научным руководителем выбраны тема, объекты и методы исследования, проведено теоретическое обоснование данных. Результаты исследований опубликованы соискателем самостоятельно и в соавторстве.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ: 5 статей в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, из них 3 входящие в международные базы данных, 4 в иных рецензируемых журналах, 1 монография и 4 в материалах научных конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 разделов, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа изложена на 171 странице и включает 23 таблицы, 67 рисунков и 6 приложений. Список литературы содержит 242 источника, в том числе 96 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MAGNOLIA* L.

Раздел состоит из пяти подразделов, в которых дана общая характеристика (Тахтаджян, 1980, 1987; Недолужко, 1995; Nootboom, 2000; Hillier, Coombes, 2003; Figlar, Nootboom, 2004; Коропачинский, Встовская, 2012; Элайс, 2014; Фирсов, Семенова, 2018;), рассматривается описание различных взглядов на систематическое положение рода *Magnolia* L. (Linnæi, 1753, 1758; Dandy, 1927; Krüssman, 1985; Law, 1984; Callaway, 1994; Azuma et al., 2001; Kim S. et al., 2001; Figlar, 2002; Liu et al., 2004; Xia, Liu, Nootboom, 2008; <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Magnolia>). Представлены современные данные о природном и культигенном ареалах (Дылевский, 1912; Гинкул, 1939; Щербаков, 1939; Родионенко, 1954; Krüssmann, 1985; Термена, Турлай, 1992; Azuma, 2001; Петухова, 2003; Романов, Бобров, 2003; Коршук, Палагеча, 2007; Баркалов, 2009; Карпун, 2010; Келина, Карпун, 2011б; Палагеча, Таран, Бацманова, 2009; Карпун, Хварцкия, 2016; Гордейчук, Кубинская, Евсикова, 2017; Kuhns, 2001; Kwon, Oh, 2015; Samaha, 2017), история интродукции магнолий в Крыму (Анисимова, 1939).

РАЗДЕЛ 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Крымский полуостров расположен в юго-западной части России, омывается Черным и Азовским морями. По характеру рельефа полуостров делится на три неравные части: Северо-Крымская равнина с Тарханкутской возвышенностью, грядово-холмистые равнины Керченского полуострова с проявлением грязевого вулканизма и горный Крым, простирающийся тремя

грядами – Главной (южной), Внутренней и Внешней (северной), разделёнными продольными равнинами. Между южной грядой основного хребта Крымских гор и Черным морем тянется узкая береговая полоса. Часть ее от мыса Айя до горно-вулканического массива Карадаг называют Южным берегом Крыма. Для ЮБК и частично – юго-западной части Крыма характерны коричневые почвы, сформировавшиеся под сухими лесами и кустарниковыми зарослями (Современные ландшафты..., 2009; Драган, 2011). Географическое положение ЮБК, защищенность его с севера горами, близость теплого Черного моря обуславливают формирование климата средиземноморского типа с преобладанием осенне-зимних осадков, умеренно жарким засушливым летом и мягкой зимой с частыми оттепелями (Климатический атлас..., 2000).

Арборетум НБС (четыре парка) расположен в центральной части ЮБК. Преобладающий тип почв на данной территории – агрокоричневые почвы культурфитоценозов (Почвы парков..., 2018). Среднегодовая температура в районе расположения парков составляет +12,4°C. Средняя температура зимнего периода +3,2°C, летнего +23,4°C Абсолютный минимум, зафиксированный в феврале 1930 г., составил –14,6°C, максимум в августе 1998 г. +39,0°C. Среднегодовое количество осадков для данного района – 595 мм, большая их часть выпадает в осенне-зимний период (Плугатарь, Корсакова, Ильницкий, 2015).

РАЗДЕЛ 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись 10 таксонов рода *Magnolia* L.: *M. grandiflora*, *M. grandiflora* 'Hartwissiana', *M. grandiflora* 'Little Gem', *M. grandiflora* 'Rotundifolia', *M. kobus*, *M. kobus* var. *borealis*, *M. kobus* var. *loebneri*, *M. kobus* var. *loebneri* 'Merrill', *M. × soulangeana*, *M. × soulangeana* 'Alexandrina'. Комплексные исследования проводились с 2017 по 2021 гг. на территории четырех парков Арборетума ФГБУН «НБС-ННЦ» (г. Ялта).

Фенологические наблюдения проводились по методике И.В. Голубевой, Р.В. Галушко, А.М. Кормилицына (1977). Перевод календарных дат в непрерывный ряд производился по методике Г.Н. Зайцева (1981). Биометрические наблюдения по методике В.В. Смирнова, А.А. Молчанова (1967). Все фазы роста и развития растений рассматривали в связи с температурными показателями по данным агрометеорологической станции «Никитский сад» Крымского УГМС за 2018-2020 гг. Аналогичная информация по другим регионам интродукции и природным ареалам магнолий взята на метеорологическом сайте <https://rp5.ru>. Сбор потенциальных насекомых-опылителей проводили вручную и с использованием сачка в утренние, дневные и вечерние часы в период массового цветения магнолий. Для идентификации использовался определитель насекомых Юга России (Определитель насекомых..., 2016). Интенсивность цветения и плодоношения определяли по методике В.Г. Каппера (1930) в модификации Н.Е. Булыгина (1979). Семенную продуктивность (потенциальную и фактическую) и коэффициент семенной продуктивности определяли по методикам Т.А. Работнова (1960) и И.В. Вайнагий (1974). Изучение семян проводили согласно «Методическим указаниям по семеноведению интродуцентов» (1980). Естественное возобновление определяли визуально по наличию самосева исследуемых растений. Для определения аллелопатического влияния саркотесты семян

магнолий был использован метод биологических проб (Гродзинский, 1965). Морфометрические параметры семян и многолисточков, а также масса 1000 семян (с саркотестой и без саркотесты) определяли по ГОСТу 13056.4-67. При полевых и лабораторных исследованиях использованы общепринятые стандартные в российском почвоведении и агрохимии методы. Объемная масса определялась по Н.А. Качинскому (1958), гумус определялся по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО) (1987), CaCO₃ – газовольюметрическим методом, рН водной суспензии – потенциометрически. Для анализа деструктивных изменений тканей древесины использовали метод пространственной импульсной томографии с использованием прибора Arbotom® АВТ05-S с программным обеспечением Arbotom® v2 (Arbotom Manual, 2012). Оценка успешности интродукции магнолий определялась с помощью модифицированной числовой интегральной оценки в 100-бальной шкале по семи показателям. Для магнолий на ЮБК на замену «зимостойкости» был применен показатель «состояние древесины». За основу была принята методика П.И. Лапина, С.В. Сидневой (1973). Названия растений представлены в соответствии с базами данных The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) и International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/>). Статистическая и графическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью пакета программы «Microsoft Excel 2010», которая включает стандартные методы обработки рядов наблюдений на основе математической статистики и анализа данных. Рисунки редактировались с помощью программ «SketchUp LayOut 2017», «MS Paint 2010» и «MS Visio 2010».

РАЗДЕЛ 4 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНОЛИЙ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

4.1 Анализ видового и формового разнообразия рода *Magnolia* L. в Крыму

В результате маршрутного обследования культурфитоценозов Крыма выявлено 6 видов, 2 разновидности, 21 садовая форма магнолий. Род *Magnolia* L. в культурфитоценозах ЮБК в основном представлен *M. grandiflora*, в Предгорном Крыму – садовыми формами *M. × soulangeana*, *M. liliiflora* и садовыми формами гибридного происхождения. По возрастной структуре к наиболее старовозрастным деревьям были отнесены многочисленные экземпляры *M. grandiflora* и единичные – *M. × soulangeana*, произрастающие в парках-памятниках ЮБК, созданных в XIX в. Наибольшее количество старовозрастных деревьев *M. grandiflora* произрастает в ландшафтном парке «Алупкинский». В озеленении общественных пространств ЮБК из представителей рода *Magnolia* L. также преобладает североамериканский вид *M. grandiflora*.

4.2 Ритмы роста и развития магнолий в Арборетуме Никитского ботанического сада

В результате исследований установлено, что *M. grandiflora* проходит полный цикл развития в культурфитоценозах Арборетума НБС. *M. kobus*, включая разновидности и садовые формы и *M. × soulangeana* с садовыми формами формируют полноценные плоды и семена не ежегодно. Согласно классификации В.Н. Голубева (1996) по началу вегетации объекты исследования относятся к ранне- и средневесенней (март-апрель) и поздневесенней (май) феногруппам. По началу цветения выделены ранневесенняя (март),

средневесенняя (апрель) и раннелетняя феногруппы (июнь). За три года фенологических наблюдений наиболее ранние/поздние сроки набухания и распускания вегетативных почек у *M. grandiflora* приходятся соответственно на II декаду апреля / II декаду мая и I декаду мая / III декаду мая, у *M. kobus* var. *loebneri* – II декаду марта / I декаду апреля и III декаду марта / I декаду апреля, *M. × soulangeana* – I декаду марта / III декаду марта и III декаду марта / I декаду апреля (таблица 1). В условиях ЮБК у магнолий фаза роста побегов имеет только одну генерацию.

Таблица 1 – Фенологические фазы *Magnolia grandiflora*, *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana* (2018-2020 гг.)

Дата начала фенофазы	Набухание почек	Распускание почек	Развертывание листьев	Бутонизация	Цветение			Начало созревания семян	Осыпание семян	Листопад
					начало	массовое	конец			
<i>M. grandiflora</i>										
Min	20.04	08.05	15.05	01.05	14.05	01.06	05.07	21.09	04.11	02.05
Max	14.05	21.05	01.06	10.06	26.06	10.07	27.07	22.10	15.12	28.06
Сре дня	02.05	14.05	23.05	21.05	04.06	20.06	16.07	06.10	25.11	30.05
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>										
Min	15.03	24.03	30.03	25.02	07.03	22.03	13.04	17.08	07.09	23.09
Max	03.04	10.04	14.04	12.03	02.04	11.04	03.05	28.08	15.09	01.12
Сре дня	24.03	01.04	06.04	08.03	20.03	01.04	23.04	23.08	11.09	28.10
<i>M. × soulangeana</i>										
Min	04.03	23.03	29.03	01.03	07.03	25.03	26.04	10.09	08.10	20.10
Max	22.03	04.04	12.04	21.03	08.04	20.04	03.05	16.09	13.10	28.11
Сре дня	13.03	29.03	05.04	11.03	23.03	07.04	29.04	13.09	11.10	09.11

Феноспектры сезонного ритма роста и развития видов *Magnolia* L. в условиях Арборетума НБС представлены на рисунке 1.

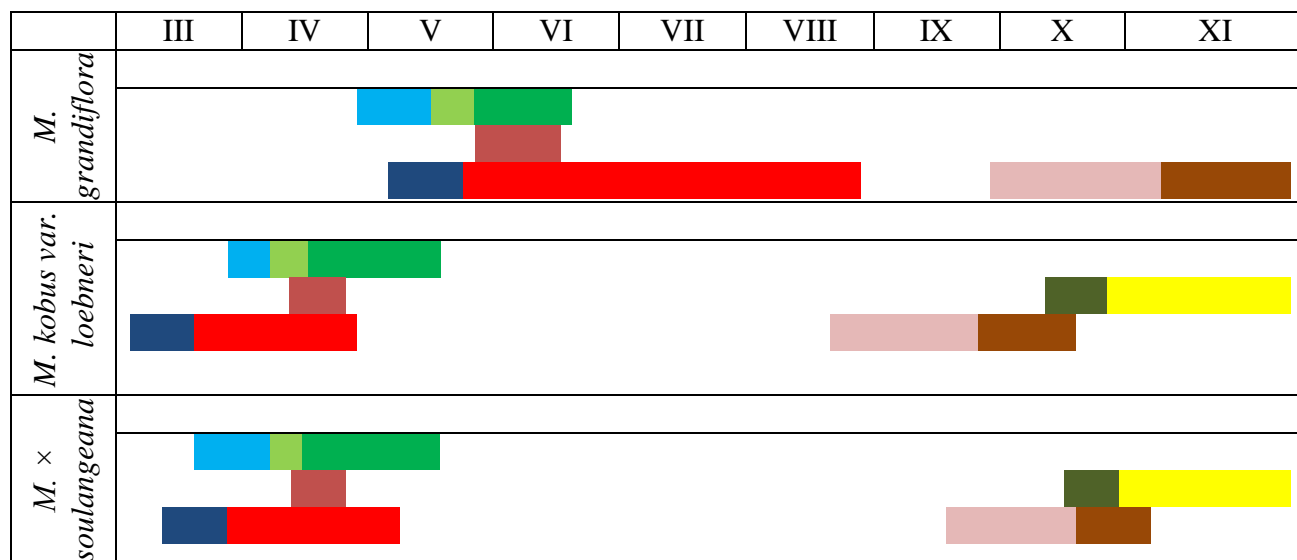







Рисунок 1 – Феноспектры сезонного ритма роста и развития магнолий

Условные обозначения:

	Набухание почек		Запестрение листьев		Созревание семян
	Распускание почек		Листопад		Диссеминация
	Линейный рост побегов		Бутонизация		
	Распускание листьев		Цветение		

Начало фазы набухания и распускания вегетативных почек, начало и конец цветения *M. kobus* и *M. × soulangeana* обусловлено достижением суммы эффективных температур $> +5^{\circ}\text{C}$, у *M. grandiflora* – $> +10^{\circ}\text{C}$ (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Сумма эффективных температур ($> +5^{\circ}\text{C}$ – *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana*; $> +10^{\circ}\text{C}$ – *Magnolia grandiflora*) в период набухания и распускания вегетативных почек в Арборетуме НБС

Вид	Год	Дата прохождения фенофаз (средняя):		Сумма эффективных температур $> +5^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{C}$)	
		набухание почек	распускание почек	набухание почек	распускание почек
<i>M. grandiflora</i>	2018	09.05	16.05	227,6	265,2
	2019	04.05	11.05	71,0	99,3
	2020	26.04	16.05	50,9	132,5
Среднее за 3 года		03.05 \pm 3	14.05 \pm 2	116,5 \pm 96,7	165,6 \pm 87,8
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	2018	30.03	07.04	139,5	186,2
	2019	26.03	04.04	120,2	144,5
	2020	19.03	27.03	150,8	175,6
Среднее за 3 года		25.03 \pm 4	02.04 \pm 3	136,8 \pm 15,5	168,8 \pm 21,7
<i>M. × soulangeana</i>	2018	22.03	04.04	125,4	161,0
	2019	16.03	31.03	97,4	128,2
	2020	08.03	25.03	103,3	162,3
Среднее за 3 года		15.03 \pm 3	30.03 \pm 4	108,7 \pm 14,8	150,5 \pm 19,3

Таблица 3 – Сумма эффективных температур ($> +5^{\circ}\text{C}$ – *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana*; $> +10^{\circ}\text{C}$ – *Magnolia grandiflora*) на начало и конец цветения в Арборетуме НБС

Вид	Год	Дата прохождения фенофазы цветения		Продолжительность периода цветения, дни	Сумма эффективных температур $> +5^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{C}$)	
		начало	конец		на начало цветения	на конец цветения
<i>M. grandiflora</i>	2018	22.05	09.07	48	313,6	926,4
	2019	01.06	12.07	41	292,4	874,8
	2020	14.06	27.07	43	346,4	983,7
Среднее за 3 года		02.06 \pm 4	16.07 \pm 3	44 \pm 3	317,5 \pm 27,2	928,3 \pm 54,5
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	2018	26.03	22.04	27	128,2	334,0
	2019	19.03	30.04	42	105,5	313,6
	2020	11.03	15.04	35	132,6	269,0
Среднее за 3 года		22.03 \pm 2	17.04 \pm 2	34 \pm 5	122,1 \pm 14,5	305,5 \pm 33,2
<i>M. × soulangeana</i>	2018	01.04	26.04	25	146,6	374,7
	2019	02.04	03.05	31	140,8	340,0
	2020	25.03	02.05	38	162,3	373,6
Среднее за 3 года		01.04 \pm 3	29.04 \pm 2	31 \pm 4	149,9 \pm 11,1	362,8 \pm 19,7

В результате корреляционного и регрессионного анализов выявлена зависимость сроков прохождения отдельных фаз сезонного ритма роста и развития от погодных условий 2018–2020 гг. Установлено, что у *M. grandiflora* термический фактор ($\sum t^\circ$) оказывает наиболее значимое влияние на фазу «начало цветения», т.к. для данного фактора коэффициент корреляции (R) составляет 0,85, детерминации (R^2) 0,72. У *M. kobus* var. *loebneri* термический фактор оказывает наибольшее влияние на фазу «конец цветения» – $R=0,64$, $R^2=0,41$. У *M. × soulangeana* термический фактор оказывает положительное влияние на фазу «набухание вегетативных почек» – $R=0,69$, $R^2=0,48$; отрицательная корреляция выявлена для фазы «начало цветения» – $R= -0,98$, $R^2=0,97$. Термический фактор не оказывал значимого влияния на ритмы развития вегетативной сферы *M. grandiflora*. Влияние температуры воздуха на скорость роста побегов магнолий характеризовалось отрицательной связью: *M. grandiflora* – $R= -0,88$, $R^2=0,78$, *M. kobus* var. *loebneri* – $R= -0,85$, $R^2=0,72$, *M. × soulangeana* – $R= -0,61$, $R^2=0,37$.

4.3 Сравнительный анализ климатических условий природных и культургенных ареалов магнолий

Для сравнения условий произрастания магнолий в природных ареалах и культурфитоценозах были построены климатограммы на основании непрерывных данных метеостанций за 2018-2020 гг. регионов с наиболее продолжительным временем культивирования магнолий в России: ЮБК (НБС), Предгорный Крым (г. Симферополь), Черноморское побережье Кавказа (г. Сочи). Для *M. grandiflora* модельными были приняты данные метеостанции г. Джексона, административного центра в штате Миссисипи. Для *M. kobus*, в естественных условиях произрастающей в основном на островах Японского архипелага, базовыми были приняты данные метеостанции в г. Токио. У гибридогенного таксона *M. × soulangeana* родительскими видами являются *M. denudata* и *M. liliiflora*, природные ареалы которых совпадают в провинции Юньнань в Китае (административный центр – г. Куньмин). Выявлено, что гидрологический режим является основным лимитирующим метеофактором в адаптации магнолий на ЮБК и Предгорном Крыму. Так, для *M. grandiflora* среднемноголетнее количество осадков за год в природном ареале составляет 1368 мм, для *M. kobus* – 1537 мм, у родительских видов *M. × soulangeana* (*M. denudata* × *M. liliiflora*) – 1006,7 мм, тогда как в НБС – 595 мм, в Предгорном Крыму (г. Симферополь) – 515 мм. Режим увлажнения на ЧПК, в частности Сочи, где среднемноголетнее количество осадков за год составляет 1644 мм, является более благоприятным для адаптации магнолий к гидрологическому режиму.

Был проведен сравнительный анализ ритмов развития *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana*, произрастающих в Арборетум НБС, с другими культурфитоценозами с различными почвенно-климатическими условиями. Обобщены литературные данные по фенологическим наблюдениям за коллекциями магнолий в Ботаническом саду им. А.В. Фомина с 1978 по 1984 гг. и Центрального республиканского ботанического сада в Киеве с 1966 по 1983 гг., Ботаническом саду-институте ДВО РАН (г. Владивосток) с 2011 по 2014 гг., парке «Дендрарий» и Субтропическом ботаническом саду Кубани (г. Сочи) с 2009 по 2011 гг., Донецком ботаническом саду с 1982 по 2006 гг., Запорожском государственном университете в 1998-1999 гг., Владикавказе в 2013-2015 гг.

(Минченко, Коршук, 1987; Григоренко, 2000; Сулова, 2006; Келина, 2012; Каменева, 2015; Ваниев, Салбиева, 2016) (таблица 4).

На основании проведенного анализа литературных данных и результатов наблюдений за ритмами роста и развития магнолий в Арборетуме НБС, можно сделать заключение о влиянии термического фактора на сроки прохождения фенофаз и их продолжительность. Гидрологический режим культурфитоценозов ЮБК, характеризующийся недостаточным увлажнением в период вегетации, также оказывает негативное влияние на адаптационные возможности магнолий.

Таблица 4 – Ритмы развития генеративной сферы *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia* × *soulangeana*

Вид	Дата прохождения фенофазы цветения		Продолжительность периода цветения, дни	Сумма эффективных температур > +5°C	
	начало	массовое		на начало цветения	массовое
Арборетум НБС					
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	22.03	01.04	34	122,1	160,8
<i>M.</i> × <i>soulangeana</i>	01.04	07.04	31	149,9	191,7
Киев					
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	26.04	-	15	120,0	151,7
<i>M.</i> × <i>soulangeana</i>	07.05	-	25	170,0	198,2
Владивосток					
<i>M. kobus</i>	III декада апреля	-	24	118,0	160,0
<i>M.</i> × <i>soulangeana</i>	III декада апреля	-	16	118,0	160,0

4.4 Влияние эдафических факторов на темпы роста и развития магнолий

В 2018-2020 гг. изучена реакция магнолий на отдельные эдафические факторы, зависимость роста и жизненного состояния деревьев от химических и физических свойств почв Арборетума НБС. Гранулометрический состав мелкозёма по всему почвенному профилю под *M. grandiflora* не однороден от тяжелосуглинистого до легкоглинистого с преобладанием пыли крупной и ила. Среднее содержание илистых фракций составило 25%, фракций пыли 20%, а песка 7%. Пыли средней, дефляционно опасной, было около 11%. Почвы под *M. grandiflora* по гранулометрическому составу сбалансированы, где среднее соотношение фракций песка, пыли и или составило 1:3:3 (рисунок 2).

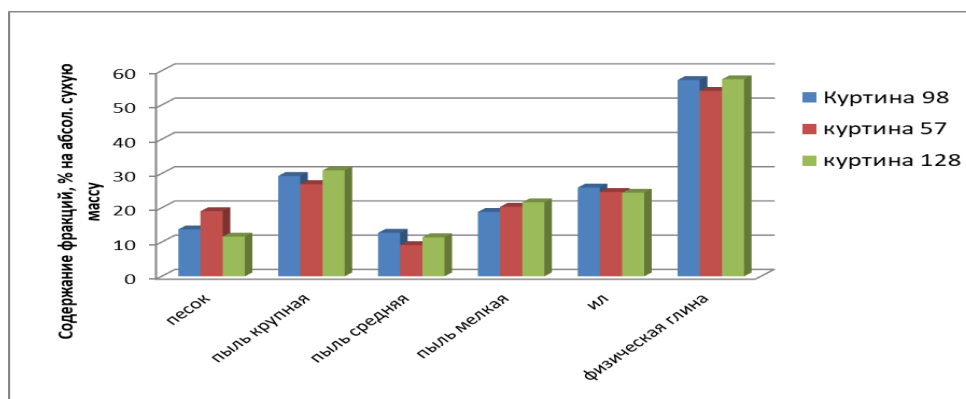


Рисунок 2 – Гранулометрический состав почвы под *Magnolia grandiflora* в Арборетуме НБС

Скелет в метровом слое под *M. grandiflora* распределён не равномерно и его количество варьировало от 20 до 43%. Больше всего скелета в слое 0-50 см было под *M. grandiflora* в парке Монтедор – 43% и по классификации относились к сильноскелетным почвам. Меньше всего скелетных частиц было в Нижнем парке – 20%. По содержанию гумуса в метровом слое почвы под всеми деревьями относились к слабогумусированным. Основное количество органических веществ сосредоточено в верхнем слое почвы, где его концентрация доходила до 4,8% в слое 0-60 см. В почве под *M. kobus* var. *loebneri* с глубиной идёт уменьшение физической глины ($< 0,01$ мм) и увеличение физического песка (1-0,01 мм). Почва под *M. × soulangeana* по гранулометрическому составу распределена равномерно, кроме слоя 20-32 см. Дефляционно опасной средней пыли (0,01-0,005 мм) под всеми деревьями содержалось незначительное количество. Почва под растениями обеспечена в достаточном количестве илистыми фракциями ($< 0,001$). Под *M. kobus* var. *loebneri* почва в верхнем слое слабощелочная, а с глубиной количество карбонатов увеличивалось от 16% до 32%, при этом жизненное состояние деревьев характеризовалось как отличное. Под *M. × soulangeana* количество карбонатов в почве уменьшается с глубиной от 12% в слое 0-20 см, до 4% в слое 60-90 см, но, не смотря на это, на исследуемых деревьях ежегодно наблюдается межжилковый хлороз. Под листопадными магнолиями почва достаточно обеспечена гумусом в слое 0-20 см (5,8-6,7%), но с глубиной этот показатель резко уменьшается до 1,1%. Реакция водной суспензии почвы под *M. grandiflora*, *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana* была щелочная (рН – 7,7-8,2).

В результате корреляционного и регрессионного анализов выявлена зависимость дендрометрических параметров деревьев магнолий от эдафических факторов в Арборетуме НБС. Выявлена отрицательная зависимость высоты деревьев от содержания скелета ($R = -0,88$, $R^2 = 0,77$, $n = 11$) и положительная зависимость высоты деревьев от запасов гумуса ($R = 0,81$, $R^2 = 0,65$, $n = 11$). Не выявлена зависимость между концентрацией карбонатов и высотой растений, а также между концентрацией карбонатов и диаметром ствола.

4.5 Оценка жизненного состояния магнолий

В условиях интродукции древесные растения на фоне лимитирующего влияния абиотических факторов в значительной степени подвержены негативному воздействию болезней и вредителей. Основной формой разрушения древесины является её микогенная деструкция. Диагностика состояния внутренних структур дает возможность выделить главные факторы, определяющие процесс изменения жизненных функций растений. Пространственная импульсная томография магнолий в России проводилась впервые (Коротков и др., 2019; Плугатарь, Герасимчук, 2020; Gerasimchuk, Plugatar, 2019, 2020). В 2017-2021 гг. с применением метода пространственной импульсной томографии было проведено изучение внутренней структуры древесины *M. grandiflora*, представленных группами растений первых этапов интродукции данного вида в России, а также самого крупнотельного экземпляра листопадной магнолии в Крыму – *M. kobus* var. *borealis*.

В результате проведенных исследований были получены томограммы древесины объектов исследования (рисунки 3, 4, 5, 6).

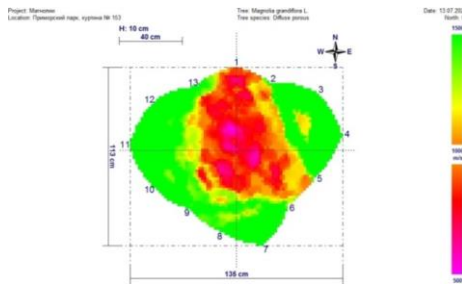


Рисунок 3 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* 'Hartwissiana' на высоте 0,1 м (возраст 108 лет)

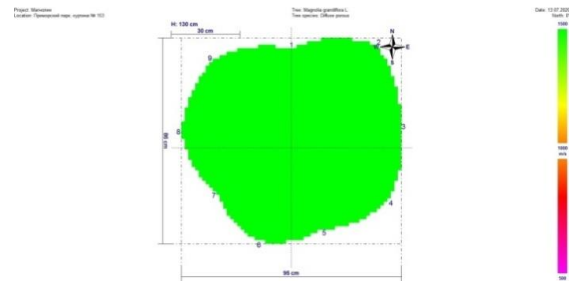


Рисунок 4 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* 'Hartwissiana' на высоте 1,3 м (возраст 108 лет)

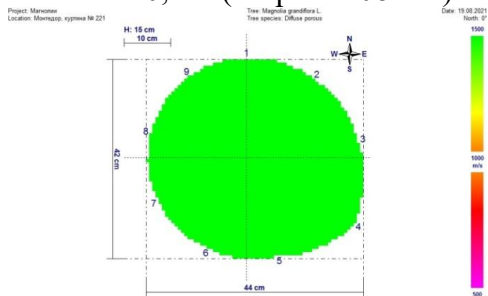


Рисунок 5 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* на высоте 0,15 м (возраст 45 лет)

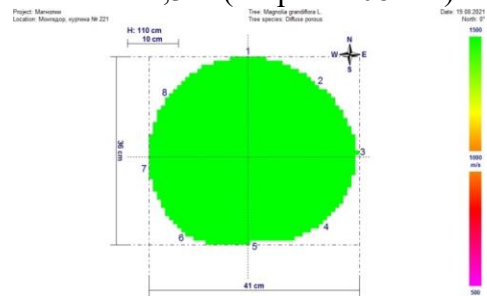
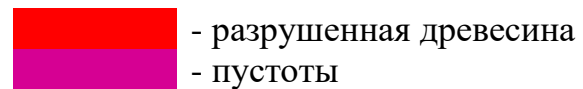
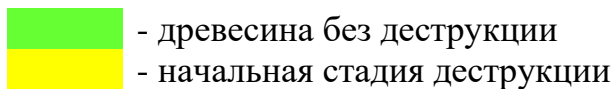


Рисунок 6 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* на высоте 1,1 м (возраст 45 лет)

Условные обозначения:



Таким образом, в результате проведенной импульсной томографии 16 деревьев магнолий в Арборетуме НБС, парке «Алупкинский» и Имеретинской низменности наиболее значительные разрушения древесины были зафиксированы у четырех экземпляров *M. grandiflora*, произрастающих в Арборетуме НБС и парке «Алупкинский» (возраст деревьев: 171, 130, 108 и 187 лет). Установлено, что развитие микогенных деструкций в древесине *M. grandiflora* в основном локализовано в комлевой части ствола. Также наблюдается прямая зависимость наличия и степени разрушения древесины *M. grandiflora* от возраста деревьев. Средний балл жизненного состояния объектов исследования по визуальной оценке составил 3,87, по результатам пространственной импульсной томографии – 3,69 балла.

РАЗДЕЛ 5 БИОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА MAGNOLIA L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

5.1 Насекомые-опылители магнолий

В результате проведенных наблюдений за энтомофауной на цветках *M. grandiflora* в условиях ЮБК был впервые определен их видовой состав, включающий шесть видов из трех отрядов (Diptera, Hymenoptera, Coleoptera): *Apis mellifera*, *Vespula vulgaris*, *Oxythreya funesta*, *Cetonia aurata*, *Crematogaster schmidtii*, *Syrphus* sp. На цветках *M. kobus*, *M. × soulangeana*, включая разновидности и садовые формы, насекомые не выявлялись.

5.2 Особенности плодоношения и семенная продуктивность

В условиях ЮБК интенсивность цветения у *M. grandiflora* за три года наблюдений в среднем составила 4,0 балла, у *M. kobus* – 4,2, у *M. × soulangeana* –

4,0. Отмечено, что ежегодным стабильным плодоношением в условиях ЮБК характеризуется *M. grandiflora*. За этот же период наблюдений интенсивность плодоношения при свободном опылении у *M. grandiflora* составила 4,3 балла. Листопадные магнолии на ЮБК формируют плоды и полноценные семена не регулярно, но в отдельные годы интенсивность плодоношения может достигать у *M. kobus*, включая разновидности и садовые формы – 1,0 балл, у *M. × soulangeana*, включая садовые формы – 1,9 балла.

На ЮБК *M. kobus* и *M. × soulangeana*, включая разновидности и садовые формы, в период проведения исследований формировали плоды с единичными семенами не ежегодно. По этой причине, для определения семенной продуктивности *M. kobus* и *M. × soulangeana* были использованы плоды, собранные в частной коллекции в с. Перевальное (Предгорный Крым). В условиях ЮБК потенциальная семенная продуктивность у *M. grandiflora* составила 124–233 семязачатков на одну многолисточку, фактическая семенная продуктивность – 6–74. Коэффициент семенной продуктивности у *M. grandiflora* составил $14,9 \pm 5,2\%$. В условиях Предгорного Крыма потенциальная семенная продуктивность у *M. kobus* составила 24–68 семязачатков на одну многолисточку, фактическая семенная продуктивность – 1–15, у *M. × soulangeana* – 30–76 и 6–48, соответственно. Коэффициент семенной продуктивности у *M. kobus* составил $11,8 \pm 3,6\%$, у *M. × soulangeana* – $31,3 \pm 8,1\%$ (таблица 5).

Таблица 5 – Потенциальная и фактическая семенная продуктивность магнолий

Вид	Потенциальная семенная продуктивность (шт.)		Фактическая семенная продуктивность (шт.)		Коэффициент продуктивности (%)	
	Ср.	Min. – Max.	Ср.	Min. – Max.	Ср.	Min. – Max.
<i>M. grandiflora</i> (ЮБК)	176,0±18,7	124 – 233	26,3±7,5	6 – 74	14,9±5,2	4,8 – 31,8
<i>M. kobus</i> (Предгорный Крым)	46,0±4,3	24 – 68	5,4±1,2	1 – 15	11,8±3,6	4,2 – 22,1
<i>M. × soulangeana</i> (Предгорный Крым)	46,7±5,8	30 – 76	14,6±2,5	6 – 48	31,3±8,1	20,0 – 63,2

В условиях ЮБК фактическую семенную продуктивность *M. grandiflora* можно охарактеризовать как низкую. Относительно низкие показатели семенной продуктивности *M. grandiflora* компенсируются за счет высокой урожайности плодов и, соответственно, большого количества семян на одном растении, даже при низком коэффициенте продуктивности образуется достаточное количество полноценных семян для обеспечения процессов семенного возобновления.

На основании литературных данных (Минченко, Коршук, 1987; Григоренко, 2000; Каменева, 2015) и полученных оригинальных результатов установлено, что семена *M. kobus* в условиях Юго-Востока Украины немного крупнее, а в условиях Полесья Украины мельче, чем на ЮБК. Морфометрические параметры семян *M. × soulangeana* с ЮБК и Юго-Востока Украины имели минимальные различия (таблица 6).

Таблица 6 – Морфометрические параметры семян магнолий

Длина, мм		Ширина, мм		Толщина, мм	
В саркотесте	Без саркотесты	В саркотесте	Без саркотесты	В саркотесте	Без саркотесты
<i>M. grandiflora</i> (Арборетум НБС)					
13,23±0,33	10,18±0,24	7,53±0,38	5,02±0,22	4,54±0,31	3,15±0,17
<i>M. kobus</i> (Арборетум НБС)					
10,72±0,23	8,77±0,35	9,44±0,28	8,25±0,33	7,1±0,39	4,18±0,3
<i>M. kobus</i> (БСИ ДВО РАН, г. Владивосток)					
-	9,0±0,1	-	8,0±0,2	-	-
<i>M. kobus</i> (Запорожский государственный университет)					
10,16±0,21	8,15±0,33	9,95±0,32	8,56±0,33	7,97±0,4	4,82±0,29
<i>M. kobus</i> (Ботанический сад им. А.В. Фомина, г. Киев)					
-	6,5–7,5	-	9,0–10,5	-	3,5–4,5
<i>M. × soulangeana</i> (Арборетум НБС)					
10,62±0,41	9,48±0,19	9,76±0,37	7,76±0,25	7,12±0,21	4,05±0,18
<i>M. × soulangeana</i> (Запорожский государственный университет)					
8,25±0,52	6,45±0,17	10,75±0,46	9,15±0,38	7,3±0,29	4,25±0,12

5.3 Аллелопатические свойства саркотесты семян магнолий и семенное размножение

В результате проведенного лабораторного опыта установлено, что наибольшим ингибирующим действием обладает свежая саркотеста семян *M. × soulangeana*, при всхожести семян кресс-салата 36%, выпад проростков составил 100%. Из вариантов опыта со свежей саркотестой наименьшее ингибирующее действие отмечено у *M. kobus*, т.к. всхожесть семян кресс-салата составила 88% при отсутствии выпадов. Ингибирующие свойства разлагающейся саркотесты *M. grandiflora* полностью теряются, т.к. всхожесть семян кресс-салата составила 100%. Следовательно, в разлагающейся саркотесте содержание ингибиторов снижается. Свежая саркотеста *M. grandiflora* показала высокие ингибирующие свойства – всхожесть составила 57%, на 9 день опыта гибель всходов составила 100% (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты лабораторного опыта по ингибирующей активности саркотесты магнолий

№	Варианты опыта	Проросшие семена / погибшие всходы, %								
		2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день
1	Контроль	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0
2	<i>M. grandiflora</i> (разлагающаяся саркотеста)	87/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0	100/0
3	<i>M. grandiflora</i>	28/0	35/0	57/0	57/37	57/61	57/77	57/93	57/100	57/100
4	<i>M. kobus</i>	37/0	63/0	88/0	88/0	88/0	88/0	88/0	88/0	88/0
5	<i>M. × soulangeana</i>	14/0	17/0	36/0	36/30	36/55	36/78	36/92	36/100	36/100
6	<i>M. stellata</i>	72/0	72/0	72/19	72/32	72/43	72/43	72/43	72/43	72/43
7	<i>M. tripetala</i>	22/0	22/0	22/0	22/0	26/0	30/0	34/0	34/0	34/0

Для изучения полевой и лабораторной всхожести были использованы семена *M. grandiflora* из Арборетума НБС, *M. kobus* и *M. × soulangeana* из с. Перевальное (Предгорный Крым). Не стратифицированные семена без саркотесты *M. grandiflora* (посев I декада января в закрытый грунт) имели всхожесть 6,5%. Стратифицированные семена без саркотесты (посев в открытый грунт во II декаде апреля) – всхожесть 4,9%. Семена с удалением саркотесты непосредственно перед посевом в открытый грунт во II декаде февраля дали всхожесть 18,3%. Посев стратифицированных семян *M. kobus* производили во II декаде апреля в открытый грунт. В первый год посева всхожесть составила 1,5%, на второй год – 15,3%. Стратифицированные семена *M. × soulangeana* высевались в открытом грунте во II декаде апреля и нестратифицированные с удалением саркотесты перед посевом во II декаде февраля. В первом варианте всхожесть составила 5,9%, во втором – 40,1%.

Таким образом, полученные результаты позволяют полагать, что наиболее оптимальным способом семенного размножения *M. grandiflora*, *M. kobus* и *M. × soulangeana* на ЮБК, является посев в открытый грунт свежесобранных физиологически зрелых семян с саркотестой в осенний период с мульчированием посевов.

РАЗДЕЛ 6 ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА MAGNOLIA L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА И В ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ

Расчет акклиматизационного числа показал, что изучаемые интродуценты магнолий по группам перспективности распределились следующим образом: на ЮБК перспективной является *M. grandiflora*, включая садовые формы, *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы менее перспективны, но могут быть использованы для локального озеленения; в Предгорном Крыму перспективными являются *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы, а *M. grandiflora*, включая садовые формы, отнесены к мало перспективной группе (таблицы 8, 9).

Таблица 8 – Оценка успешности интродукции представителей рода
Magnolia L. на ЮБК (модифицированная шкала)

№	Показатели	<i>M. grandiflora</i>	<i>M. kobus</i>	<i>M. × soulangeana</i>
1	Жарозасухоустойчивость	20	10	10
2	Генеративная способность	15	15	15
3	Скорость роста	15	10	10
4	Долговечность	15	10	10
5	Габитус	5	3	3
6	Повреждения вредителями и болезнями	3	5	5
7	Состояние древесины	10	15	10
Общая сумма баллов		83	68	63
Группа перспективности		II – перспективные	III – менее перспективные	III – менее перспективные

Таблица 9 – Оценка успешности интродукции представителей рода *Magnolia* L. в Предгорном Крыму (модифицированная шкала)

№	Показатели	<i>M. grandiflora</i>	<i>M. kobus</i>	<i>M. × soulangeana</i>
1	Жарозасухоустойчивость	15	10	10
2	Зимостойкость	5	20	20
3	Генеративная способность	5	15	15
4	Скорость роста	5	15	15
5	Долговечность	5	10	10
6	Габитус	1	5	5
7	Повреждения вредителями и болезнями	5	5	5
Общая сумма баллов		41	80	80
Группа перспективности		IV – мало перспективные	II – перспективные	II – перспективные

Впервые проведенная инвентаризация *M. grandiflora* в насаждениях г. Ялта показала большой научно-практический потенциал в изучении внутривидового полиморфизма по размеру и форме листовых пластинок и цветков для выделения новых высокодекоративных садовых форм, устойчивых к почвенно-климатическим условиям ЮБК.

По результатам проведенных исследований и анализа литературных данных можно рекомендовать для интродукционного испытания на ЮБК садовые формы *M. grandiflora*, мировой ассортимент которых в настоящее время составляет более 165 садовых форм. Листопадные магнолии восточноазиатского происхождения, лучше проявившие свой адаптационный потенциал в условиях Предгорного Крыма, рекомендуется также использовать локально в зеленом строительстве на ЮБК как высокодекоративные весеннецветущие древесные растения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В Крыму в составе культурфитоценозов произрастают 6 видов, 2 разновидности, 21 садовая форма магнолий. Род *Magnolia* L. в культурфитоценозах Южного берега Крыма в основном представлен *M. grandiflora*, в Предгорном Крыму – садовыми формами *M. × soulangeana*, *M. liliiflora* и садовыми формами гибридного происхождения.

2. Установлены сроки наступления и продолжительность фенологических фаз у изучаемой группы магнолий и особенности ритмов роста и развития. *M. grandiflora*, включая её садовые формы, проходит полный цикл развития в культурфитоценозах ЮБК. *M. kobus*, включая разновидности и садовые формы, *M. × soulangeana* с садовыми формами формируют полноценные плоды и семена не ежегодно. Наиболее ранние сроки вегетации характерны для *M. × soulangeana*, наиболее поздние – у *M. grandiflora* 'Little Gem'. Для всех магнолий характерна одна генерация побегов. Наиболее продолжительным периодом роста побегов отличается *M. × soulangeana*: он составляет в среднем 39 дней. Самое раннее начало цветения установлено у *M. kobus* var. *loebneri*, наиболее позднее – у *M. grandiflora* 'Little Gem'. Наиболее продолжительное цветение отмечалось у *M. grandiflora* и ее садовых форм и в среднем составило 44 дня.

3. Установлено влияние термического фактора ($\sum t^\circ$) на адаптационные возможности магнолий. Для *M. grandiflora* термический фактор оказывает наиболее значимое положительное влияние на фазу «начало цветения», для *M. kobus* – на фазу «конец цветения». У *M. × soulangeana* выявлена отрицательная корреляция термического фактора с фазой «начало цветения». Влияние температуры воздуха на скорость роста побегов магнолий характеризовалось отрицательной корреляцией: *M. grandiflora* – $R = -0,88$, $R^2 = 0,78$, *M. kobus* var. *loebneri* – $R = -0,85$, $R^2 = 0,72$, *M. × soulangeana* – $R = -0,61$, $R^2 = 0,37$.

4. Основным эдафическим фактором, лимитирующим рост и развитие изучаемой группы магнолий на ЮБК, является высокая скелетность почвы. В Арборетуме НБС *M. grandiflora* произрастает на легкоглинистых агрокоричневых почвах с плотностью сложения до $1,52 \text{ г/см}^3$ и содержанием CaCO_3 до 25 %, что характеризует её относительную устойчивость к данным эдафическим факторам при соблюдении высокого агротехнического фона. Из листопадных видов магнолий в условиях ЮБК наиболее устойчивой к повышенному содержанию карбонатов в почве является *M. kobus* var. *loebneri*. На рост и развитие магнолий положительно влияют запасы гумуса – чем их больше, тем выше уровень жизненного состояния растений.

5. Установлено, что развитие микогенных деструктивных процессов в древесине *M. grandiflora*, являющихся результатом жизнедеятельности базидиальных ксилотрофов, в основном локализовано в комлевой части ствола. Также наблюдается прямая зависимость наличия и степени разрушения древесины *M. grandiflora* от возраста деревьев. К основным критериям оценки жизненного состояния магнолий относится отсутствие или наличие деструктивных процессов в древесине, а также степень их развития.

6. Определен видовой состав насекомых, посещающих цветки *M. grandiflora* на ЮБК. Он включает шесть видов (*Apis mellifera*, *Vespa vulgaris*, *Oxythya funesta*, *Cetonia aurata*, *Crematogaster schmidtii*, *Syrphus* sp.) из отрядов Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, что обуславливает ежегодное и обильное плодоношение. Однако фактическая семенная продуктивность *M. grandiflora* характеризовалась низкими показателями, компенсирующимися высокой урожайностью. Коэффициент семенной продуктивности у *M. grandiflora* на ЮБК составил 14,9%. Неежегодное формирование плодов и низкая урожайность *M. kobus* и *M. × soulangeana* в условиях ЮБК сопряжены с отсутствием лета потенциальных насекомых-опылителей в период цветения. В Предгорном Крыму листопадные магнолии характеризуются более высокой регулярностью и интенсивностью плодоношения. Коэффициент семенной продуктивности у *M. kobus* составил 11,8%, у *M. × soulangeana* – 31,3%.

7. Определена ингибирующая активность саркотесты семян шести видов магнолий. Наибольшая ингибирующая активность свежей саркотесты выявлена у *M. × soulangeana* и *M. grandiflora*. В тоже время свежая саркотеста *M. kobus* и разлагающаяся саркотеста *M. grandiflora* ингибирующую способность не проявили. Полевая всхожесть семян варьировала в значительных пределах в зависимости от способа и сроков посева. Более высокой всхожестью, составляющей 40,1%, характеризовались очищенные от саркотесты,

стратифицированные семена *M. × soulangeana* из Предгорного Крыма при посеве в феврале.

8. Интродуценты магнолий по группам перспективности распределились следующим образом: на ЮБК перспективной является *M. grandiflora* и ее садовые формы, а *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы менее перспективны, но могут быть использованы для локального озеленения; в Предгорном Крыму перспективными являются *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы, а *M. grandiflora* и ее садовые формы отнесены к малоперспективной группе в связи с их термофильностью.

9. По результатам сравнительной оценки североамериканского вида *M. grandiflora* и *M. kobus*, *M. × soulangeana*, имеющих восточноазиатское происхождение, по комплексу биологических и экологических признаков наибольший уровень адаптации к стрессовым факторам окружающей среды ЮБК имеет *M. grandiflora*, которая проходит все фазы развития и сохраняет декоративность в течение года. В условиях Предгорного Крыма более полно реализуют свой адаптационный потенциал *M. kobus* и *M. × soulangeana*. Расширение использования в зеленом строительстве Южного Крыма листопадных магнолий, отличающихся высокой декоративностью в период цветения в ранне- и средневесенний периоды, возможно за счет получения вегетативного посадочного материала, а также повышения семенной продуктивности и регулярности плодоношения в условиях высокого агротехнического фона

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При выборе участка под посадку магнолий, в-первую очередь целесообразно определить участки территории, где данный вид произрастать не может, например, сильнокарбонатные, сильноскелетные, а также засоленные почвы. Оптимальными являются хорошо дренированные, рыхлые, обеспеченные органическим веществом почвы с рН 6,0-6,5 и участки хорошо освещенные, защищенные от ветра.

Рекомендуется посадку *M. grandiflora* на ЮБК производить в марте-апреле, для листопадных видов – ноябре. В Предгорном Крыму листопадные магнолии лучше высаживать в марте-апреле после возвратных заморозков. Посадочный материал магнолий должен иметь закрытую корневую систему. После посадки растения необходимо установить на растяжки или распорки, обильно полить и замульчировать приствольный круг верховым торфом. Рекомендуется ежегодное 2-3-кратное внесение комплексных подкисляющих удобрений в период активной вегетации магнолий (апрель-июнь).

Вечнозеленым и листопадным видам магнолий необходима минимальная формирующая обрезка. Удаляются сухие, ослабленные, оголившиеся и поврежденные ветви. Срезы и спилы обрабатываются раствором фунгицида и покрываются лак-бальзамом или садовым варом. Наиболее предпочтительным сроком обрезки листопадных магнолий в Крыму является май-июнь, *M. grandiflora* – апрель.

Оптимальным способом семенного размножения *M. grandiflora*, *M. kobus* и *M. × soulangeana* в Предгорном Крыму, является посев в открытый грунт

свежесобранных физиологически зрелых семян с саркотестой в осенний период с мульчированием посевов. В условиях ЮБК также возможен посев в открытый грунт в поздне-зимний период с предварительным удалением саркотесты и мульчированием.

Использование магнолий на ЮБК и в Предгорном Крыму в декоративном садоводстве имеет разнообразное применение. Магнолии эффектны в солитерных, групповых и аллеиных посадках. Наиболее оптимальным фоном для весеннецветущих листопадных магнолий являются деревья с темной листвой или хвоей.

Для разработки приемов по сохранению старовозрастных деревьев магнолий, необходим регулярный мониторинг жизненного состояния с использованием пространственной импульсной томографии в комплексе с визуальным осмотром. Результатом данной работы будет оформление паспорта дерева с томограммами древесины, габитуальными и другими параметрами. Паспорт станет базовым материалом для агротехнических мероприятий по сохранению старовозрастных деревьев.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Перечень статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Плугатарь, Ю. В. Динамика состава и биоэкологическая характеристика дендрологической коллекции Никитского ботанического сада / Ю. В. Плугатарь, В. П. Коба, **В. Н. Герасимчук**, В. В. Папельбу // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук – 2015. – Вып. 5. – С. 25–29.

2. Герасимчук, В. Н. Влияние эдафических факторов на жизненное состояние магнолии крупноцветковой (*Magnolia grandiflora* L.) в Никитском ботаническом саду / В. Н. Герасимчук, М. Л. Новицкий // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – Вып. 140. – С. 16–24. DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-16-24

3. Plugatar, Yu. V. Dynamics of composition and bioecological characteristics of the dendrologic collection of the Nikita Botanical Gardens / Yu. V. Plugatar, V. P. Koba, **V. N. Gerasimchuk**, V. V. Papelbu // Russian agricultural sciences. – 2015. – Vol. 41, № 6. – P. 441–445.

4. Plugatar, Yu. V. Collection of *Magnolia* L. genus in the Arboretum of the Nikita Botanical Gardens / Yu. V. Plugatar, **V. N. Gerasimchuk**, V. P. Koba, V. V. Papelbu // Acta Horticulturae – 2019. – Vol. 1263. – P. 39–46. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1263.4

5. Gerasimchuk, V. N. Acoustic diagnostics of phytopathogenic damage to the trunk wood of *Magnolia grandiflora* L. / **V. N. Gerasimchuk**, Yu. V. Plugatar // Acta Horticulturae. – 2020. – Vol. 1298. – P. 451–459. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1298.62>

Публикации в других изданиях:

6. Мазина, И. Г. Регистрация итогов инвентаризации и мониторинга состояния декоративных растений в базе данных по коллекционным фондам в Никитском ботаническом саду (Республика Крым) / И. Г. Мазина, **В. Н. Герасимчук** // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – Вып. 124. – С. 21–27.

7. Герасимчук, В. Н. Коллекция Магнолий (*Magnolia* L.) в Никитском ботаническом саду / В. Н. Герасимчук // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Вып. 147. – С. 104–106.

8. Коротков, О. И. Оценка фитопатологического состояния древесных растений методом ультразвуковой диагностики / О. И. Коротков, **В. Н. Герасимчук**, В. А. Беляков, Ю. А. Гавриленко, Д. С. Гардт, С. А. Канаева, Г. В. Кутайцев, И. О. Логачев // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 1 (150). – С. 31–38. DOI: 10.36305/2019-1-150-31-38

9. Плугатарь, Ю. В. Оценка жизненного состояния *Magnolia grandiflora* L. в Арборетуме Никитского ботанического сада с применением метода ультразвуковой томографии / Ю. В. Плугатарь, **В. Н. Герасимчук** // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 2 (155). – С. 7–16. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-2-155-7-16

Монографии:

10. Коба, В. П. Аннотированный каталог дендрологической коллекции Никитского ботанического сада / В. П. Коба, **В. Н. Герасимчук**, В. В. Папельбу, Т. М. Сахно / под общ. ред. чл.-корр. РАН Ю. В. Плугатаря – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – С. 150–154.

Научные статьи в журналах и сборниках:

11. Плугатарь, Ю. В. Использование ультразвуковой томографии при индикации негативных эдафических явлений / Ю. В. Плугатарь, В. П. Коба, **В. Н. Герасимчук**, В. В. Папельбу // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование: Труды пятой международной научно-практической конференции – 2017. – С. 338–343.

12. Герасимчук, В. Н. Интродукция магнолий в Никитском ботаническом саду / В. Н. Герасимчук // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: Труды Международной научной конференции, посвященной 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. – 2020. – С. 47–49. DOI: 10.17223/978-5-94621-956-3-2020-13

13. Plugatar, Yu. V. Collection of *Magnolia* L. genus in the Arboretum of the Nikita Botanical Gardens / Yu. V. Plugatar, **V. N. Gerasimchuk**, V. P. Koba, V. V. Papelbu // 30th International Horticultural Congress (IHC 2018). Oral Presentation – 2018. – P. 16.

14. Gerasimchuk, V. N. Acoustic diagnostics of phytopathogenic damage to the trunk wood of *Magnolia grandiflora* L. / V. N. Gerasimchuk, Yu. V. Plugatar // The First International Symposium on Botanical Gardens and Landscapes (BGL 2019). Program and Abstracts – 2019. – P. 38–39.

Научное издание

Герасимчук Владимир Николаевич

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *MAGNOLIA* L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

1.5.9 – ботаника

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук