

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ИТОГИ РАБОТЫ
С ДИКОРАСТУЩИМИ
И КУЛЬТУРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ**



**Сборник научных трудов ГНБС
Том 139**

Ялта 2014

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ИТОГИ РАБОТЫ
С ДИКОРАСТУЩИМИ
И КУЛЬТУРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ**

Сборник научных трудов ГНБС
Том 139

**Под общей редакцией
доктора сельскохозяйственных наук Ю.В. Плугатаря**

Ялта 2014

В сборнике приведены результаты многолетнего изучения популяций, сообществ и отдельных особей видов как в составе природных фитоценозов, так и в условиях культуры. Обсуждается проблема охраны популяций сосны в горах Крыма и динамическая модель водного режима в парковых насаждениях, особенности агроклиматического районирования Степного и Предгорного Крыма и обзор стихийных метеорологических явлений, рассмотрены морфо-биологические и репродуктивные особенности некоторых культивируемых, адвентивных и аборигенных видов растений. Указаны новые таксоны растений на территории Крыма, аннотированные списки видов грибов Черноморского побережья Кавказа. Дан обзор принципов использования эфирных масел, их компонентный состав в лекарственных и пряно-ароматических растениях коллекции Никитского ботанического сада.

Для широкого круга ботаников, экологов, растениеводов, а также студентов и преподавателей высших учебных заведений биологического, географического и агрономического профиля.

Печатается по постановлению Учёного совета НБС, протокол от 23.12.2014 г. № 16

Редакционно–издательский совет:

Плугатарь Ю.В. – главный редактор, Багрикова Н.А, Балыкина Е.Б., Ильницкий О.А., Исигов В.П., Клименко З.К., Коба В.П., Корженевский В.В., Маслов И.И., Митрофанова И.В., Митрофанова О.В., Опанасенко Н.Е., Работягов В.Д., Смыков А.В., Шевченко С. В., Шишкин В.А. – ответственный секретарь, Ярош А.М. – зам. главного редактора, Ярмишко В.Т., Ташев Александр (Болгария), Салаш Петр (Чешская республика)

THE STATE NIKITSKY BOTANICAL GARDENS

**PRACTICAL RESULTS OF WORK WITH WILD AND
CULTIVATED PLANTS**

WORKS OF THE STATE NIKITSKY BOTANICAL GARDENS
Volume 139

**Under the editorship of
Doctor of Agricultural Sciences Yu.V. Plugatar**

Yalta 2014

The collection contains results of long-term study of populations, assemblages and separate species as parts of phytocenosis as under cultural conditions. This collection is the field for discussion of pine populations protection problem in the Crimean mountains and dynamic model of the water relationships in the parklands, peculiarities of agroclimatical zoning of Steppe and Piedmont Crimea and review of dangerous meteorological phenomena, the morphobiological and reproductive special features of some cultivated advented and endemic sorts of plants. New plant taxa on the Crimean territory, annotated list of fungi species of the Black Sea coast of Caucasus have been specified. It covers the review of essential oils principles in use, their component composition in medicinal and heady and odorous plants of the collection of Nikitskiy Botanical garden.

This collection is intended for a wide range of botanists, ecologists, breeders, also students and teachers of the higher educated establishments of biological, geographical and agronomic specializations.

Editional–Publishing Board:

Plugatar Yu.V. – chief editor, Bagrikova N.A., Balykina E.B., Ilnitsky O.A., Isikov V.P., Klimenko Z.K., Koba V.P., Korzhenevsky V.V., Maslov I.I., Mitrofanova I.V., Mitrofanova O.V., Opanasenko N.E., Rabotyagov V.D., Smykov A.V., Shevchenko S.V., Shishkin V.A. – responsible secretary, Yarosh A.M. – deputy chief editor, Yarmyshko V.T., Tashev Alexander (Bulgaria), Salash Peter (Cheshskaya Republic)

УДК 630*434:582.475.4(477.75)

К ПРОБЛЕМЕ ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *PINUS* L. В ГОРНОМ КРЫМУ

В.П. КОБА, Ю.В. ПЛУГАТАРЬ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Дана характеристика современных представлений в области использования популяционно-генетических методов для анализа механизмов изменчивости видов, специфики их адаптации в связи с динамикой условий произрастания. Показано, что в настоящее время антропогенное воздействие приобретает значение решающего фактора в формировании и развитии лесных фитоценозов. Одной из главных задач для обеспечения объективного контроля и прогнозирования изменений в состоянии природных популяций видов рода *Pinus* L. в Горном Крыму является организация системы мониторинга, формирование базы данных их биоэкологических характеристик.

Ключевые слова: экология, фитоценозы, адаптация, охрана, природные популяции, *Pinus* L.

Многие представители рода *Pinus* L. являются ценными лесообразующими видами. Высокая толерантность сосны по отношению к абиотическим факторам определила ее широкое распространение в различных климатических зонах [35].

Сосновые леса Крымского полуострова имеют важное значение с точки зрения обеспечения социально-экологических потребностей общества. Распространены они преимущественно в горной части полуострова. Популяции горных древесных растений характеризуются повышенным генетическим разнообразием, что определяет их высокую ценность для селекции и лесокультурного дела [23, 27].

В Горном Крыму естественно произрастают три вида сосны: *P. pallasiana* D. Don, *P. pithyusa* Stev. subsp. *stankewiczii* (Sukacz.) N. Rubtz., *P. kochiana* Klotzsch ex C. Koch. [2, 59]. Последний вид часто рассматривают как близкий к *P. sosnowskyi* Nakai (*P. hamata* Sosn.) или как разновидность *P. sylvestris* var. *hamata* (Stev.) Sosn., который отличается пирамидально вздутыми и крючковато загнутыми к основанию шишки щитками [35].

Большая часть сосновых лесов в Горном Крыму, практически все естественные насаждения, отнесены к заповедным территориям. На полуострове действует один из самых старых заповедников нашей страны – Крымский заповедник, организованный в 1923 г., который, по сути дела, и обеспечил сохранение основной части массива сосновых лесов [22]. Всевозрастающие рекреационные нагрузки и связанные с ними пожары определили необходимость организации в 1973 г. еще двух природных заповедников – Ялтинского горно-лесного и “Мыс Мартьян”, в состав которых вошли насаждения южного макросклона Главной гряды Крымских гор. С этого момента можно считать, что естественные насаждения *P. pallasiana* и *P. kochiana* приобрели наивысший уровень охраны. Однако древостои *P. pithyusa* и по настоящее время остаются в составе лесхозов, имея статус заказников (заказник “Мыс Айя” – Севастопольский лесхоз и “Новый Свет” – Судакский лесхоз). Этого явно недостаточно, так как статус заказника ни формально, ни практически не обеспечивает должный уровень охраны ценных древесных видов, к которым относится *P. pithyusa*.

К сожалению, несмотря на все предпринимаемые меры, в настоящее время сохраняются негативные тенденции уменьшения площади и сокращения численности природных популяций видов рода *Pinus* L. в Горном Крыму. По материалам летописи природы Ялтинского горно-лесного природного заповедника за период с 1973 по 2013 гг. на его территории произошло 1139 пожаров, общая площадь, пройденная огнем,

составила 2483,53 га, это около 22,4% лесопокрытой площади заповедника. Большая часть пожаров произошла в насаждениях *P. pallasiana*.

Исходя из современного состояния лесов и их роли, в настоящее время наиболее важной задачей является всесторонний анализ и принципиальная оценка эффективности существующих подходов и применяемых методов ведения лесного хозяйства, охраны и восстановления лесных биоценозов сосны. Необходимо шире внедрять и использовать методы, учитывающие, прежде всего, социальную и экологическую роль лесов, что для Крымского полуострова, как приоритетной территории сельскохозяйственного и курортно-рекреационного развития, имеет первостепенное значение.

В последние десятилетия при разработке научно-методических принципов охраны и восстановления нарушенных лесных сообществ широкое применение получили популяционно-генетические подходы. Популяционный анализ, использующий различные методы биологии и математического моделирования, является одним из ведущих и перспективных направлений познания механизмов изменчивости видов, специфики их адаптации в конкретных условиях произрастания.

В современном представлении популяция – это группа особей одного вида, в течение большого числа поколений населяющая определенное пространство, внутри которого возможен обмен генетической информацией. Популяция – элементарная единица эволюционного процесса и форма существования вида. Уровень генетического разнообразия популяций определяет эволюционную устойчивость вида [8, 24]. Каждая популяция обладает собственной эволюционной судьбой. В свою очередь, уровень генетического разнообразия обеспечивает устойчивость популяции и возможность стабильного ее воспроизводства [1]. Популяция имеет сложную биохорологическую структуру: по плотности, распределения особей по возрастным группам, по типам роста.

Наиболее важным фактором в формировании популяции является естественный отбор. Естественный отбор с позиции современных воззрений представляет собой статистическое явление – лучший генотип имеет «больше шансов выжить» [8, 56].

На принципе действия естественного отбора через условия произрастания основывается подход к оценке объема популяции древесных растений, который заключается в сопоставлении изменчивости вида в пределах региона с ландшафтно-географической структурой этого региона. Предполагается, что в одинаковых ландшафтно-географических условиях создается определенный тип лесорастительных условий, на основе которых формируется группа коренных типов леса, составляющих одну популяцию. В данном случае учитывается векторизованное действие естественного отбора, который в течение длительного времени на основе одинаковых лесорастительных условий формирует древостои с общим генофондом – популяцию [33, 43].

В ряде исследований показана высокая степень адаптации популяций к различным условиям существования [44, 45, 53]. Известно, что популяции в сходных условиях мало отличимы даже при наличии изоляции и, наоборот, интенсивно обменивающиеся генами популяции при определенном режиме отбора могут изменяться независимо друг от друга. Естественный отбор проявляет свое действие не только через абиотическую среду, но и через конкурентные отношения организмов как внутри одного вида, так и через межвидовые взаимоотношения в фитоценозе [36, 41, 42].

В природных популяциях наблюдается генетически обусловленное разнообразие по устойчивости к действию разных факторов. Увеличение изменчивости является одной из важнейших адаптивных реакций на стрессовое воздействие, поскольку при

резком изменении внешних условий популяция сможет продолжить свое существование, только в случае выживания части особей, которые обеспечат формирование потомства в новых условиях. Отбор вариантов, наиболее приспособленных к новым условиям, ведет к изменению средних значений количественных признаков. Таким образом, увеличение изменчивости отражает интенсивность идущих в популяции процессов адаптации, а различие средних морфофизиологических показателей является количественной мерой произошедших вследствие отбора изменений. В целом адаптивный потенциал вида определяется способностью к оперативным морфофизиологическим изменениям в зависимости и в соответствии с ритмом колебаний основных жизненно важных природно-климатических факторов среды [4, 20].

Представление об устойчивости популяций растений сопряжено с понятием критического состояния, которое связано с необратимыми изменениями их структурно-динамической организации. Объективный показатель критического состояния популяций – нарушение нормального кругооборота поколений, в результате которого становится невозможным в течение какого-то времени образование и сохранение жизнеспособных диаспор. Критическое состояние популяций оценивается по уровню изменчивости ее демографических элементов, состояние которых можно оценивать на основе анализа степени неполночленности возрастной структуры популяций в сравнении с базовыми данными.

На уровень устойчивости популяций оказывают влияние изменение возрастного состава, жизненности особей, времени прохождения этапов онтогенеза, развитие процессов репродукции [10]. Стабильное пространственно-временное существование популяций определяется характером смены демографических элементов, их гетерогенности, которая, в свою очередь, обеспечивается разновозрастностью особей и поливариантностью онтогенеза. Поливариантность онтогенеза и способность к изменению жизненного состояния выступают как важнейшие механизмы обеспечения устойчивости популяций в определенном диапазоне эколого-фитоценологических условий [11].

На соотношение демографических элементов в популяциях сосны влияют различные факторы, среди которых абиотические играют наиболее значительную роль. В Горном Крыму на первых же этапах онтогенеза режим увлажнения оказывает решающее влияние на реализацию самосева в природных популяциях сосны [13, 51]. При недостатке влаги прорастание семян задерживается, наблюдается потеря всхожести под действием почвенной микрофлоры [47].

Водный режим древесных растений тесно связан с динамикой почвенной влаги. В древостоях сосны высыхание почвы по горизонтам происходит неравномерно. Быстрее всего расходуется влага в верхнем полуметровом слое, наиболее насыщенном корнями растений. На глубине 20-30 см расход влаги идет преимущественно на транспирацию, в верхнем 10 см слое – на физическое испарение [52]. Возможность реализации молодых растений сосны, корневая система которых развивается в пределах верхнего 10-15-ти сантиметрового слоя почвы, в значительной степени ограничивается травянистым ярусом. Травянистые растения при интенсивном разрастании вытесняют корни сосны из верхних в нижние, менее плодородные горизонты почвы, что понижает энергию роста саженцев. В нормальные по влажности годы травянистые растения потребляют столько же влаги, сколько 19-летние сомкнутые сосновые культуры, в засушливые годы – больше, чем сомкнутые культуры в 30-летнем возрасте [25]. По данным В.С. Шумакова и В.Н. Кураева (1973), при сомкнутости травяного покрова 0,4-0,6, наблюдается заметное угнетение сосны [54]. Это является одной из причин массовой гибели самосева на площадях проведения

рубок. Как указывают М.И. Гордиенко и Н.М. Гордиенко (1988), самосев сосны в борах и суборах Полесья отмечается до рубки, в год и спустя год после рубки. В последующем семена сосны хотя и прорастают, однако из-за интенсивного разрастания травяного покрова всходы не выдерживают конкуренции и в массе погибают уже весной [6].

В этой связи большое значение приобретают фитоценотические механизмы поддержания стабильности и устойчивости сообществ сосны. М.А. Голубец и И.В. Царик (1990) рассматривают стабильность как интегральный показатель устойчивости [5]. Они предлагают не отождествлять понятия стабильности и устойчивости биотических систем, считая, что устойчивость – это способность системы сохранять свои структурно-функциональные свойства и быстро их восстанавливать в ответ на действие природных и антропогенных возмущений, а стабильность – это способность системы сохранять свои основные параметры на протяжении всего периода существования или на длительном этапе ее развития.

При изучении биоценозов сосны на основе «микроэкосистемного» подхода с использованием количественных методов был проведен анализ хронологических изменений структуры и функций древостоя-эдификатора. На примере преобладающих типов сосновых лесов Горного Крыма показана ведущая роль древостоя-эдификатора в формировании фитосреды, структуры и функций основных компонентов лесного биоценоза [15, 30, 31].

Если рассматривать биоценоз как систему, формируемую в основном процессами средообразования, то роль дерева в сообществе определяется его эдификаторной мощностью [46]. Момент, когда воздействие данной особи начинает сказываться на состоянии других растений, характеризуется как некий качественный скачок. Напряженность фитогенного поля зависит от размеров и возраста растения. Этот факт признается большинством исследователей, которые в своих работах определяли индексы фитогенного поля деревьев [21, 57]. Точки с наибольшей силой влияния древостоя обычно находятся вблизи крупных старых деревьев. Однако роль особи в сообществе не ограничивается только этим, весьма важен конкурентный статус дерева в синузии. Различна толерантность и конкурентная мощность видов напочвенного покрова, различна и эдификаторная сила особей древесных пород в разных экологических условиях [3, 29].

Судьба молодого поколения сосны в лесных сообществах определяется сложными процессами взаимоотношений между растениями, обусловленными конкуренцией со стороны взрослых деревьев за свет, питательные вещества и почвенную влагу. Сообщества разных типов заметно отличаются друг от друга по характеру нанорельефа, мозаике и площади слагающих их микростадий и синузий нижних ярусов. Это определяет гетерогенность режимов биоценотической среды, обуславливает неоднородность условий произрастания, и в связи с этим значительную пространственную дифференциацию всходов, их локализацию в связи с спецификой микростадий в биоценозах [12]. Как свидетельствуют некоторые наблюдения, определенную роль, на фоне действия различных неблагоприятных факторов, играют биохимические взаимодействия в зоне корневых систем через корневые выделения взрослых деревьев и других компонентов фитоценоза [55]. В целом независимо от того, какой фактор в данных условиях является решающим, результат их суммарного воздействия приводит к полной или частичной элиминации всходов и подроста. Выжившая часть подроста сосны под пологом древостоя отличается от свободно растущих деревьев того же возраста нарушенным морфогенезом и измененным соотношением интенсивности физиологических процессов. Морфологические признаки угнетения в первую очередь проявляются в изменении формы кроны [11, 48].

Угнетенный подрост под сомкнутым пологом леса характеризуется ослаблением интенсивности фотосинтеза, дыхания, транспирации. Подрост сосны успешно развивается на тех участках, где отсутствует негативное влияние климаксовых видов нижних ярусов, более благоприятными являются условия минерального питания, режим увлажнения, температуры и освещения. Такие условия, в частности, формируются в местах единичных и групповых вывалов наиболее старых деревьев [28, 37, 58].

В целом самосеву сосны присущи эксплерентные свойства. К ним относятся: высокая степень светолюбия, низкая теневыносливость самосева и, как следствие, его неспособность долго выживать под сомкнутым пологом растительности; засухо-, жаро- и морозоустойчивость всходов; глубокое укоренение в первые годы жизни, быстрый рост [39, 40].

Считается, что пожары слабой интенсивности создают благоприятные условия для возобновления сосны. Во многих работах показано, что при близких условиях обсеменения численность самосева сосны на минерализованной или обожженной почве, как правило, в несколько раз выше, чем на грубогумусовом субстрате [17].

В целом рост и развитие сосны тесно связаны с действием пожаров. Например, одним из свидетельств пирогенной адаптации *P. sylvestris* является термоизоляция нижней части ствола коркой, слой которой толщиной 1,5 см надежно предохраняет флоэму и камбий от перегрева [38]. Толщина корки с увеличением высоты над почвой вначале быстро возрастает, достигая максимума на уровне 10-15 см, а затем плавно уменьшается – в полном соответствии с вертикальным профилем градиента температуры во время низовых пожаров. Кроме толстой корки в нижней части ствола к числу морфофизиологических особенностей деревьев сосны, способствующих сохранению и выживанию после пожаров или механических повреждений, относятся прочность древесины ствола и корней, мощное развитие стержневого и «якорных» корней, заглубленность латеральных корней в почву, способность поврежденных тканей к засмолению и быстрой регенерации, высокое расположение кроны [35, 40].

Пожары усиливают тенденцию формирования нормальных популяций сосны. Низкая представленность когорты подроста на участках, которые длительное время не подвергались действию низового пожара, связана с тем, что семена деревьев-доминантов, попадая в дернину, не в состоянии эффективно прорасти [41].

Наблюдается тесная отрицательная корреляция между численностью генераций подроста сосны и давностью пожара. Весь сложный комплекс прямых и косвенных воздействий низовых пожаров (уничтожение мощного слоя подстилки, повышение на обнаженной поверхности почвы освещенности, влажности, обогащение почвы элементами минерального питания, устранение действия фитотоксикантов, ослабление конкуренции и т.д.) служит своеобразным «сигналом» для прорастания семян и активного развития сеянцев [18, 19, 38, 49, 50]. Пирогенная цикличность появления подроста приводит к формированию ступенчатой возрастной структуры сосняков. Аналогичное влияние на периодичность возобновления и возрастную структуру популяций сосны оказывают циклы эрозии субстрата в горах и лесохозяйственные рубки, сопровождающиеся значительной минерализацией почвы [32].

Семенное возобновление сосны на свежих гарях зависит от наличия источников обсеменения и их размещения, сочетания семенных годов с выпадением достаточного количества осадков и различных других факторов.

Первый этап послепожарной динамики возобновления характеризуется максимальной выравненностью пространственного распределения подроста сосны, которое в сообществах с повреждением древостоя менее 30% является равномерным

или случайным, а в сообществах с повреждением древостоя более 70% изменяется с увеличением давности пожара от группового до случайного [7].

В субклимаксовых сообществах причиной колебаний плотности подроста в отдельные периоды может являться неравномерность процесса распада одновозрастных и ступенчато-разновозрастных древостоев.

Наиболее часто под последствиями пожаров понимаются изменения в состоянии фитоценоза, которые наблюдаются непосредственно после воздействия огня или в ближайшие 5-7 лет после него. Эти последствия можно объединить под общим названием – «кратковременные». Они включают отпад деревьев и изменение прироста в послепожарных древостоях; огневые травмы и повреждение крон деревьев, гибель подроста и подлеска; изменения в почвенной среде, в живом и мертвом напочвенном покрове [9, 26].

Однако в результате пожаров изменяются не только качественные и количественные характеристики древостоев. Цепь взаимообусловленных и взаимосвязанных послепожарных явлений приводит к изменению экологических режимов условий произрастания, возникновению на горях производных сообществ, смене видов и возрастных поколений, и в целом обуславливает специфику и направленность послепожарного лесообразовательного процесса [14, 16, 18]. Эти последствия наиболее полно могут быть выявлены и оценены лишь на основе учета размещения стадий послепожарных сукцессий растительности на территории того или иного региона и их лесоводственно-биологических особенностей [49]. При этом через сложную систему прямых и обратных взаимосвязей формируется особый экологический фон, определяющий специфику послепожарных сукцессий растительности. Постпирогенный экологический фон в сочетании с условиями обсеменения гарей предопределяет эколого-динамические ряды формирования растительности в рамках элементарных природных комплексов. При этом каждый ряд во времени разделяется на морфологически разные стадии восстановительно-возрастной послепожарной динамики, которые можно рассматривать как генетически взаимосвязанные типы биоценозов [50].

В настоящее время одним из наиболее важных является вопрос динамики абиотических факторов в древостоях сосны, поврежденных огнем. Данная проблема приобретает особое значение в связи с увеличением числа антропогенно обусловленных пожаров и необходимостью повышения эффективности лесовосстановительных работ на горельниках, что весьма актуально для лесных экосистем Горного Крыма. В целом выявление закономерностей динамики экологических факторов и их влияния на развитие лесных фитоценозов является важнейшим условием формирования высокопродуктивных насаждений [14, 15, 30, 34].

В настоящее время антропогенное воздействие приобретает значение решающего фактора в формировании лесных экосистем. Это определяет необходимость организации мониторинга – системы длительных целенаправленных наблюдений, обеспечивающих эффективный контроль и прогнозирование изменений, главным образом антропогенных, в природной среде. Организация долгосрочного мониторинга природных популяций видов рода *Pinus* L. в Горном Крыму необходима для контроля состояния сосновых лесов, оценки их структуры, продуктивности, уровня рекреационного использования, прогнозирования вероятных изменений, нарушающих стабильность лесных биогеоценозов. В этой связи фактор времени приобретает первостепенное значение, поскольку, чем раньше на той или иной территории лесных насаждений заложены пробные площади и начат мониторинг, тем изначальные характеристики изучаемых объектов в большей степени соответствуют показателям их естественного ненарушенного состояния. Более длительные хронологические ряды

наблюдаемых параметров позволяют повысить информативность показателей, характеризующих те или иные тенденции в динамике состояния изучаемых объектов.

Задачи охраны различных видов растений, решение проблем сохранения биоразнообразия требуют постоянного совершенствования системы контроля жизненного состояния, которая необходима для объективного анализа изменений в развитии природных популяций, оценки перспективы сохранения их экологического потенциала. Наиболее важной проблемой текущего момента является формирование базы данных биоэкологических характеристик природных популяций лесообразующих древесных пород Горного Крыма, основу которой должны составлять показатели жизненного состояния, особенности реакции особей на изменение условий среды. Одним из перспективных направлений решения данных проблем является использование методов биофизики для оценки жизненного состояния растений непосредственно в полевых условиях.

При анализе состояния растений большое значение также имеет применение методов биохимии, которые позволяют проводить раннюю диагностику негативного влияния различных факторов, до того как их повреждающее воздействие начнет проявляться в виде внешних признаков. Поэтому при организации системы мониторинга лесных экосистем необходимо шире использовать биохимические индикаторы состояния древесных растений.

Список литературы

1. Алтухов Ю.П. Молекулярная эволюция популяций // Молекулярные механизмы генетических процессов. Молекулярная генетика, эволюция и молекулярно-генетические основы селекции. – М.: Наука, 1985. – С. 100-131.
2. Бобров Е.Г. *Pinus sylvestris* S. L. на Кавказе, история и систематика // Бот. журн. – Т. 60, № 10. – 1975. – С. 1421-1433.
3. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. – Л., 1983. – 246 с.
4. Гераськин С.А., Васильев Д.В., Дикарев В.Г. Оценка методами биоиндикации техногенного воздействия на популяции *Pinus sylvestris* L. в районе предприятия по хранению радиоактивных отходов // Экология. – 2006. – № 4. – С. 275-285.
5. Голубец М.А., Царик В.И. Некоторые аспекты стабильности и устойчивости фитоценозов // Проблемы устойчивости биологических систем. – Харьков, 1990. – С. 205-206.
6. Гордиенко М.И., Гордиенко Н.М. Сукцессии растительности на вырубках в Полесье и лесостепи Украины и восстановление сосны обыкновенной // Лесоведение. – 1988. – № 4. – С. 34-41.
7. Горшков В.В., Ставрова Н.И. Динамика возобновления сосны обыкновенной при восстановлении бореальных сосновых лесов после пожаров // Бот. журн. – 2002. – Т. 87, № 2. – С. 62-77.
8. Грант В. Эволюционный процесс. – М.: Мир, 1991. – 488 с.
9. Евдокименко М.Д. Жизнеспособность деревьев после низового пожара // Вопросы лесной прирологии. – Красноярск, 1974. – С. 167-196.
10. Жиляев Г.Г., Царик И.В. Структура популяций травянистых растений в растительных сообществах Карпат // Бот. журн. – 1989. – Т. 74, № 1. – С. 88-95.
11. Жукова Л.А. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология. – 2001. – № 3. – С. 164-168.
12. Жукова Л.А., Заугольнова Л.Б., Попадюк Р.В. Критическое состояние популяций растений // Проблемы устойчивости биологических систем. – Харьков, 1990. – С. 199-201.

13. Коба В.П. Возобновление коренных насаждений *Pinus pallasiana* D. Don после верховых пожаров на фоне динамики абиотических факторов в постпирогенный период // Растительные ресурсы. – 2004. – Т. 40. – Вып. 2. – С. 19-30.
14. Коба В.П., Корженевский В.В., Ларина М.В. Исследование процессов восстановления биоценозов *Pinus pallasiana* D. Don, поврежденных огнем // Интродукція рослин. Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України. – 2004. – № 2. – С. 3-8.
15. Коба В.П. Роль древесного яруса в стабилизации факторов абиотической среды в биоценозах *Pinus pallasiana* D. Don // Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экообразование: Материалы III научной конференции. – Симферополь, 2005. – С. 179-182.
16. Коба В.П. *Pinus pallasiana* (Pinaceae) как индикатор периодичности пожаров и особенности восстановления ее насаждений в Горном Крыму // Растительные ресурсы. – 2005. – Т. 41. – Вып. 2. – С. 39-48.
17. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. – К.: Наук. думка, 1996. – 238 с.
18. Колесников Б.П., Санникова Н.С., Санников С.Н. Влияние низового пожара на структуру древостоя и возобновление древесных пород в сосняках черничнике и бруснично-черничном // Горение и пожары в лесу. – Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1973. – С. 301-321.
19. Комарова Т.А. Роль лесных пожаров в прорастании семян, покоящихся в почве // Экология. – 1985. – № 6. – С. 3-8.
20. Комарова Т.А. Семенное возобновление растений на свежих гарях Южного Сихотэ-Алиня // Лесоведение. – 1989. – № 2. – С. 51-59.
21. Котов С.Ф. Количественная оценка эдификаторной роли вида // Бот. журн. – 1983. – Т. 68, № 1. – С. 39-48.
22. Лушпа В.А. Крымский заповедник за годы Советской власти // Заповедные леса Горного Крыма: Сб. науч. работ. – Симферополь: Таврия, 1969. – С. 3-10.
23. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере сем. Pinaceae на Урале) – М.: Наука, 1973 – 282 с.
24. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. – М.: Мир, 1974. – 460 с.
25. Миронов В.В. Облесение песков Юго-Востока. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 168 с.
26. Молчанов А.А. Влияние лесных пожаров на древостой // Тр. Ин-та леса АН СССР. – М., 1954. – Т. 16. – С. 314-335.
27. Морозов Г.П. Биологические особенности древесных пород с генетико-эволюционной точки зрения // Научные основы селекции хвойных древесных пород. – М.: Наука, 1978. – С. 27-44.
28. Николаева С.А., Савчук Д.А., Петрова Е.А. Динамика роста и развитие *Pinus sibirica* (Pinaceae) в лесных культурах // Растительные ресурсы. – 2006. – Т. 42, вып. 2. – С. 1-16.
29. Орешкин Д.Г. Оценка влияния единичных особей подроста сосны на напочвенный покров в зеленомошно-лишайниковых сосняках // Ботан. журн. – 1998. – Т. 83, № 12. – С. 97-107.
30. Плугатарь Ю.В. Из лісів Криму. – Харків.: Нове слово, 2008. – 462 с.
31. Плугатарь Ю.В. Типы лесов Крыма // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків, 2008. – Вип.113. – С.24-31
32. Побединский А.В. Лесопользование и стабильность лесных биоценозов // Лесоведение. – 1983. – № 3. – С. 3-7.

33. Подгорный Ю.К. Методические рекомендации по выделению природных популяций горных растений ландшафтным методом // Никит. ботан. сад. – Ялта, 1992. – 32 с.
34. Поляков А.Ф., Плугатарь Ю.В. Лесные формации Крыма и их экологическая роль. – Харьков: Новое слово, 2009. – 405 с.
35. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция // М.: Наука, 1964. – 192 с.
36. Рысин Л.П., Рысина Г.П. Опыт популяционного анализа лесных сообществ // Бюл. МОИП Отд биол. – 1966. – Т. 21, вып. 1. – С. 84-94.
37. Санников С.Н. Естественное возобновление в сосняках северной тайги Зауралья // Тр. комиссии по охране природы Уральского филиала АН СССР. – 1964. – Вып. 1. – С. 117-129.
38. Санников С.Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье // Горение и пожары в лесу. – Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1973. – С. 236-277.
39. Санников С.Н. Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье // Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и в Зауралье: Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1976. – Вып. 101. – С. 124-165.
40. Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. – М., 1985. – 190 с.
41. Санников С.Н., Петрова И.В. Дифференциация популяций сосны обыкновенной. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 247 с.
42. Санников С.Н., Петрова И.В., Семериков В.Л. Генофеногеографический анализ популяций *Pinus sylvestris* L. на трансекте от северной до южной границы ареала // Экология. – 2002. – № 2. – С. 97-102.
43. Семериков Л.Ф. О генетическом аспекте лесной типологии // Экология. – 1973. – № 5. – С. 22-26.
44. Синская Е.Н. Современное состояние вопроса о популяции высших растений // Тр. ВНИИ растений. – 1961. – Вып. 2. – С. 3-53.
45. Скворцов А.К. Основные этапы развития представлений о вид // Бюл. МОИП. – 1967. – Т. 72, вып. 5. – с. 11-27.
46. Смирнова О.В., Бобровский М.В. Онтогенез дерева и его отражение в структуре и динамике растительного и почвенного покрова // Экология. – 2001. – № 3. – С. 177-181.
47. Смоляк Л.П., Петров Е.Г. Водное питание и продуктивность сосновых фитоценозов. – Минск, 1978. – 184 с.
48. Судачкова Н.Е., Балмаева Л.И. Биохимическая адаптация подрост хвойных к условиям существования под пологом леса // Лесоведение. – 1974. – № 4. – С. 16-23.
49. Фуряев В.В. Анализ последствий лесных пожаров для оценки лесообразовательного процесса // Лесоведение. – 1988. – № 1. – С. 59-66.
50. Фуряев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск: Наука, 1996. – 253 с.
51. Харитонович Ф.Н. Биология и экология древесных пород. – М.: Лесн. пром-сть, 1968. – 304 с.
52. Цельникер Ю.Л. Зависимость показателей водного режима древесных пород от давления почвенной влаги // Лесоведение. – 1969. – № 2. – С. 39-44.
53. Шмальгаузен И.И. Проблемы дарвинизма. – Л.: Наука, 1969. – 493 с.
54. Шумаков В.С., Кураев Б.Н. Современные способы подготовки почвы под лесные культуры. – М.: Лесн. пром-сть, 1973. – 160 с.

55. *Щербатюк М.Б.* Влияние корневых выделений растений на рост лиственницы // Лесн. х-во. – 1963. – № 10. – С. 17-19.

56. *Яблоков А.В., Юсупов А.Г.* Эволюционное учение. – М.: Высшая школа, 1989. – 336 с.

57. *Ястребов А.Б.* Напряженность фитогенных полей деревьев в лишайниково-зеленомошных сосняках // Экология. – 1996. – № 1. – С. 3-9.

58. *Ястребов А.Б., Познанская А.А.* Анализ влияния древостоя на подрост в сосновых борах Карелии // Бот. журн. – 1993. – Т. 78, № 5. – С. 123-132.

59. *Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M.* Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural Checklist. – Kiev, 1999. – 345 p.

Koba V.P., Plugatar Yu.V. Problem of natural populations of types of *Pinus* L. genus protection in Mountain Crimea // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 5 – 14.

The article covers description of modern ideas in area of population-genetic methods in use for the analysis of mechanisms of species changeability, specific of their adaptation in connection with the dynamics of sprouting conditions. It is shown that currently anthropogenic impact gains an importance of determining factor in forming and development of forest phytocenosis. One of the main tasks for providing of objective control and changes prognostication in a state of natural populations of types of *Pinus* L. genus in Mountain Crimea is the arrangement of the monitoring system and forming of database of their bioenvironmental descriptions.

Key words: *ecology, adaptation, phytocenosis, protection, natural populations, Pinus L.*

УДК 504.064.3:574

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОДНОГО РЕЖИМА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КУСТАРНИКОВ НИЖНЕГО ЯРУСА В УСЛОВИЯХ ФИТОКЛИМАТА ПАРКОВ ЮБК

Ю.В. ПЛУГАТАРЬ, О.А. ИЛЬНИЦКИЙ, М.С. КОВАЛЕВ, С.П. КОРСАКОВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Проведен анализ особенностей водного режима и засухоустойчивости восьми видов кустарников парка Арборетума Никитского ботанического сада, произрастающих в условиях фитолимата нижнего яруса. Для этих целей использованы два экспресс-метода фитомониторинга, позволяющих получить их экофизиологические характеристики. В результате проведенных исследований построены динамические модели зависимости между экофизиологическими характеристиками исследуемых видов растений и основными факторами внешней среды, уточнены особенности их водного режима и засухоустойчивости. Выявленная зависимость дает возможность дифференцировать виды растений по степени засухоустойчивости, что позволит рекомендовать их для выращивания в условиях конкретного региона ЮБК с учетом его микроклиматических особенностей.

Ключевые слова: экспресс-методы, особенности водного режима, дефицит влажности ксилемы, относительная засухоустойчивость, математическая модель.

Введение

При выборе материала в ходе ландшафтного проектирования огромное значение имеют эстетические особенности деревьев и кустарников. Они характеризуются изменением размеров, формы, цвета, облиственности, что обусловлено их ростом и развитием, а также сезонными циклами жизнедеятельности [1, 2, 10]. Каждое растение, особенно отдельно стоящее, имеет свои индивидуальные черты: высоту, габитус и силуэт кроны. В то же время в групповых посадках деревья и кустарники приспособляются друг к другу, образуя не набор отдельных растений, а единую взаимосвязанную группу, обладающую определенной способностью к саморегулированию и формированию уравновешенного объема.

При формировании объемно-пространственной композиции парка габитусы насаждений, их высота, долговечность и динамика развития по отношению друг к другу имеют главенствующее значение [13].

Резкие колебания метеорологических факторов, варьирующие из года в год, очень часто приводят к возникновению стрессовых ситуаций для растений. Одним из таких стрессовых воздействий, часто возникающих на различных этапах онтогенеза растительного организма, является водный стресс. Значительная часть территории Крыма характеризуется недостаточным увлажнением, неравномерностью выпадения осадков и частыми засушливыми периодами. Кроме того, растения нередко подвергаются водному дефициту из-за высоких летних температур, резких изменений погодных условий, загрязнения окружающей среды, нерационального использования водных ресурсов и неправильных агротехнических мероприятий [8]. Устойчивость к комплексу агроэкологических факторов – один из наиболее сложных вопросов при интродукции растений, особенно в отношении декоративных видов. Поэтому вопрос реакции растений нижнего яруса на изменение факторов окружающей среды, оценка степени воздействия этих факторов на особенности водного режима представляет практический интерес при изучении их засухоустойчивости и теневыносливости для последующей разработки рекомендаций по выращиванию в конкретных условиях [3, 6].

В связи с вышеизложенным, была сформулирована цель исследования: исследовать изменения параметров водного обмена растений методами фитомониторинга и разработать общебиологический критерий оценки генотипической засухоустойчивости интродуцента, позволяющий оценить степень толерантности растительного объекта к стрессовому воздействию [3, 7, 9]

Объекты и методы исследования

В данных исследованиях мы применили методологию и приборную базу фитомониторинга [3, 6, 16]. Были использованы экспресс-методы:

- определение дефицита влажности ксилемы (древесины);
- измерения линейной скорости ксилемного потока в стволах древесных растений.

Для определения дефицита влажности ксилемы нами использован метод тепловых импульсов. Речь идет о ксилеме, потому что ксилемный поток составляет 98 - 99% от общего потока (ксилемный поток плюс флоэмный), и тепловая метка переносится вверх ксилемным потоком. В данном техническом решении применен способ определения влажности ксилемы непосредственно из результатов тепловых импульсных измерений. Как известно, этот метод применяется для определения линейной скорости ксилемного потока, причём использовалась лишь временная составляющая этого импульса. На амплитудную составляющую исследователи обращали мало внимания. Нами был разработан и запатентован новый способ определения этого параметра [5].

Датчик для измерения данного показателя находился на высоте 0,6 - 1,1 м от поверхности почвы.

При помощи этого же датчика мы измеряли линейную скорость ксилемного потока [12, 14, 15]. Этот параметр позволяет определить взаимосвязь между коэффициентом водного стресса и засухоустойчивостью изучаемых видов растений. Коэффициент водного стресса находится по формуле:

$$Кв.с. = V_{утр.}/V_{с.дня} , \text{от.ед.}$$

где: $V_{утр.}$ – линейная скорость ксилемного потока в утренние часы;

$V_{с.дня}$ - линейная скорость ксилемного потока в послеполуденные часы.

Примененные нами экспресс-методы при синхронном измерении параметров внешней среды в условиях микроклимата (освещенности, температуры воздуха, влажности воздуха, температуры почвы и ее влажности, дефицита влажности воздуха) позволили изучить некоторые экофизиологические характеристики исследуемых видов кустарников нижнего яруса. Параметры внешней среды измерялись стандартными методами, применяемыми в метеорологических измерениях [11].

В качестве модельных объектов для исследований были отобраны 8 видов растений [13], различных по особенностям водного режима, засухоустойчивости и теневыносливости (табл. 1): *Pittosporum heterophyllum* Franch. (Питтоспорум разнолистный), *Buxus sempervirens* L. (Самшит вечнозеленый), *Euonymus japonica* Thunb. (Бересклет японский), *Chimonanthus praecox* (L.) Link (Зимоцвет ранний), *Viburnum tinus* L. (Калина вечнозеленая), *Cornus mas* L. (Кизил мужской), *Laurocerasus officinalis* M. Roem. (Лавровишня лекарственная), *Aucuba japonica* Thunb. (Аукуба японская).

Таблица 1

**Биоэкологическая характеристика некоторых видов кустарников нижнего яруса парков
Южного берега Крыма**

Растение	Частота встречаемости	Теневыносливость	Засухоустойчивость	Цветение, плодоношение	Группы по декоративности	Функциональное назначение
<i>Pittosporum heterophyllum</i> (Питтоспорум разнолистный)	ед	++	++	пл	1	2
<i>Buxus sempervirens</i> (Самшит вечнозеленый)	м	+++	++	пл	1	1, 2
<i>Euonymus japonica</i> (Бересклет японский)	ч	++	++	пл	1	2
<i>Chimonanthus praecox</i> (Зимоцвет ранний)	ед	++	++	пл	3	2
<i>Viburnum tinus</i> Калина вечнозеленая)	ед	+++	++	цв	1	2
<i>Cornus mas</i> (Кизил мужской)	ч	++	+++	пл	3	2
<i>Laurocerasus officinalis</i> (Лавровишня лекарственная)	ч	++	++	пл	1	1, 2
<i>Aucuba japonica</i> (Аукуба японская)	ед	+++	+	цв	1	2
Частота встречаемости: ед – единично (от 1 до 5 экземпляров); ч – часто (от 20 до 100 экз.); м – массово (свыше 100 экз.) Теневыносливость: +++ – очень теневыносливые, ++ – менее теневыносливые Засухоустойчивость: +++ переносят засуху без всяких видимых повреждений и могут развиваться без искусственного орошения в летний период; ++ нуждаются в поливе в засушливый период (это виды устойчивые к воздушной засухе, но требовательные к почвенной влажности); + необходим систематический полив в течение всего летнего периода; - растения, страдающие даже в условиях постоянного полива как от воздушной засухи, так и от дефицита влажности почвы. Группа по декоративности: 1 – растение декоративно круглый год, 3 – в период цветения и плодоношения Функциональное назначение: 1 – лечебно-профилактические свойства, 2 – эстетический и декоративный эффект.						

Результаты и обсуждение

Данные виды растений нижнего яруса, кроме зимоцвета раннего (нижний парк, высота 115 м над уровнем моря), произрастают в верхнем парке Арборетума Никитского ботанического сада (высота 145-165 м над уровнем моря) в условиях разного микроклимата [10]. Их можно разделить на три основные группы: одни находятся в затененных условиях в течение всего онтогенеза, другие – в период активной вегетации в теплое время года, а третьи произрастают на относительно открытом участке.

1 группа (затененные условия в течение всего онтогенеза):

– Питтоспорум разнолистный – вечнозеленый декоративный кустарник с простыми кожистыми блестящими листьями, произрастает под кроной кедра атласского на расстоянии 1 м от ствола.

– Самшит вечнозеленый – вечнозеленый декоративный кустарник, находится в пределах совместного проективного покрытия кедра атласского и лавра благородного, и равноудален от их стволов на 2,5 м.

– Зимоцвет ранний – декоративный кустарник, цветущий зимой, с опадающими на зиму продолговато-эллиптическими листьями. Расположен под пологом кипариса крупноплодного (3,5 м от ствола).

– Аукуба японская – декоративный вечнозеленый кустарник, произрастает в подкроновом пространстве группы вечнозеленых деревьев: дуба каменного, секвойядендрона гигантского и плосковеточника, расстояние от стволов соответственно составляет 4, 5 и 2,5 м.

2 группа (затененные в период активной вегетации в теплое время года), произрастает под кроной листопадных деревьев:

– Бересклет японский – ценное декоративное вечнозеленое растение, находится под кроной бобовника анагерон (1 м от ствола).

– Калина вечнозеленая – вечнозеленый кустарник с небольшими, блестяще-зелеными листьями и щитками белых цветков, расположен в подкроновом пространстве, которое образуют орех грецкий и гледичия трехколючковая, на расстоянии от стволов деревьев соответственно 1 и 2,5 м.

– Лавровишня лекарственная – кустарник с простыми кожистыми, вечнозелеными листьями, с юга, запада и северо-запада окружен тремя деревьями липы сердцевидной на расстоянии 3,5 - 4,5 м, а с севера затеняется периферийной частью кроны каштана конского.

К 3 группе мы отнесли кизил мужской – листопадный кустарник, растущий на относительно открытом участке.

Краткая биометрическая характеристика изучаемых видов кустарников нижнего яруса и деревьев, в подкроновом пространстве которых они произрастают, их местоположение относительно ствола представлены в таблице 2.

Таблица 2
Биометрическая характеристика растений нижнего яруса и их местоположение относительно ствола дерева в подкроновом пространстве

Вид	Биометрическая характеристика растения				Местоположение относительно ствола в подкроновом пространстве		Биометрическая характеристика деревьев верхнего яруса			
	Возраст, лет	Высота, м	Структура кроны	Форма кроны	расстояние от ствола, м	направление	Вид	Возраст, лет	Высота, м	Радиус кроны, м
<i>Pittosporum heterophyllum</i> (Питтоспорум разнолиственный)	30	4	рыхлая	обратнойцевидная	1	С	Кедр атласский	80	20	4
<i>Vixis sempervirens</i> (Самшит вечнозеленый)	60	4	плотная	обратнойцевидная	2,5	В	Кедр атласский	150	27	5
					2,5	С	Лавр благородный	60	11	3
<i>Eucalyptus japonica</i> (Бересклет японский)	30	3,5	рыхлая	обратнойцевидная	1	С	Бобовник анагрон	40	12	3
<i>Chimonanthus praecox</i> (Зимоцвет ранний)	40	4,5	рыхлая	раскидистая	3,5	В	Кипарис крупноплодный	160	34	8
<i>Viburnum tinus</i> (Калина вечнозеленая)	30	3,5	рыхлая	обратнойцевидная	1	С	Орех грецкий	30	10	3
					2,5	СВ	Гледичия трехлопчатковая	60	22	3,5
<i>Cornus mas</i> (Кизил мужской)	40	5	рыхлая	обратнойцевидная	0	0	Кизил мужской	40	5	2
Лаурогетасус officinalis (Лавровишня лекарственная)	30	5	рыхлая	раскидистая	4,5-3,5-3,5	С-В-ЮВ	Липа сердцевидная	60	17	5
					5	Ю	Каптан конский	60	15	5,5
<i>Aucuba japonica</i> (Аукуба японская)	30	3	рыхлая	обратнойцевидная	5-5-4-4	ЮВ-Ю-ЮВ-ЮЗ	Дуб каменный	80	20	6-7
					5	В	Секвойя дендрон	50	20	3
					2,5	З	Плосковеточник	30	10	3

Под пологом насаждений пространственные вариации многих метеопараметров, в первую очередь солнечной радиации и атмосферных осадков, очень велики и зависят от архитектуры крон. Температурный режим воздуха и почвы как определяющий фактор физиологической активности растений зависит от величины солнечной радиации, поступающей к растениям и к поверхности почвы. Растения, высаженные под высокие деревья разных пород, оказываются в совершенно несходных инсоляционных условиях. Наиболее очевидные влияния растения на внешнюю среду проявляются в изменении освещенности, температуры и влажности. При параллельных наблюдениях освещенность, измеренная на открытых участках, не затененных кронами деревьев, в ясную погоду 28 августа достигала 47000 – 50000 лк. Под пологом деревьев в условиях интенсивного затенения в подкрановое пространство кустарников нижнего яруса проникало от 200 до 550 лк. В подкрановое пространство кизила мужского, растущего на открытом месте – в несколько раз больше – до 1450 лк. В конце августа 2014 г., в связи с продолжительным отсутствием значительных осадков, на фоне высоких летних температур растения Арборетума Никитского ботанического сада на участках без орошения находились в условиях водного дефицита. Для сравнения фитоклиматических особенностей под древесным пологом исследуемых растений нижнего яруса были проведены параллельные измерения освещенности, температуры и влажности воздуха, а также температуры и влажности почвы (табл. 3).

Таблица 3

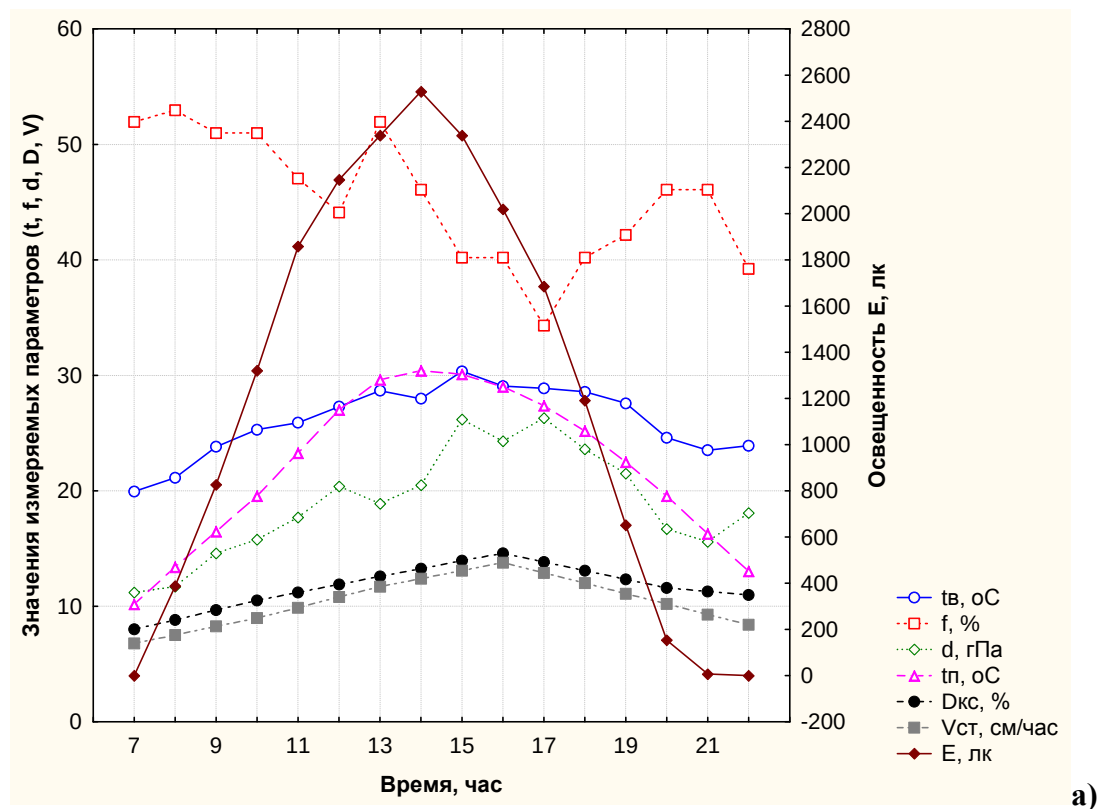
**Фитоклиматические особенности под пологом растений нижнего яруса
(28.08.2014 г., 10 ч 30 мин московского времени)**

Вид	Параметры среды					
	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Температура почвы, °С	Влажность почвы на глубине 20 см, %	Освещенность, Лк	Коэффициент пропускания, %
<i>Pittosporum heterophyllum</i> (Питтоспорум разнолиственный)	25,0	49	20,0	7,2	500	1,94
<i>Buxus sempervirens</i> (Самшит вечнозеленый)	24,5	57	20,0	13,7	200	0,68
<i>Euonymus japonica</i> (Бересклет японский)	25,0	54	20,0	7,2	200	0,58
<i>Chimonanthus praecox</i> (Зимоецвет ранний)	25,7	48	20,1	14,8	370	0,64
<i>Viburnum tinus</i> (Калина вечнозеленая)	27,1	49	21,0	12,4	550	1,11
<i>Cornus mas</i> (Кизил мужской)	25,5	50	20,5	11,4	1450	3,18
<i>Laurocerasus officinalis</i> (Лавровишня лекарственная)	25,2	52	20,0	10,2	300	0,69
<i>Aucuba japonica</i> (Аукуба японская)	25,2	57	20,5	14,9	450	1,14

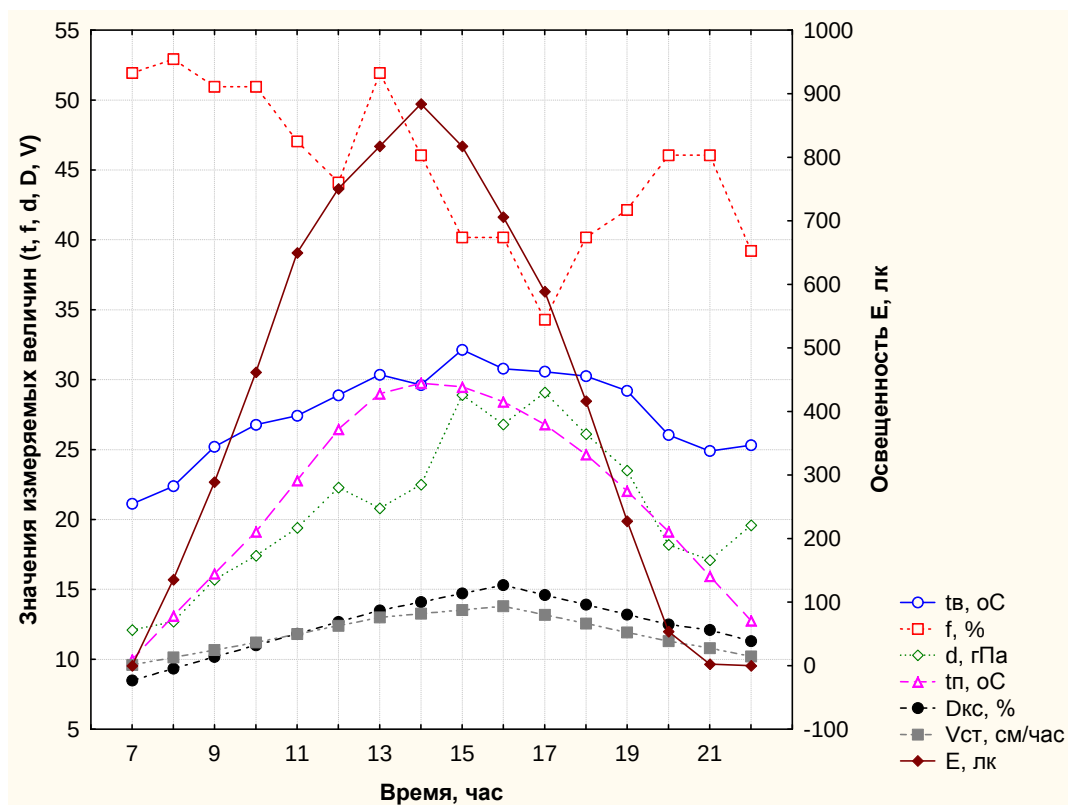
Известно, что засухоустойчивость вида определяется реакцией растения на изменяющиеся условия внешней среды. При воздействии экстремальных факторов внешней среды растения, приспособившиеся в процессе эволюции к определенным условиям обитания, по-разному реагируют на эти воздействия. В условиях низкого водного потенциала корнеобитаемой среды у растительных объектов различных экологических групп происходит заметное снижение параметров водного обмена (скорости ксилемного потока), которые являются важнейшими регуляторами основных физиолого-биохимических процессов в растении. Растения с различными эколого-

физиологическими характеристиками обладают различной чувствительностью к изменению водного потенциала почвы, что проявляется в определенном характере изменения интенсивности их метаболизма в ответ на водный стресс. Характер ответной реакции на негативное воздействие, ее скорость и глубина, выражают степень толерантности растительного объекта к действующему стрессу. При водном дефиците более устойчивые виды характеризуются быстрым снижением интенсивности метаболизма (скорости ксилемного потока), тем самым предохраняя себя от чрезмерного обезвоживания и более длительным сохранением тургора [3]. Такой тип реакции характерен для растений из засушливых мест и вообще для ксерофитов (рис. 1 а, б). Неустойчивые виды для поддержания водного режима на достаточно высоком уровне мобилизуют свой массо- и энергообмен (рис. 2б), что приводит к активному расходу воды в системе почва – растение – атмосфера и неспособности поддерживать оводненность тканей на оптимальном уровне. Эти различия могут быть использованы для разработки критерия при определении относительной физиологической засухоустойчивости различных видов растений, основанного на изучении механизмов транспорта воды в растении.

Использование методологии фитомониторинга позволяет выявить общие закономерности изменения параметров водного обмена, характеризующие качественные и количественные зависимости между физиологическими характеристиками водного режима растений (дефицит влажности ксилемы и линейная скорость ксилемного потока) и параметрами внешней среды (температура и влажность воздуха, дефицит влажности воздуха, температура почвы и освещенность). На рисунках 1 – 2 показана динамика этих параметров в светлое время суток для четырех изучаемых видов растений, отличающихся степенью засухоустойчивости и занимающих в построенных нами рядах относительной засухоустойчивости крайние (кизил мужской и калина вечнозеленая – ксерофиты, аукуба японская – мезофит) и промежуточное (бересклет японский – ксеро-мезофит) положения.



а)

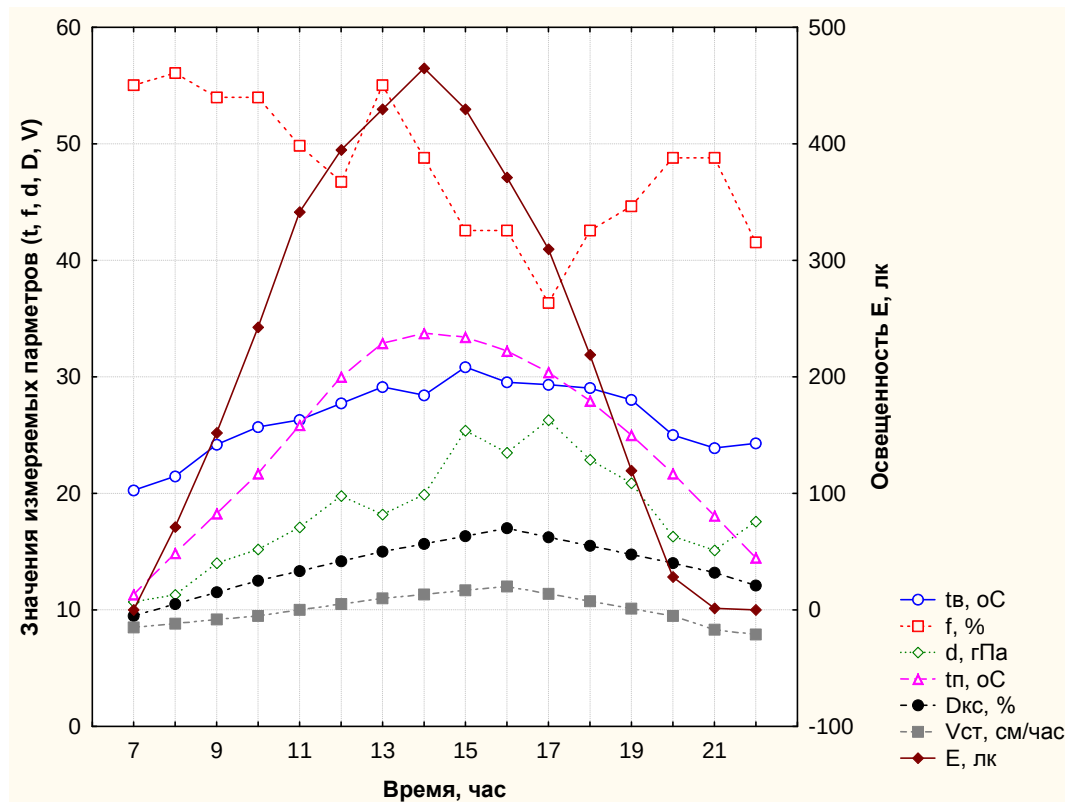


б)

Рис. 1 Суточный ход изменения параметров среды и водного режима

а) *Cornus mas* (Кизил мужской)б) *Viburnum tinus* (Калина вечнозеленая)

Где: t_b – температура воздуха, °C; f – относительная влажность воздуха, %; d – дефицит влажности воздуха, гПа; t_n – температура почвы, °C; E – освещенность, лк; $D_{кс}$ – дефицит ксилемы, %; $V_{ст}$ – линейная скорость ксилемного потока, см/час)



а)

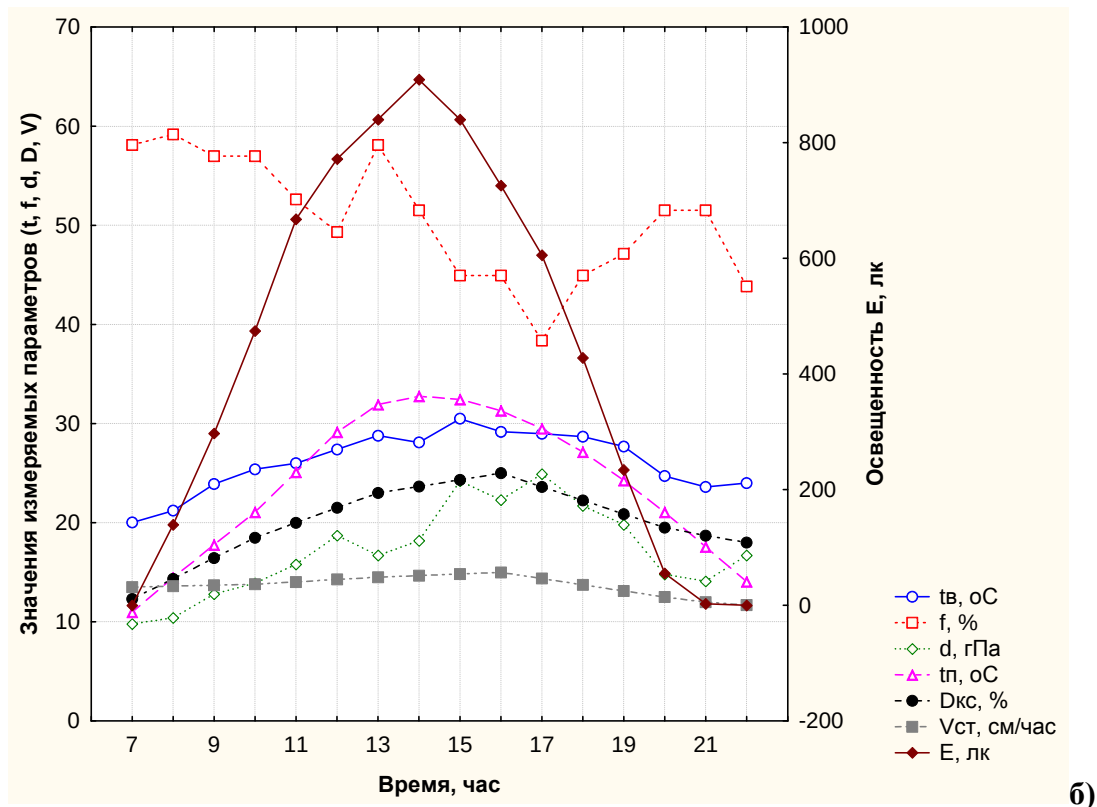


Рис. 2 Суточный ход изменения параметров среды и водного режима

а) *Euonymus japonica* (Бересклет японский)

б) *Aucuba japonica* (Аукуба японская)

Где: t_v – температура воздуха, °C; f – относительная влажность воздуха, %; d – дефицит влажности воздуха, гПа; t_p – температура почвы, °C; E – освещенность, лк; $Дкс$ – дефицит ксилемы, %; $V_{ст}$ – линейная скорость ксилемного потока, см/час

Ранее нами был разработан ряд методов для определения относительной засухоустойчивости растений [3, 4, 5]. Применительно к нашим исследованиям для 8 видов растений дефицит влажности ксилемы рассчитывался по формуле (1):

$$Дкс. = \left(1 - \frac{A}{A_{max}}\right) 100\% \quad (1)$$

где: $Дкс.$ – дефицит влажности ксилемы, %;

A – текущее значение амплитуды теплового импульса, отн. ед.;

A_{max} – максимальное значение амплитуды теплового импульса, отн. ед.

В наших экспериментах дефицит влажности ксилемы изучаемых видов находился в диапазоне 14,6% - 25,0% и был равен в порядке убывания: *A. japonica* (аукуба японская) – 25,0%, *P. heterophyllum* (питтоспорум разнолистный) – 18,9%, *L. officinalis* (лавровишня лекарственная) – 17,5%, *E. japonica* (бересклет японский) – 17,3%, *B. sempervirens* (самшит вечнозеленый) – 16,6%, *Ch. praecox* (зимоцвет ранний) – 16,2%, *V. tinus* (калина вечнозеленая) – 15,7%, *C. mas* (кизил мужской) – 14,6%.

Чтобы выявить общие закономерности изменения параметров водного обмена, характеризующие количественные зависимости между физиологическими характеристиками водного режима растений и параметрами внешней среды, мы попытались построить математическую модель, позволяющую прогнозировать

изучаемые зависимости с приемлемой точностью. Для этого мы построили уравнение множественной линейной регрессии, в котором независимыми переменными являлись условия внешней среды $X_1 - X_5$ (см. ниже), зависимой переменной являлся дефицит влажности ксилемы в стволе растения – Дкс, %.

- 1 – температура воздуха, °C (X_1);
- 2 – относительная влажность воздуха, % (X_2);
- 3 – дефицит влажности воздуха, гПа (X_3);
- 4 – температура поверхности почвы, °C (X_4);
- 5 – освещенность, лк (X_5).

Уравнение имеет следующий вид:

$$\text{Дкс, \%} = a_0 + a_1 \times X_1 + a_2 \times X_2 + a_3 \times X_3 + a_4 \times X_4 + a_5 \times X_5.$$

Подставив полученные параметры среды (28.08.2014 г.) в уравнение имеем для *P. heterophyllum* (Питтоспорум разнолистный):

$$\text{Дкс, \%} = 2,8089 - 0,5040 \times X_1 + 0,1802 \times X_2 + 0,5464 \times X_3 + 0,2528 \times X_4 - 0,0001 \times X_5,$$

$$R^2 = 0,9895 \text{ – коэффициент детерминации.}$$

Для *B. sempervirens* (Самшит вечнозеленый):

$$\text{Дкс, \%} = 11,69 + 0,1636 \times X_1 - 0,1478 \times X_2 - 0,1888 \times X_3 + 0,3488 \times X_4 - 0,0065 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9479.$$

Для *E. japonica* (Бересклет японский):

$$\text{Дкс, \%} = 8,1090 + 0,1101 \times X_1 - 0,0806 \times X_2 - 0,0304 \times X_3 + 0,3594 \times X_4 - 0,0070 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9793$$

Для *Ch. praecox* (Зимоцвет ранний):

$$\text{Дкс, \%} = 3,7516 - 0,0502 \times X_1 + 0,008 \times X_2 + 0,1714 \times X_3 + 0,4227 \times X_4 - 0,0057 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9812$$

Для *V. tinus* (Калина вечнозеленая):

$$\text{Дкс, \%} = 8,4648 + 0,0994 \times X_1 - 0,0986 \times X_2 - 0,0369 \times X_3 + 0,3651 \times X_4 - 0,0034 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9717$$

Для *C. mas* (Кизил мужской):

$$\text{Дкс, \%} = 9,0391 + 0,1964 \times X_1 - 0,1268 \times X_2 - 0,0837 \times X_3 + 0,2667 \times X_4 - 0,0008 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9626$$

Для *L. officinalis* (Лавровишня лекарственная):

$$\text{Дкс, \%} = 14,3608 + 0,4695 \times X_1 - 0,2416 \times X_2 - 0,3897 \times X_3 + 0,3380 \times X_4 - 0,0047 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9726$$

Для *A. japonica* (Аукуба японская):

$$D_{кс}, \% = 16,7119 + 0,8671 \times X_1 - 0,3375 \times X_2 - 0,6430 X_3 + 0,4076 \times X_4 - 0,0019 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9814$$

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что точность моделей достаточно высокая, коэффициенты детерминации находятся в пределах 0,9479 – 0,9895, что вполне приемлемо для биологических объектов.

Полученные таким образом зависимости позволяют рассчитать дефицит влажности ксилемы исследуемых видов в зависимости от параметров окружающей среды в любой момент времени с шагом 1 час.

На рисунках 3 - 4 показаны экспериментальные и расчетные значения дефицита влажности ксилемы для *C. mas* (Кизил мужской), *V. tinus* (Калина вечнозеленая), *E. japonica* (Бересклет японский) и *A. japonica* (Аукуба японская).

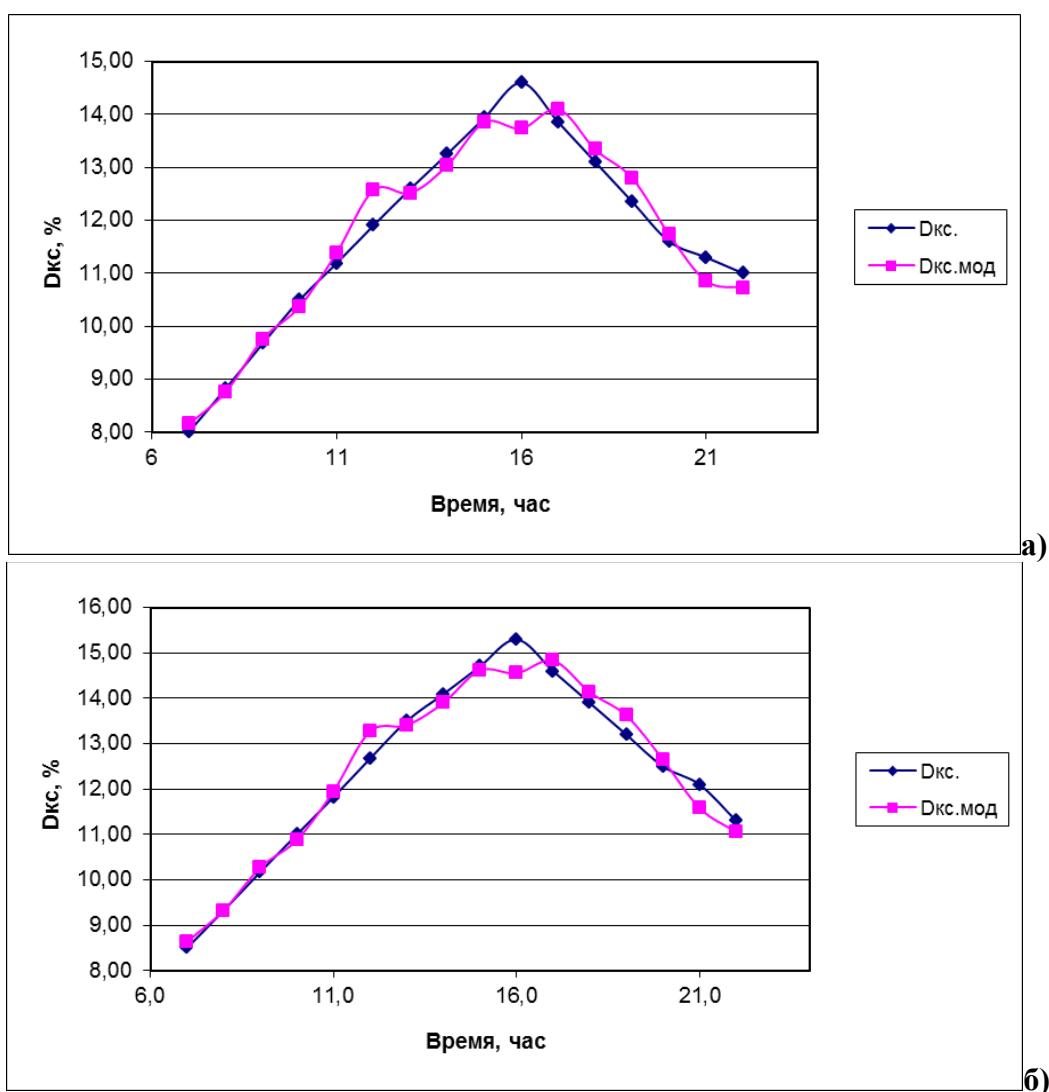


Рис. 3 Суточные изменения дефицита влажности ксилемы

а) *Cornus mas* (Кизил мужской)

б) *Viburnum tinus* (Калина вечнозеленая)

Дкс – экспериментальная кривая;

Дкс.мод. – теоретическая кривая

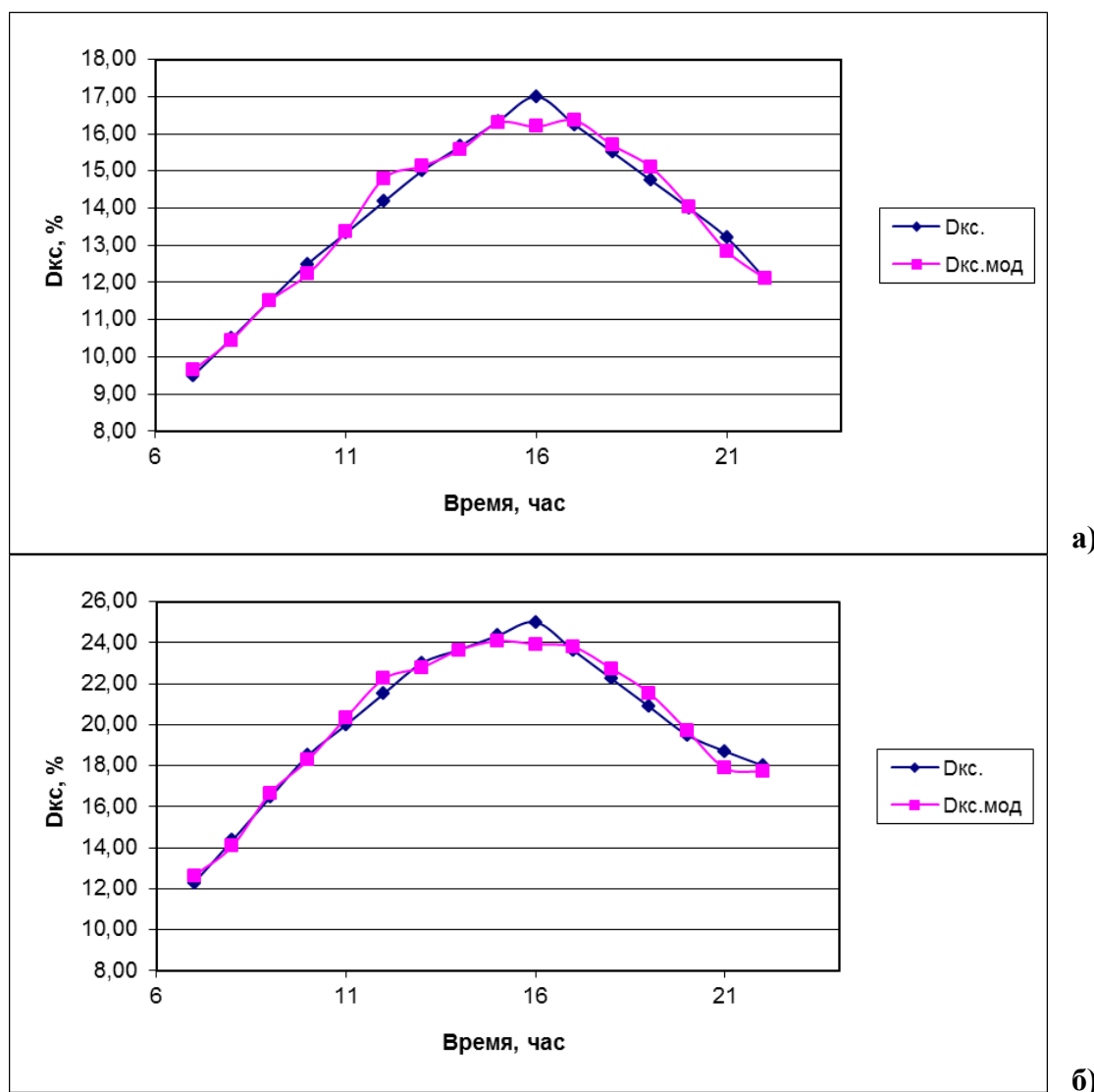


Рис. 4 Суточные изменения дефицита влажности ксилемы

а) *Euonymus japonicus* (Бересклет японский)б) *Aucuba japonica* (Аукуба японская)

Дкс – экспериментальная кривая;

Дкс.мод. – теоретическая кривая

Учитывая, что наиболее чувствительным при изучении особенностей водного режима и засухоустойчивости является метод определения коэффициента водного стресса, одновременно с определением влажности ксилемы при помощи этого же датчика мы измеряли линейную скорость ксилемного потока [3]. Этот параметр позволяет определить взаимосвязь между коэффициентом водного стресса и засухоустойчивостью изучаемых видов растений. Линейная скорость ксилемного потока, определялась по формуле (2):

$$V = K/t_0 \quad (2)$$

где : V - линейная скорость, см/ч;

K - постоянный коэффициент при определенной геометрии элементов датчика;

t_0 – время прохождения импульса между нагревателем и микротермопарой датчика (ч).

Зависимость линейной скорости ксилемного потока ($V_{ст}$) от условий внешней среды ($X_1 - X_5$ обозначения те же, что и в уравнениях дефицита влажности ксилемы Дкс) выражается уравнением регрессии:

для *P. heterophyllum* (Питтоспорум разнолистный):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = -1,40379 - 1,0550 \times X_1 + 0,3832 \times X_2 + 0,9943 \times X_3 + 0,0893 \times X_4 - 0,0010 \times X_5,$$

$$R^2 = 0,9728 - \text{коэффициент детерминации.}$$

Для *B. sempervirens* (Самшит вечнозеленый):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = 11,37 - 0,0732 \times X_1 - 0,0410 \times X_2 + 0,0447 \times X_3 + 0,1124 \times X_4 + 0,00003 \times X_5$$

$$R^2 = 0,8875.$$

Для *E. japonica* (Бересклет японский):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = -0,6976 - 0,5293 \times X_1 + 0,2158 \times X_2 + 0,5982 \times X_3 + 0,1379 \times X_4 - 0,00002 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9658$$

Для *Ch. praecox* (Зимоцвет ранний):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = 2,5629 - 0,4506 \times X_1 + 0,1933 \times X_2 + 0,5415 \times X_3 + 0,0368 \times X_4 + 0,0008 \times X_5$$

$$R^2 = 0,8866$$

Для *V. tinus* (Калина вечнозеленая):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = 6,542 - 0,1909 \times X_1 + 0,0549 \times X_2 + 0,1934 \times X_3 + 0,1945 \times X_4 - 0,0004 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9873$$

Для *C. mas* (Кизил мужской):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = 2,2083 - 0,3830 \times X_1 + 0,0759 \times X_2 + 0,4031 \times X_3 + 0,3779 \times X_4 - 0,0010 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9785$$

Для *L. officinalis* (Лавровишня лекарственная):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = 2,1884 - 0,6604 \times X_1 + 0,2669 \times X_2 + 0,7351 \times X_3 + 0,0761 \times X_4 + 0,0019 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9573$$

Для *A. japonica* (Аукуба японская):

$$V_{ст}, \text{ см/час} = 5,1957 - 0,6370 \times X_1 + 0,2482 \times X_2 + 0,6446 \times X_3 + 0,0207 \times X_4 + 0,0024 \times X_5$$

$$R^2 = 0,9446$$

Коэффициент водного стресса данных видов в условиях водного дефицита (см. выше уравнения линейной регрессии) изменялся от 0,68 (*C. mas* (Кизил мужской)) до 0,90 (*A. japonica* (Аукуба японская)) и распределялся в порядке убывания: *A. japonica* (Аукуба японская) – 0,90; *Ch. praecox* (Зимоцвет ранний) – 0,83; *L. officinalis* (Лавровишня лекарственная) – 0,80; *B. sempervirens* (Самшит вечнозеленый) – 0,72; *E. japonica* (Бересклет японский) – 0,708; *P. heterophyllum* (Питтоспорум разнолистный) – 0,703; *V. tinus* (Калина вечнозеленая) – 0,69; *C. mas* (Кизил мужской) – 0,68.

Из экспериментов по изучению зависимости линейной скорости ксилемного потока от основных факторов внешней среды можно сделать вывод, что наиболее генотипически засухоустойчив из исследуемых нами видов кустарников *C. mas* (Кизил мужской), наименее – *A. japonica* (Аукуба японская).

На рисунках 5 – 6 отражены экспериментальные и расчетные изменения линейной скорости ксилемного потока в светлое время суток для *C. mas* (Кизил мужской), *V. tinus* (Калина вечнозеленая), *E. japonica* (Бересклет японский) и *A. japonica* (Аукуба японская).

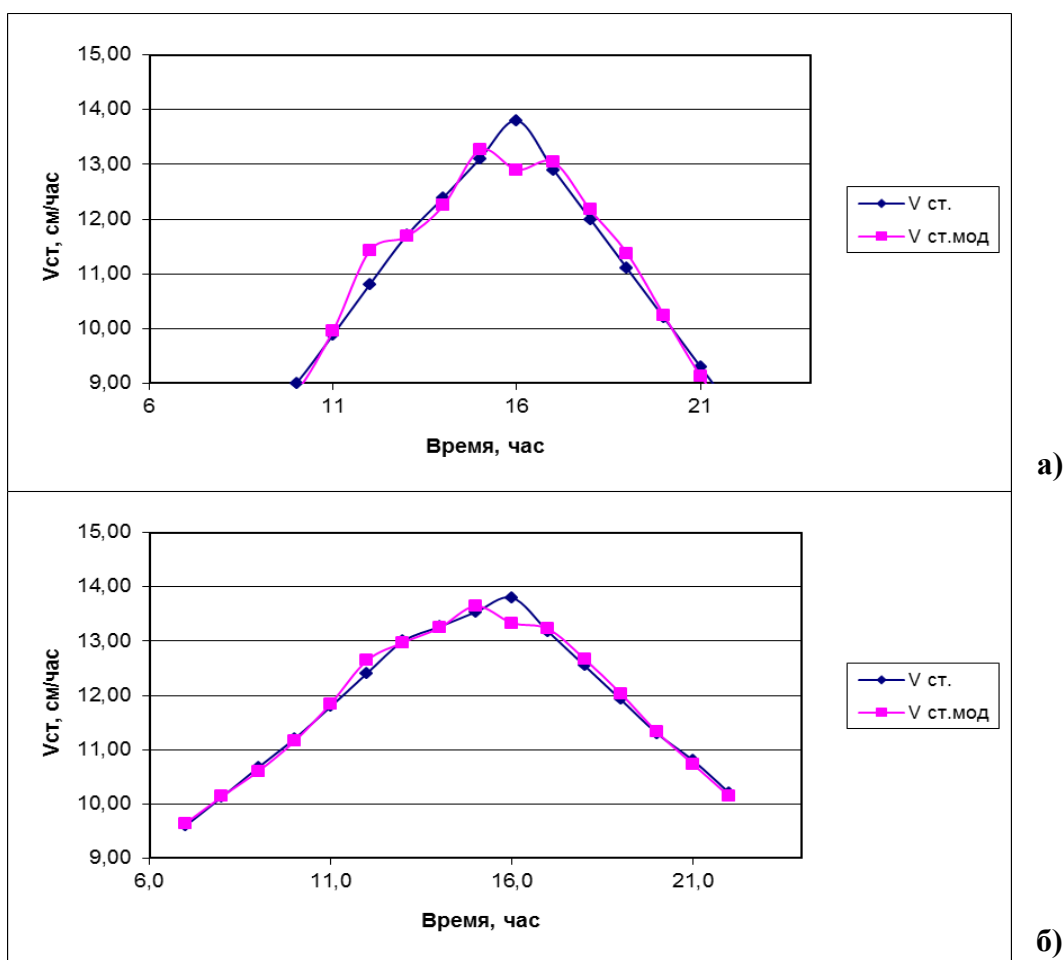


Рис. 5 Суточные изменения линейной скорости ксилемного потока

а) *Cornus mas* (Кизил мужской)

б) *Viburnum tinus* (Калина вечнозеленая)

V ст. – экспериментальная кривая; V ст. мод. – теоретическая кривая

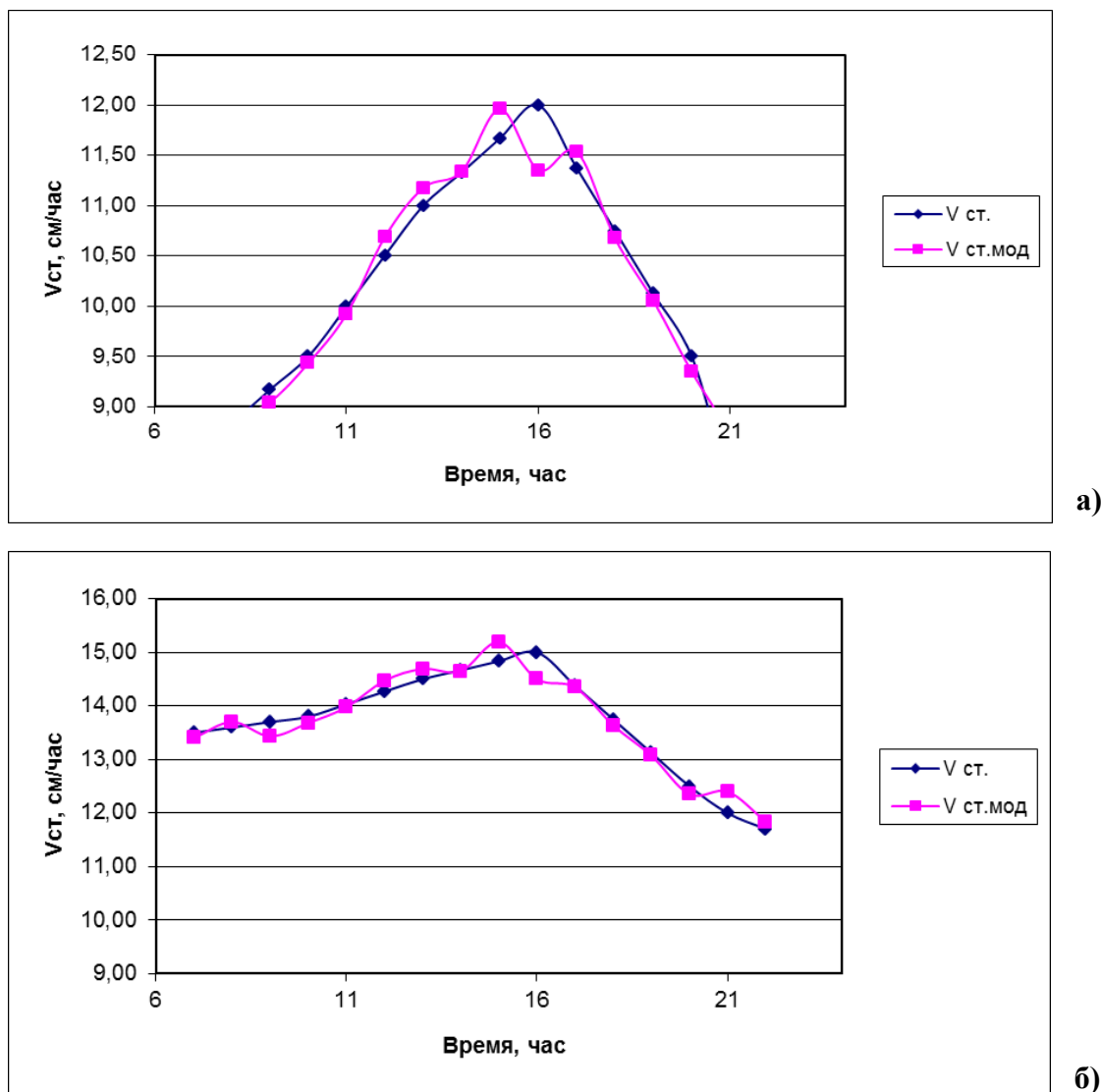


Рис. 6 Суточные изменения линейной скорости ксилемного потока

а) *Euonymus japonicus* (Бересклет японский)

б) *Aucuba japonica* (Аукуба японская)

V ст. – экспериментальная кривая;

V ст. мод. – теоретическая кривая

Анализ кривых (рис. 3 – 6) показывает, что разница между экспериментальными и расчетными значениями не превышает 10-15%, что вполне приемлемо для расчета модели биологических объектов.

Полученные результаты исследований позволяют уточнить известные из научной литературы данные об особенностях водного режима и засухоустойчивости изучаемых видов растений и рекомендовать их для выращивания в конкретном географическом регионе.

Выводы

1. Произведена оценка изменения факторов среды под кронами изучаемых видов кустарников (освещенности, температуры и влажности воздуха, влажности почвы).

2. Использование методологии фитомониторинга позволило исследовать физиологические характеристики водного режима изучаемых видов и выявить общие закономерности в изменении их водного обмена в зависимости от изменения основных факторов внешней среды. Показана возможность использования методов фитомониторинга в создании основ системного анализа водного стресса и разработке методов прижизненной диагностики относительной засухоустойчивости видов.

3. Предложены экспресс-методы диагностики особенностей водного режима и относительной засухоустойчивости изучаемых видов, на один из них нами получен патент (Способ определения дефицита влажности ксилемы).

4. Изучены зависимости между экофизиологическими характеристиками исследуемых видов растений и основными факторами внешней среды, построены динамические модели этих зависимостей, разница между экспериментальными и расчетными значениями не превышает 10-15%, что вполне приемлемо для прогностических целей в биологии.

5. Результаты проведенных исследований имеют общебиологическую значимость и могут рассматриваться как источник дополнительной информации при сравнительной оценке степени засухоустойчивости растительных объектов, а также разработке критерия оценки генотипической засухоустойчивости видов и сортов, позволяющего дифференцировать их при дальнейшей паспортизации.

6. Разработанные методы диагностики относительной засухоустойчивости могут быть рекомендованы для использования на практике при оценке свойств и выборе видов наиболее адаптированных к конкретным условиям выращивания.

Список литературы

1. *Антюфеев В.В.* Микроклиматическая изменчивость термических ресурсов вегетационного периода на Южном берегу Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 2003. – Т. 121. – С. 137 – 145.
2. *Важов В.И., Антюфеев В.В.* Оценка микроклимата территории Никитского ботанического сада // Труды Никит. ботан. сада. – 1984. – Т. 93. – С. 118 – 127.
3. *Ильницький О.А., Бойко М.Ф., Федорчук М.И. и др.* Основы фитомониторинга (мониторинг физиологических процессов в растениях. – Херсон, 2005. – 345 с.
4. *Ильницький О.А., Бойко М.Ф.* Динамика влажности ксилемы у ствола плодовых культур семейства *Rosaceae*. // Черноморский ботанический журнал. - Херсон, 2006. – Т. 2. – № 2. – С. 60 – 71.
5. *Ильницький О.А., Лищук А.И., Нилов Н.Г., Радченко С.С.* Способ определения дефицита влажности древесных интактных растений // Патент на изобретение Украина № 49791 приоритет от 17.02.1995 г. опубликовано 15.10.2002 г. – Бюлл. № 10.
6. *Ильницький О.А., Ушкаренко В.А., Федорчук М.И., Радченко С.С., Бондарчук С.В.* Методология и приборная база фитомониторинга. Учебное пособие./ Херсонский государственный аграрный университет. – Херсон, 2012. – 124 с.
7. *Ильницький О.А., Щедрін А.Н., Грамотенко А.П.* Экологический мониторинг. – Донецк, 2010. – 293 с.
8. *Казимирова Р.Н., Антюфеев В.В., Евтушенко А.П.* Принципы и методы агроэкологической оценки территории для зеленого строительства на Юге Украины. – К.: Аграрна наука. – 2006. – 118 с.
9. *Карманов В.Г., Рябова Е.П.* Прибор для регистрации относительных изменений скоростей водного потока по растению // Сб. тр. по агрономической физике. – Л., 1968. – Вып. 16. – С. 81 – 87.
10. *Куликов Г.В.* Вечнозеленые лиственные деревья и кустарники // Труды Никит. бот. сада. – 1971. – Т. 50. С. 49 – 86.

11. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть 1 // Метеорологические наблюдения на станциях / Под ред. Г.И. Слабкович. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 302 с.
12. Тихов П.В. Применение импульсного метода для измерения водопотребления древесными растениями // Биофизические методы исследований в экофизиологии древесных растений. – Л.: Наука, 1979. – С. 98 – 106.
13. Улейская Л.И. Дендрофлора Массандровского парка и оценка ее состояния в начале 21-го столетия // Бюлл. Гос. Никитского ботанического сада. – 2007. – Вып. 94. – С. 31 – 37.
14. Huber B., Schmidt E. Aine Kompensationsmethode zur thermoelektrischen Messung landsamer Saftsrome // Ber. deut. B.t. Ges. – 1937. – Bd. 55. – P. 514 – 529.
15. Marschall D.C. Measurement of sap flow in conifers by heat transport // Plant Physiol. – 1958. – V. 33, №6. – P. 385 – 396.
16. TonYu., Kopyt M. Phytomonitoring information and decision-support system for crop growing // Proc. 2-nd ISIITA. – Ed. Zhao Chunjian. – Beijing, 2003. – P. 39-43.

Plugatar Yu.V., Ilitsky O.A., Kovalyov M.S., Korsakova S.P. A dynamic model of the water relationships of some bush species of lower canopy in the park phytoclimate conditions on South Coast of the Crimea // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 15 – 31.

This article covers the analysis of peculiarities of water relationships and drought tolerance of eight bush species in Arboretum of Nikitsky Botanical Gardens, which grow in the lower layer phytoclimate conditions. With this purpose two rapid methods of phytomonitoring were used to get their ecophysiological characteristics. As a result of researches the dynamic models of dependence of the studied plant species ecophysiological characteristics on the main environmental factors were developed, some peculiarities of their water relationships and drought tolerance were detailed. Revealed dependence makes it possible to differentiate these plant species in accordance to drought tolerance that will allow recommend them for cultivation in the conditions of a particular region of South coast of the Crimea, taking into consideration its microclimatic features.

Key words: rapid methods, the peculiarities of the water relationships, xylem moisture deficit, relative drought resistance, simulator.

УДК 582.661.56:581.524.2(477.75)

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *OPUNTIA HUMIFUSA* (RAF.) RAF. НА ТЕРРИТОРИИ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Н.А. БАГРИКОВА¹, Л.В. БОНДАРЕВА², Л.Э. РЫФФ¹¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта²Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь

В статье представлены данные о распространении *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. на административной территории г. Севастополя, описано восемь локалитетов. Дана характеристика морфологических параметров растений и некоторых биологических особенностей. Анализ современного состояния популяций, описание различных сообществ с участием опунции позволили установить для нее наивысший статус натурализации и отнести ее к видам-трансформерам. Установлено, что вид успешно самовозобновляется вегетативным и семенным способом и имеет тенденцию к дальнейшему расселению.

Ключевые слова: инвазионные виды, *Opuntia humifusa*, Севастополь, Крымский полуостров.

Введение

Одно из любимых растений в ландшафтной архитектуре – *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. входит в группу кактусов американского происхождения, охраняемых в естественных условиях обитания на родине [42, 54], но имеющих во многих районах Земного шара выраженную тенденцию к одичанию. На сегодняшний день имеются сведения о широком распространении этого вида опунции в Австралии и Южной Африке. В Европе *O. humifusa* в качестве инвазионного вида указана для Испании, Италии, Франции, Хорватии, Швейцарии, Германии, Болгарии [57, 58]. На территории Российской Федерации одичание вида отмечено на Северо-Западном Кавказе [22, 23, 34, 35] и в Крыму [1 – 2, 5 – 6, 10, 13, 14, 24, 25, 27, 31, 37, 40, 41 и др.]. Для Севастопольского региона сведения о натурализовавшихся популяциях опунции распростертой приведены в единичных публикациях [5 – 8, 10, 27, 40] и на интернет-сайтах [15, 32].

На территории Крымского полуострова *O. humifusa* была введена в культуру Никитским ботаническим садом в первые годы его существования – в начале XIX столетия [1, 5 – 7 и др.]. Эколого-биологические особенности, определившие успешность её интродукции, привели к тому, что за двухсотлетний период *O. humifusa* стала опасным чужеродным видом в крымской флоре [5, 6]. Она является одним из самых распространенных видов кактусов в Крыму и, будучи эргазиофитом по способу заноса и агриофитом по степени натурализации [4], зачастую проявляет свойства вида-трансформера [5].

На сегодняшний день биологические инвазии признаны одним из факторов сокращения видового разнообразия [12, 16 и др.], и изучение этой проблемы весьма актуально. В то же время, распространение и характер влияния на коренные фитоценозы популяций *O. humifusa* в регионе Севастополя практически не исследованы. Всесторонний анализ особенностей распространения и стратегии вида будет способствовать разработке научно обоснованных рекомендаций по использованию и контролю численности этого инвазионного вида в границах города.

Объекты и методы исследования

Территория г. Севастополя находится в юго-западной части Крымского полуострова, его общая площадь 107,96 тыс. га. Регион отличается разнообразием геологических, геоморфологических, гидрографических и климатических условий.

Здесь представлены различные литолого-стратиграфические комплексы, охватывающие период от раннего мезозоя до неогена и включающие осадочные и вулканогенные образования [33]. Рельеф изобилует балками, глубокими долинами и каньонами (Чернореченский, Сухореченский и др.) [21]. Согласно агроклиматическому районированию [11] Севастопольский регион располагается в семи климатических районах, которые в целом характеризуются засушливым, умеренно жарким климатом с мягкой зимой. В то же время наблюдаются значительные различия в климате прибрежной полосы, межгорных котловин, низкогорных и среднегорных территорий, обусловленные прежде всего высотой над уровнем моря и позицией местности по отношению к господствующим ветрам, что определяет температурный режим и характер распределения осадков. Почвенный покров представлен несколькими генетическими типами почв: коричневыми, дерново-карбонатными, бурыми горно-лесными, лугово-коричневыми, луговыми, аллювиальными. Наибольшее распространение имеет карбонатный подтип коричневых почв сухих лесов и кустарников [19, 28].

В соответствии со схемой ботанико-географического районирования территория, на которой проводились исследования, относится к Севастопольскому району Горнокрымского округа [18], в растительном покрове которого преобладают низкоствольные леса и шибляки из *Carpinus orientalis* Mill. с участием *Quercus pubescens* Willd. и *Q. petraea* Liebl. (58% территории) в сочетании с травянистыми растительными группировками – степями и саванноидами. Редколесья из *Juniperus excelsa* M. Bieb. занимают 8,5% территории и образуют самые крупные массивы в Крыму, что определяет специфику района [18, 33]. Кроме этого, встречаются леса и редколесья с доминированием *Fraxinus excelsior* L., *Pinus brutia* Ten. и *Pistacia mutica* Fisch. et C.A. Mey. Распределение растительного покрова носит четко выраженный поясной характер [33]. В пределах селитебной зоны растительность значительно антропогенно преобразована. Для территории изучаемого региона приводятся сообщества следующих классов растительности эколого-флористической классификации: *Quercetea pubescenti-petraeae* (Oberdorfer 1948) Jakucs 1960, *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. in Br.-Bl. 1949, *Thero-Salicornietea* R. Tx. in R. Tx. et Oberdorfer 1958, *Festuco-Puccinellietea* Soó 1968, *Juncetea maritimi* Br.-Bl. (1931) 1952, *Asteretea tripolii* Westhoff et Beeftink 1962 in Beeftink 1962, *Bolboschoenetea maritimi* Hejny in Holub et al. 1967, *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, *Crithmo-Limonietea* Br.-Bl. 1947, *Cakiletea maritimae* Tx. et Preising 1950, *Stellarietea media* R. Tx., Lohmeyer et Preising in R. Tx. ex von Rochow 1951, *Plantaginetea majoris* Tx. et Preising in Tx. 1950, *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer, Preising et R. Tx. in R. Tx. 1950, *Onosmato polyphyllae-Ptilostemonetea echinocephali* Korzhenevsky 1990 [3, 9, 17, 36, 38, 49].

В пределах г. Севастополя стыкуются ландшафты Предгорья, Главной гряды и Южного берега Крыма и, по представлениям Г.Е. Гришанкова, выражены четыре из пяти природных зон Горного Крыма: предгорная (три пояса), горная (три пояса), горных лугов яйл (один пояс) и южнобережная полусубтропическая (один пояс) [33]. В результате антропогенного воздействия современные ландшафты Севастополя характеризуются сложным сочетанием естественных слабо преобразованных, конструктивных и производных ландшафтов. Территория отличается высоким ландшафтным разнообразием, здесь выделено 56 типов местности [33].

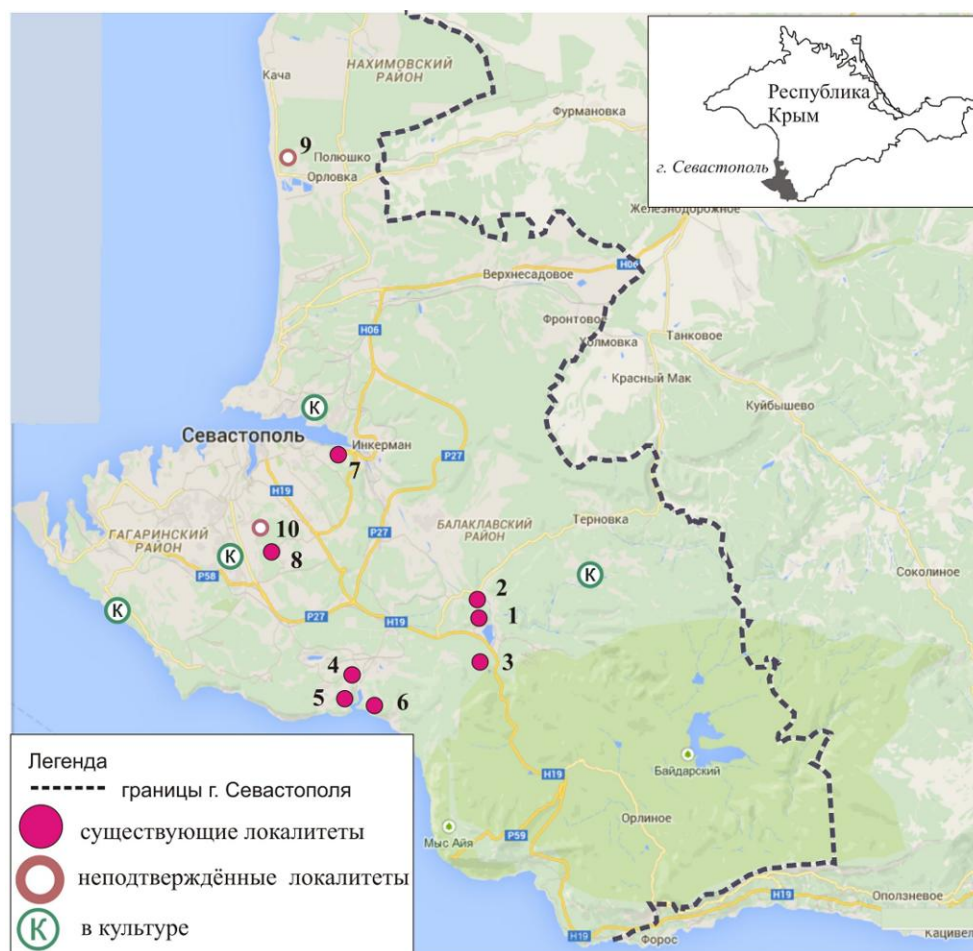
Изучение характера распространения *O. humifusa* в Севастопольском регионе проведено в ходе маршрутных исследований в 2012 – 2014 гг. В каждом локалитете были выявлены площадь, занимаемая ценопопуляцией опунции, количество куртин, морфологические особенности растений, способ возобновления. Описаны основные характеристики биотопа (высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона, тип

почвы, фитоценоз). Геоботаническое обследование проводилось с позиций эколого-флористического подхода Ж. Браун-Бланке [30, 45]. Единицы растительности устанавливались на основе выполненных авторами геоботанических описаний в соответствии с существующей классификацией растительности Крыма [9, 26, 49] и Европы [56]. Названия синтаксонов приведены по современным требованиям фитосоциологической номенклатуры [61]. Наименования таксонов даны согласно чеклисту флоры Крыма [20].

Фотографии выполнены цифровыми фотокамерами Sony DSC-H1, Sony DSC-H7, Sony DSC-HX200. Собранные гербарные образцы переданы в Гербарий НБС-ННЦ (YALT), живые растения сохраняются в коллекции суккулентов Никитского ботанического сада.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований в Севастопольском регионе описано восемь различных по площади локалитетов *O. humifusa*, расположение которых представлено на карте-схеме (рис. 1). Литературные сведения о произрастании опунции в окрестностях с. Орловка [40] и устные указания о находках опунции в балке Сарандинаки подтвердить в результате проведенных нами полевых исследований не удалось.



1 – гора Гасфорга; 2 – гора Телеграфная; 3 – хребет Орта-Кая, 4 – Кадыкойские высоты;
5 – гора Таврос; 6 – гора Аскети; 7 – балка Георгиевская; 8 – балка Хомутовая;
9 – пос. Орловка; 10 – балка Сарандинаки

Рис. 1 Карта-схема распространения *Opuntia humifusa* в регионе Севастополя

Основные характеристики биотопов и ценопопуляций опунции распростертой в разных локалитетах г. Севастополя приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика локалитетов *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. в административных границах г. Севастополя

Локалитет (1)	1	2	3	4	5	6	7	8
Общее проективное покрытие растительности, %	50 – 90	35 – 70	70 – 75	50 – 90	40 – 90	40 – 90	40 – 60	50 – 80
Проективное покрытие опунции, %	10 – 40	10 – 60	5 – 30	40 – 75	30 – 50	25 – 30	5 – 10	<5
Кол-во куртин в локалитете (2)	+++	+++	+	+++	+++	+	+	+
Характер возобновления (3)	v,s	v,s	v,s	v,s	v,s	v	v	v
Характеристика плодоношения (4)	o	o	c-o	o	o	c	c	c
Характеристика биотопа								
Площадь локалитета, м ²	5000	7000	1 – 30	3000 – 5000	От 1 до 1000	10	100	5
Крутизна склона, град	0 – 20	10 – 35	0 – 10	20	25	10	0 – 5	0 – 5
Экспозиция склона, град	135	100, 180 – 200	15 – 20	90	150	180	10	180
Высота н.у.м., м	205 – 210	30 – 45	185	49	20 – 50	318	85	125
Почвы (5)	К, ЮИ	К, ЮИ	К, ЮИ	К, ЮИ	К, ЮИ	К, К	К, СИ	К, СИ
Класс растительности (6)	<i>Q.pub.-petr.</i> <i>Art.v.</i> <i>K.-Cor.</i>	<i>Q.pub.-petr.</i> , <i>F.-Br.</i> <i>K.-Cor.</i>	<i>Q.pub.-petr.</i> <i>F.-Br.</i> <i>K.-Cor.</i>	<i>F.-Br.</i> <i>K.-Cor.</i>	<i>Q.pub.-petr.</i> <i>F.-Br.</i> <i>K.-Cor.</i>	<i>Q.pub.-petr.</i>	<i>F.-Br.</i> <i>K.-Cor.</i>	<i>F.-Br.</i> <i>Art.v.</i>
Современные антропогенные воздействия (7)	В, З, НР	НР	НР, П, Р	П, В, З	З, С	Р, З, П	Р ?	В, Р
Историческое использование участка	+	+	?	+	+	?	+	+

Примечания. 1. Местоположение локалитетов: 1 – гора Гасфорта; 2 – гора Телеграфная (сс. Хмельническое х Черноречье); 3 – хребет Орта-Кая, «Торопова дача»; 4 – Кадыкойские высоты, 5 – гора Таврос; 6 – гора Аскети (Балаклава); 7 – Георгиевская (Крымская) балка; 8 – балка Хомутовая, «Максимова дача» (Севастополь).

2. Кол-во куртин в локалитете: + единичные (1-5); ++ – многочисленные (6-50); +++ – более 50 куртин.

3. Характер возобновления: v – вегетативное; s – семенное.

4. Характеристика плодоношения: c – среднее (1-3 плода на сегменте); o – обильное (5-12 плодов).

5. Почвы: К, ЮИ – коричневые, щебнистые, на юрских известняках, К, СИ – коричневые, щебнистые, на сарматских известняках; К, К – коричневые, на конгломератах.

6. Класс растительности: *Q.pub.-petr.* – *Quercetea pubescentis-petraeae*; *F.-Br.* – *Festuco-Brometea*, *Art.v.* – *Artemisietea vulgaris*, *K.-Cor.* – *Koelerio-Corynephoretea*.

7. Вид антропогенного воздействия: В – выпас, З – замусоривание, НР – несанкционированные раскопки, П – пожар, Р – рекреация, С – нарушение растительного покрова в результате строительства.

Практически для всех локалитетов есть указания на то, что в прошлом здесь осуществлялась разнообразная хозяйственная деятельность, которая затем видоизменялась или на долгий период времени прекращалась. Так, в период Крымской

войны (1853 – 1856 гг.) на горе Телеграфной находилась станция оптического телеграфа итальянских войск, близ д. Кадыкой и Кадыкойских высот (современная «Кадыковка», территориально вошедшая в Балаклавский район г. Севастополя) – база британского экспедиционного корпуса, в Георгиевской балке – укрепления французских и английских войск. На горе Таврос и в Хомутовой балке располагались дачные усадьбы начала XX века, в обоих случаях склоны были террасированы. В XIX столетии в Хомутовой и Георгиевской балках функционировали карьеры по добыче камня. Но из всех локалитетов только для горы Гасфорта есть прямые указания, что *O. humifusa* была посажена при реконструкции итальянского кладбища в 1882 г. [27, 39]. Источник заноса *O. humifusa* в других локалитетах остается пока невыясненным.

Разные виды опунций были привезены из Америки в Европу еще в конце пятнадцатого века и к середине девятнадцатого они широко распространились в европейских коллекциях и садах [57], в семнадцатом – восемнадцатом столетиях опунции начали культивировать в Южной Африке и Австралии, а в двадцатом столетии многие виды стали инвазионными на этих континентах, а также в странах Центральной и Западной Европы [48, 50, 51, 57, 58]. С большой вероятностью можно предположить, что в регион Севастополя *O. humifusa* была занесена, независимо от интродукционных работ, проводимых Никитским ботаническим садом, иностранными солдатами во время военных действий в период Крымской войны. Они могли высаживать ее в качестве неприхотливого декоративного вечнозеленого растения в местах воинских захоронений либо выращивать для использования в пищевых или медицинских целях. Полезные свойства этого вида опунций подтверждены современными исследованиями [47].

Изучение опунции распростертой в разных ценопопуляциях Севастопольского региона позволило выявить некоторые особенности в морфологии и биологии вида в условиях вторичного ареала. *Opuntia humifusa* характеризуется диффузно-контагиозным размещением в фитоценозах, при котором наблюдается произрастание как единичных растений, так и их групп, образующих куртины от одного до трех с половиной метров в диаметре, сформированные родственными особями вегетативного и генеративного происхождения. Со временем отдельные куртины могут сливаться в почти сплошные заросли.

Растения *O. humifusa* распростерты по поверхности почвы или приподнимаются на высоту 5 – 10 см над ней. Побеги членистые, состоящие из плоских и мясистых сегментов (кладодиев). Листья мелкие, мясистые, слегка заостренно-цилиндрические 0,3 – 0,5 см длиной и до 1 мм толщиной, развиваются в ареолах в начале отрастания вегетативных и генеративных побегов и быстро опадают. Сегменты плоские, от почти округлых (2 – 8 см в диаметре) до обратнойцевидных ((5)7 – 10(15) см длиной, (3)5 – 6(7) см шириной), 0,5 – 0,8 см толщиной, светло-зеленого или тускло-зеленого цвета, часто с поперечно-морщинистой поверхностью (рис. 2: 3). Ареолы овальные, со светло-серыми шерстинками, располагаются на сегменте обычно по 4 в одном диагональном ряду. Глохидии в ареолах относительно немногочисленные, неравномерно расположенные (полумесяцем в верхней части ареолы, по периметру или пучками по всей ареоле), 1 – 2 мм длиной, на нижних сегментах более многочисленные и длинные, желтовато-коричневые. Иглы (колючки), как правило, отсутствуют, в единичных случаях размещаются по одной в верхней части и по ободу сегмента (рис. 3). Цветки ярко-желтые или лимонно-желтые (рис. 4), иногда лепестки при основании оранжевые, 2 – 3 см длиной (вместе с завязью), 7 – 8 см в диаметре. Цветение наблюдается в конце мая – середине июня. Плоды созревают в октябре – ноябре, после созревания большинство плодов опадает, но поздно завязавшиеся плоды часто остаются на растениях всю зиму вплоть до следующего цветения. Плоды варьируют по форме от

почти округло-грушевидных до удлинненно-кеглевидных (рис. 2: 4), но на одном растении форма плода достаточно стабильна, что свидетельствует о генетической детерминированности этого признака. Размеры плодов зависят как от наследственных особенностей, так и от условий произрастания, и могут значительно изменяться: от 2 до 5 см в длину (в среднем 3 – 3,7 см) и от 1 до 2,3 см в диаметре (в среднем 1,4 – 1,7 см) в утолщенной части. Верхушка плода слегка (на 2 – 3 мм) вдавленная. Вес 10 свежих плодов 30 – 60 г. Окраска плодов от серовато-розовой до пурпурно-бордовой, мякоть от светло-розовой до темно-розовой или розово-пурпурной окраски. Плоды съедобные, мясистые, приторно сладкие или кисло-сладкие. В каждом плоде содержится от 5 до 40 семян (в среднем 14 – 17). На одном плодоносящем сегменте располагается от 1 до 12 плодов, в среднем 5 – 6. На одном растении, имеющем 20 – 25 сегментов, может быть до 70 – 100 плодов. В некоторых популяциях (на горе Гасфорта, на Кадыкойских высотах) обнаружены пролиферирующие плоды (рис. 2: 5). Семена относительно крупные, 3,8 – 5,0 мм в диаметре, 2,4 – 2,6 мм толщиной, серовато-бежевые, по форме округло-почковидные, слегка уплощенные, с относительно узким ободком (рис. 2: 6), успешно прорастают в природных условиях Севастополя.



Рис. 2 Морфологические особенности растений *Opuntia humifusa* из ценопопуляций на горе Телеграфная в окрестностях с. Хмельницкое и горе Гасфорта в окрестностях с. Оборонное
 1 – растения семенного происхождения; 2 – растения вегетативного происхождения; 3 – cladодии (сегменты); 4 – плоды; 5 – пролиферирующие плоды, 6 – семена и плод в разрезе

Морфологические параметры описанных растений отличаются в зависимости от условий обитания. В открытых биотопах большая часть сегментов имеет округлую форму и небольшие размеры (в среднем 5 – 6 см в диаметре). Растения обильно цветут и плодоносят (в среднем 7 – 10 цветков и столько же плодов на сегменте). Плоды, как правило, многочисленны, дружно созревающие, округло-грушевидной формы 2,5 – 3,5 см длиной и 1,7 – 1,8 см в диаметре, соотношение длины и диаметра 1,2 – 1,6. В сомкнутых травянистых сообществах или под пологом деревьев и кустарников сегменты удлиняются до 11 – 15 см, имеют обратояйцевидную форму, сужены к основанию. Цветение и плодоношение отмечается только на отдельных сегментах, на

которых в среднем завязывается от 1 до 4 плодов. Плоды имеют удлиненную форму, 3,2 – 4,5 см в длину и 1,5 – 1,8 см в диаметре, соотношение длины и диаметра 2,1 – 2,6. Нередко в таких условиях в ноябре – феврале встречаются еще зеленые плоды.

Практически во всех обследованных локалитетах колючки на сегментах отсутствуют. Однако в ценопопуляции на горе Телеграфная наряду с растениями типичной *O. humifusa*, побеги которой лишены колючек, отмечено несколько растений с колючками. Колючки крепкие, прямые, до 2,5 – 3 см длиной, бело-желтые, с темным кончиком, расположены по одной в верхних ареолах. Эти растения имеют сегменты овальной формы, более утолщенные по сравнению с сегментами растущих рядом в тех же условиях бесколючковых особей (рис. 3). По нашему мнению, данные экземпляры могут быть отнесены к близкому таксону *O. pollardii* Britton et Rose, который иногда [44] сводят в синонимы к *O. humifusa*, но чаще выделяют в качестве самостоятельного вида [46, 53, 55, 59, 60] либо подвида *O. humifusa* subsp. *pollardii* (Raf.) Majure [52]. Растения с подобными признаками не обнаружены ни в одном другом локалитете г. Севастополя и Крымского полуострова в целом, отсутствуют они и в коллекции суккулентов Никитского ботанического сада. Для выяснения вопросов таксономии и происхождения растений опунции нетипичной формы на горе Телеграфная необходимы дополнительные исследования, в том числе и генетические.



Рис. 3 Морфологические особенности растений *Opuntia humifusa* из ценопопуляций на горе Телеграфная в окрестностях с. Хмельницкое
A – общий вид растений (12.04.2014 г.); B, C – цветущее (19.06.2014 г.) и отцветающее (25.06.2014 г.) растение в культуре; D – семена (26.01.2015 г.)

Некоторые отличия выявлены и в биологии вида в разных условиях. Во всех ценопопуляциях отмечено вегетативное возобновление (рис. 2: 2, рис. 4), цветение и плодоношение, но, несмотря на высокую семенную продуктивность, всходы и ювенильные особи обнаружены в небольшом количестве только в пяти локалитетах (см. табл. 1, рис. 2: 1; рис. 4). Очевидно, наблюдается слабое прорастание семян и значительная смертность особей на ранних стадиях онтогенеза, что, возможно, обусловлено засушливыми условиями и высокими температурами на поверхности почвы.

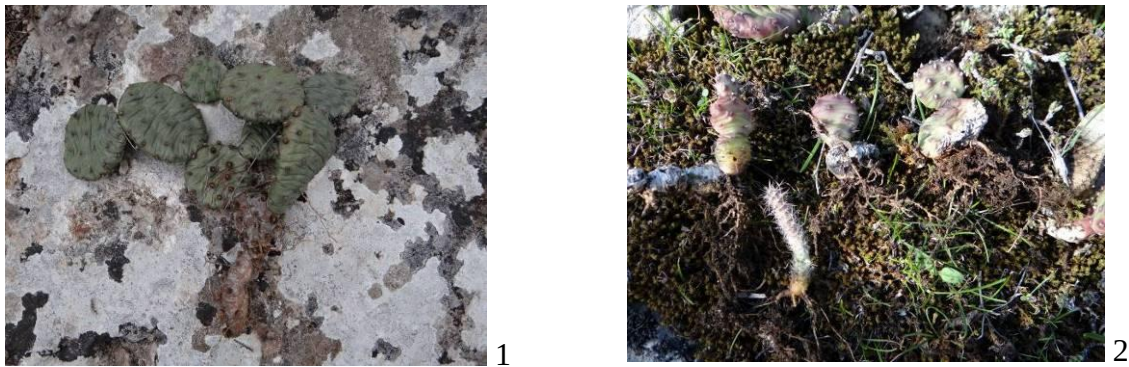


Рис. 4 Растения *Opuntia humifusa* семенного происхождения
1 – имматурная особь, гора Таврос; 2 – всходы и ювенильные особи, Кадыкойские высоты

Обобщая полученные данные, можно заключить, что на территории г. Севастополя популяции одичавшей *O. humifusa* встречаются в основном в юго-западной части региона в биотопах двух типов. К первому типу относятся локалитеты № 1 – 6: горы Гасфорта и Телеграфная, хребет Орта-Кая, Кадыкойские высоты, горы Таврос и Аскети (см. табл. 1, рис. 1, 5). Они располагаются на западных отрогах Главной гряды Крымских гор (на Балаклавских высотах) в гипсометрическом диапазоне от 20 до 320 м над уровнем моря на выходах верхнеюрских пород – известняков и, изредка, конгломератов, на водоразделах, приводораздельных поверхностях, крутых и средней крутизны выпуклых и ступенчатых склонах разных экспозиций, преимущественно южных румбов, как правило, хорошо освещенных, в зоне можжевельново-дубовых редколесий на скальных и каменистых обнажениях и скелетных карбонатных вариантах коричневых почв. Как известно, большая плотность известняков Главной гряды, связанная с их метаморфичностью, определяет особенности почвообразовательного процесса, водного режима и формирования поверхностного стока воды [28]. Трещиноватость известняков обуславливает накопление мощной толщи каменисто-щебенчатых продуктов выветривания у подножья скал и обрывов, на склонах обычны осыпи, гравитационные потоки и другие процессы, которые, очевидно, способствуют формированию условий, необходимых для укоренения кладодиев и семенному возобновлению *O. humifusa*.

Ценопопуляции локалитетов № 1 – 6 (см. табл. 1) занимают площадь от нескольких до семи тысяч квадратных метров при проективном покрытии опунции от 5 до 75%. На склонах горы Таврос отмечено семь различных по площади группировок. Размеры популяций определяются как наличием подходящих для заселения кактусами участков территории, так, вероятно, и давностью появления на них этого инвазионного вида.

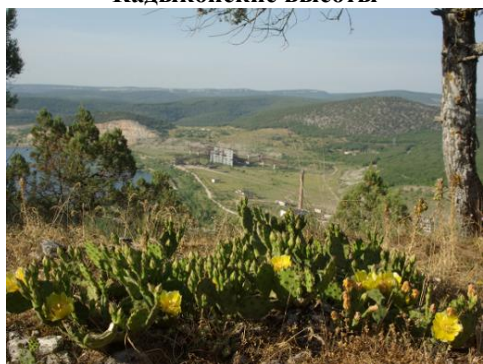
Наиболее типичным для *O. humifusa* местообитанием в Севастопольском регионе является покрытая мелкоземом или тонким слоем скелетной почвы экотонная зона между скальными обнажениями верхнеюрских известняков и пологими или среднекрутыми склонами с достаточно хорошо развитым почвенным покровом, занятыми петрофитностепной или лесной растительностью. Эта зона, как правило, заселяется растениями фитоценозов порядка *Alysso alyssoidis-Sedetalia* Moravec 1967 подкласса *Sedo-Scleranthenea* (Br.-Bl. 1955) Dengler in Dengler et al. 2003 класса *Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika et Novák 1941. Характерной особенностью сообществ является существенная роль суккулентов в их флористическом составе и проективном покрытии, что свидетельствует о благоприятности подобных экотопов для данной жизненной формы. В фитоценозах порядка *Alysso-Sedetalia* доминируют суккулентные представители семейства Crassulaceae J. St.-Hil., но, очевидно, для видов Cactaceae Juss., и рода *Opuntia* в частности, эти условия также вполне подходят.



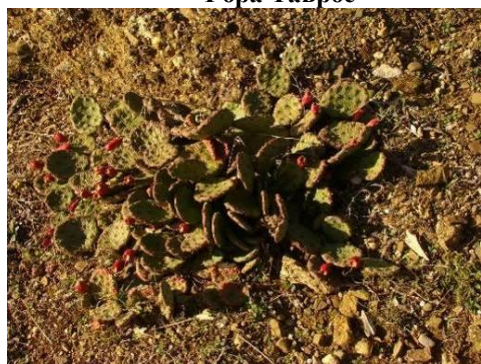
Кадыкойские высоты



Гора Таврос



Хребет Орта-Кая (фото С.А. Свирина)



Гора Аскети



Гора Гасфорта



Балка Хомутовая



Гора Телеграфная



Балка Георгиевская

Рис. 5 *Opuntia humifusa* в различных местообитаниях г. Севастополя

В нижней части склонов, куда сегменты опунции попадают в результате гравитационных процессов и где иногда укореняются, ее ценопопуляции входят в состав других растительных сообществ: петрофитных степей класса *Festuco-Brometea*, преимущественно с доминированием *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng. и *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., или лесных и редколесных фитоценозов класса *Quercetea pubescenti-petraeae*, в том числе можжевельников редколесий союза *Jasmino-Juniperion excelsae* Didukh, Vakarenko et Shelyag 1986. В сильно нарушенных сообществах отмечается значительное участие характерных видов класса *Artemisietea vulgaris*. Кроме того, в этих фитоценозах помимо аборигенных видов часто с высоким постоянством встречаются инвазионные виды крымской флоры [4] – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle и *Rhamnus alaternus* L. Здесь, в связи с недостаточной освещенностью и конкуренцией со стороны древесно-кустарниковых пород и крупных поликарпических трав, показатели жизненности особей в ценопопуляциях *O. humifusa* ниже: они менее интенсивно цветут, образуют меньшее количество плодов и семян, не все плоды полностью вызревают. Худшими жизненными параметрами отличается также популяция на горе Аскети, что может быть связано как с существенной высотой локалитета над уровнем моря, так и с особенностями подстилающей породы – конгломератов, которые по сравнению с известняками характеризуются более слабой водопроницаемостью, что в целом формирует не очень благоприятные для опунции гидротермические условия.

Другой тип биотопов, к которому относятся локалитеты № 7 и 8 (Георгиевская и Хомутовая балки) (см. табл. 1, рис. 1, 5), располагается в предгорной зоне на абсолютной высоте 85–125 м и представляет собой пологие склоны балок в отложениях сарматских известняков, покрытые более или менее хорошо развитыми дерново-карбонатными или коричневыми почвами. Характерной особенностью почвообразующей породы является глинисто-хрящеватый механический состав, небольшая плотность и устойчивая щелочная реакция [28]. Растительный покров сформирован петрофитными и типичными вариантами ковыльно-типчаковых степей, относящихся к классу *Festuco-Brometea*. Популяции опунции здесь немногочисленны, занимают небольшие площади и имеют низкое проективное покрытие, растения слабее цветут и плодоносят, размножаются только вегетативным путем. На наш взгляд, это объясняется, прежде всего, конкуренцией со стороны компонентов степных сообществ, существенной «закрытостью» этих фитоценозов для внедрения чужеродных видов, а также, возможно, менее подходящими для произрастания опунции эдафо-климатическими условиями.

Можно предположить, что другие ландшафты административной территории г. Севастополя являются не вполне благоприятными для опунции. Так, месторасположение ценопопуляции – на границе со степной зоной, где более суровые зимы, наряду с антропогенным фактором (строительство дачного поселка), могло иметь значение при исчезновении популяции, ранее известной по литературным данным из окрестностей с. Орловка [40].

Несмотря на то, что в настоящее время большинство прогрессирующих ценопопуляций опунции в Севастопольском регионе отмечено в деградированных сообществах, характеризующихся разной степенью инвазibility, т.е. способности принять в свой состав чужеродные виды, внедрение *O. humifusa* в естественные фитоценозы представляет существенную угрозу как для сохранения параметров растительного покрова в целом, так и для популяций отдельных редких и охраняемых видов. Практически во всех сообществах она конкурирует с нуждающейся в охране в Крыму *Asphodeline lutea*. Кроме того, распространение опунции может привести к сокращению численности и даже исчезновению ценопопуляций характерных для этих

сообществ видов, включенных в Красную книгу Российской Федерации [29], таких как *Paronychia cephalotes* (M. Bieb.) Bess., *Genista albida* Willd., *Iris pumila* L., *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Asphodeline taurica* (Pall.) Endl., а также эндемичных таксонов флоры Крыма (*Stipa eriocaulis* Borb. subsp. *lithophila* (P. Smirn.) Tzvelev, *Dianthus marschallii* Schischk., *Satureja taurica* Velen., *Asperula supina* M. Bieb. subsp. *caespitans* (Juz.) Pjatunina, *Veronica taurica* Willd. subsp. *taurica*).

Проведенные исследования позволили установить, что растения опунции в условиях г. Севастополя преодолели географический, экологический и биологический барьеры, проявляют высокие адаптационные способности, в большинстве локалитетов отличаются высокой жизненностью, образуют куртины до 1,5 – 3,5 м в диаметре и местами почти сплошные заросли. Наибольший инвазионный потенциал выявлен в сообществах с разреженным растительным покровом, на хорошо дренированных, но периодически увлажняемых осадками или конденсатной влагой крутых и пологих склонах юго-восточной или южной экспозиции на высотах 30 – 200 м н.у.м. в можжевельниковых редколесьях и петрофитных степных сообществах. В случае намеренного или непреднамеренного заноса *O. humifusa* в подходящие для нее условия можно ожидать ее распространение и натурализацию в других местах в пределах г. Севастополя, в частности, в можжевельниковых редколесьях в районе Байдарской долины, сёл Родное и Резервное, в петрофитно-степных сообществах высот Кая-баш, мыса Фиолент и других участков Гераклейского полуострова.

Выводы

1. В регионе Севастополя в настоящее время выявлено восемь локалитетов *O. humifusa*: на горах Гасфорта, Телеграфная, Таврос, Аскети, на хребте Орта-Кая, Кадыкойских высотах, в Георгиевской и Хомутовой балках.

2. Ценопопуляции опунции встречаются в биотопах двух типов: на выходах верхнеюрских пород в зоне можжевельниковых редколесий в сообществах классов *Koelerio-Corynepheretea*, *Festuco-Brometea* и *Quercetea pubescenti-petraeae* и на выходах сарматских известняков в степных фитоценозах класса *Festuco-Brometea*. Проведенные биоморфологические и популяционные исследования показали, что первый тип биотопов более благоприятен для произрастания *O. humifusa*.

3. Растения *O. humifusa* в регионе исследования отличаются достаточно высокими показателями жизненности. Во всех изученных популяциях отмечено цветение, плодоношение и вегетативное размножение, в пяти локалитетах – семенное возобновление.

4. Необходимы дополнительные исследования для уточнения таксономического положения и происхождения некоторых нетипичных форм *O. humifusa* в Севастопольском регионе.

Благодарности

Авторы признательны старшему научному сотруднику НБС-ННЦ, к.б.н. С.Ю. Костину, научному сотруднику Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского к.б.н. В.В. Александрову, научному сотруднику НИЦ «Государственный Океанариум» Е.Е. Тарасюк и ее внучке Алисе Цмыкал (ученице 3-го класса школы № 35 г. Севастополя), членам севастопольского отделения РБО С.А. Свиринову и Т. Карпенко, а также К.Л. Герасимову, А.Л. Сергеенко за содействие и помощь при проведении исследований.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-44-01528.

Список литературы

1. Анисимова А.И. Опунции на Южном берегу Крыма // Сов. ботаника. – 1939. – Т. 5. – С. 55 – 66.
2. Анисимова А.И. Деревья и кустарники Арборетума Никитского ботанического сада им. В.М. Молотова // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – М., 1948. – Т. 22. – Вып. 34. – 294 с.
3. Багрикова Н.А. Сорно-полевая растительность Крыма // Укр. фітоцен. зб. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – Сер. А. – Вип. 1(2). – 118 с.
4. Багрикова Н.А. Структурный анализ адвентивной фракции флоры Крымского полуострова (Украина) // Укр. ботан. журн. – 2013. – Т. 70, № 4 – С. 489 – 507.
5. Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э. Инвазийный вид *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. в растительных сообществах южного Крыма // Растительность Восточной Европы и Северной Азии. Матер. Международ. научн. конф. (Брянск, 29 сентября – 3 ноября 2-14 г.). – Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение», 2014а. – С. 14 – 15.
6. Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э. О натурализации представителей рода *Opuntia* Mill. на территории Крымского полуострова // VI ботанічні читання пам'яті Й.К. Пачоського. Тези міжнарод. наук. конф. (м. Херсон, 19 – 22.05.2014 р.). – Херсон, 2014б. – С. 19 – 21.
7. Белоусова О.В. Интродукция видов рода *Opuntia* Mill. в Никитском ботаническом саду (Крым, Украина) // Суккуленты. – 1998. – № 1. – С. 8 – 10.
8. Бондарева Л.В. Спонтанная флора Гераклейского полуострова: Сосудистые растения. – Севастополь: РИБЭСТ, 2013. – 110 с.
9. Бондарева Л.В. Флора и растительность Гераклейского полуострова. Дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.05. – Ялта, 2007. – 282 с.
10. Бялт В.В., Васильева И.М., Орлова Л.В. Материалы к суккулентной флоре России и сопредельных государств. I. Исследования суккулентов в Крыму // Научное обозрение. – 2009. – № 1. – С. 3 – 12.
11. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма / Почвенно-климатические ресурсы Крыма и рациональное размещение плодовых культур // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1977. – Т. 71. – С. 92 – 120.
12. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.
13. Воинов Г. В. Опунции в Крыму // Цветоводство. – 1968. – № 8. – С. 12 – 13.
14. Воинов Г.В. Парковая растительность Крыма // Записки Гос. Никит. Опытн. ботан. сада. – 1930. – Т. 13, вып. 1. – С. 1 – 70.
15. Все растения Крыма // Режим доступа <http://www.flora.crimea.ru>. Проверено 20.12.2014.
16. Дгебуадзе Ю.Ю. 10 лет исследований инвазий чужеродных видов в Голарктике // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – № 1. – С. 1 – 6.
17. Дидух Я.П., Вакаренко Л.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Флористическая классификация хвойных лесов нижнего пояса растительности Горного Крыма // Ботан. журн. – 1986. – Т. 71, № 3. – С. 281 – 291.
18. Дидух Я.П. Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). – К.: Наук. думка, 1992. – 253 с.
19. Драган Н.А. Почвы Крыма / Учеб. пособие. – Симферополь: СГУ, 1983. – 95 с.
20. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
21. Ена В.Г., Ена Ал. В., Ена Ан.В. Краткий географический словарь Крыма. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 264 с.

22. *Зернов А.С.* Флора Северо-Западного Кавказа. Дисс. ... докт. биол. наук. – Москва, 2008. – 794 с.

23. *Зернов А.С.* Некоторые итоги изучения флоры Северо-Западного Кавказа // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы всероссийской конференции (Петрозаводск, 22 – 27 сентября 2008 г.). Часть 4: Сравнительная флористика. Урбанофлора. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. – С. 30 – 33.

24. *Каменских Л.Н., Миронова Л.П.* Конспект флоры высших сосудистых растений Карадагского природного заповедника НАН Украины (Крым) // Карадаг. История, геология, ботаника, зоология. Сб. научн. тр., посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника. Кн. 1-я. – Симферополь: Сонат, 2004. – С. 161 – 223.

25. *Каменских Л.Н., Потапенко И.Л.* О новых видах адвентивной флоры Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 3 – 14.

26. *Корженевский В.В., Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э., Левон А.Ф.* Продромус растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюл. Глав. ботан. сада РАН. – 2003. – Вып. 186. – С. 32 – 63.

27. *Королев О.Д.* Новое местонахождение одичалой опунции на Южном берегу Крыма // Изв. Крымск. отд. Географ. об-ва. – 1961. – Вып. 7. – С. 225 – 227.

28. *Кочкин М.А.* Почвы, леса и климат горного Крыма и пути их рационального использования // Труды Никит. ботан. сада. – 1967. – Т. 38. – 368 с.

29. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М.В. Ломоносова; Гл. редкол.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.

30. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.

31. *Миронова Л.П., Каменских Л.Н.* Сосудистые растения Карадагского заповедника. Аннотированный список видов // Флора и фауна заповедников. – М., 1995. – Вып. 58. – 104 с.

32. Определитель растений on-line // Режим доступа <http://www.plantarium.ru>. Проверено 17.12.2014.

33. *Позаченюк Е.А., Панкеева Т.В.* Геоэкологическая экспертиза административных территорий (Большой Севастополь). – Симферополь: Бизнес-Информ, 2008. – 296 с.

34. *Ротов Р.А.* Одичавшие опунции на Кавказе // Бюл. Глав. ботан. сада. – 1963. – Вып. 48. – С. 95 – 99.

35. *Ругузов И.А.* Зимующие опунции в Кабардино-Балкарии и их использование // Учен. зап. Кавказ. ун-та. – 1966. – Вып. 29. – С. 241 – 243.

36. *Рыфф Л.Э.* *Cephalario-Seselieta* *dichotomi* (*Onosmato polyphyllae-Ptilostemonetea*) – новый порядок растительности денудационных склонов Горного Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 2004. – Т. 123. – С. 121 – 130.

37. *Сергеев Л.И., Строганов В.П.* Одичание опунции стелющейся (*Opuntia humifusa* Raf.) в условиях Южного берега Крыма // Изв. Крымск. отд. Географ. об-ва СССР. – 1954. – Вып. 3. – С. 57 – 58.

38. *Соломаха В.А., Костильов О.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Синантропная рослинність України. – К.: Наук. думка, 1992. – 252 с.

39. Шавшин В.Г. Балаклава. Исторические очерки. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2002. – 264 с.
40. Шиндер О.І. Знахідка *Opuntia humifusa* Raf. на західному узбережжі Криму // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матер. міжнарод. конф. молод. учен. (г. Ялта, 21 – 25 вересня 2010 г.). – Симферополь, 2010. – С. 147 – 148.
41. Эмирсалиев А.О., Скопинцева Н.К. Изучение популяций дикорастущей опунции в Крыму // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матер. міжнарод. конф. молодих учених (м. Кам'янець-Подільський, 13 – 16 серпня 2008 р.). – К., 2008. – С. 203 – 204.
42. Abella S.R., Jaeger J.F. Ecology of Eastern prickly pear cactus (*Opuntia humifusa*) in Oak Openings Preserve, northwestern // Ohio. The Michigan Botanist. – 43. – 2004. – P. 1–11. Режим доступа http://digitalscholarship.unlv.edu/sea_fac_articles/94
43. Anderson E.F. The Cactus family. – Portland, Oregon, USA: Timber Press, 2001. – 776 pp.
44. Benson L. The Cacti of the United States and Canada. – Stanford: Stanford University Press, 1982. – 1044 pp.
45. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. – Wien-New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 S.
46. Britton N.L., Rose J.N. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the Cactus family. – Vol. 1. – Washington: the Carnegie Institution of Washington, 1919. – 236 pp.
47. Cho J.Y., Park S.C., Kim T.W., Kim K.S., Song J.C., Kim S.K., Lee H.M., Sung H.J., Park H.J., Song Y.B., Yoo E.S., Lee C.H., Rhee M.H. Radical scavenging and anti-inflammatory activity of extracts from *Opuntia humifusa* Raf. // J. Pharm. Pharmacol. – 2006. – 58 (1). – P. 113 – 119.
48. Dean W.R.J., Milton S.J. Directed dispersal of *Opuntia* species in the Karoo, South Africa: Are crows the responsible agents // Journal of Arid Environments. – 2000. – Vol. 45, № 4. – P. 305–314.
49. Didukh Ya.P. The communities of the Class *Quercetea pubescentis-petraeae* at the Crimean Mountains // Укр. фітоцен. зб. – Сер. А. – Вип. 1. – К., 1996. – С. 63 – 77.
50. Erre P., Chessa I., Nieddu G., Jones P.G. Diversity and spatial distribution of *Opuntia* spp. in the Mediterranean Basin // Journal of Arid Environments. – 2009. – Vol. 73, № 12. – P. 1058 – 1066.
51. Frawley J. Prickly pear land: Transnational networks in settler Australia // Australian Historical Studies. – 2007. – Vol. 38, № 130. – P. 323 – 338.
52. Majure L.C. The evolution and systematics of the *Opuntia humifusa* complex. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. – University of Florida, 2012. – 255 p. – http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/UF/E0/04/44/02/00001/MAJURE_L.pdf.
53. Majure L.C., Judd W.S., Soltis P.S., Soltis D.E. Cytogeography of the *Humifusa* clade of *Opuntia* s.s. Mill. 1754 (Cactaceae, Opuntioideae, Opuntieae): correlations with pleistocene refugia and morphological traits in a polyploid complex // Comp. Cytogenet. – 2012. – 6 (1). – P. 53 – 77.
54. Majure L. *Opuntia humifusa*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 December 2014.
55. Majure L.C. *Opuntia pollardii*. The IUCN Red List of Threatened Species. – 2013. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 December 2014.
56. Mucina L. Conspectus of Classes of European Vegetation // Folia Geobot. et Phytotax. – 1997. – Vol. 32. – P. 117 – 172.

57. *Novoa A., Le Roux J.J., Robertson M.P., Wilson J.R.U., Richardson D.M.* Introduced and invasive cactus species – a global review. – <http://aobpla.oxfordjournals.org/> Searched on 10 December 2014.
58. *Tashev A.* Characteristics of the *Opuntia humifusa* (Cactaceae) locality in the Harmanli district, South Bulgaria // *Phytologia Balcanica*. – Sofia, 2012. – 18(1). – P. 11 – 16.
59. The Plant List. A working list of all plant species. – <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/tro-5100272>. – Searched on 10 December 2014.
60. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. – <http://www.tropicos.org/Name/5100272>. – Searched on Searched on 10 December 2014.
61. *Weber H.E., Moravec J., Théurillat J.P.* International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. // *J. Veg. Sci.* – 2000. – Vol. 11, № 5. – P. 739 – 768.

Bagrikova N.A., Bondareva L.V., Ryff L.E. Distribution peculiarities of *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. in Sevastopol // *Works of the State Nikit. Botan. Gard.* – 2014. – V. 139. – P. 32 – 46.

This work presents data about distribution of *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. across the administrative territory of Sevastopol. Eight localities were described. The characteristics of the plant morphological parameters and some biological features were revealed. The analysis of the current status of the populations, description of various communities with prickly pear allowed determine its highest status of naturalization and refer it to the transformer species. This species successfully self-renews by vegetative and seed ways and trends to further dissemination.

Key words: *invasive species, Opuntia humifusa, Sevastopol, Crimean peninsula.*

УДК 582.661.56:581.524.2 (477.75)

ИНВАЗИОННЫЙ ВИД *OPUNTIA LINDHEIMERI* ENGELM. В ЮЖНОМ КРЫМУ

Н.А. БАГРИКОВА, Л.Э. РЫФФ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

В статье дана оценка современного состояния ценопопуляций и особенностей распространения в Южном Крыму *Opuntia lindheimeri* Engelm. – одного из наиболее опасных в настоящее время инвазионных растений региона. Уточнено систематическое положение таксона, ранее определявшегося как *O. engelmannii*. Приведено морфологическое описание формы, дичающей в Крыму. Выявлено и охарактеризовано десять локалитетов спонтанного произрастания данного вида опунций. Обсуждаются тенденции его дальнейшего поведения.

Ключевые слова: инвазионные виды, морфологическое описание, *Opuntia lindheimeri*, *Opuntia engelmannii*, Крым, заповедник “Мыс Мартъян”.

Введение

Род *Opuntia* Mill. – один из крупнейших родов семейства кактусовых, включающий по данным разных авторов [7, 9, 20, 39 – 41, 43, 44] от 90 до 250 видов. Из них не менее 27 видов отмечены в качестве инвазионных в различных частях Земного шара [44]. В Крыму опунции были введены в культуру в начале XIX века Никитским ботаническим садом. Первые случаи их натурализации на полуострове относятся, вероятно, к середине этого же столетия. Учитывая то обстоятельство, что одичавшие кактусы до середины прошлого века обнаруживались почти исключительно в местах расположения иностранных воинских захоронений времен Крымской войны и на старых немецких кладбищах, данные факты, очевидно, связаны не только с сознательной интродукцией учеными и садовниками в парках, но и с существующей у некоторых народов Европы традицией высаживать эти вечнозеленые, практически не нуждающиеся в уходе растения на кладбищах. Первые сведения об одичании опунций в Крыму приводятся в научных работах первой половины XX века [1, 2, 15]. Впоследствии натурализация опунций отмечалась и другими авторами. Большинство публикаций посвящены *O. humifusa* (Raf.) Raf. (иногда под названиями *O. vulgaris*, *O. opuntia*) [1, 4, 15 – 17, 27, 28, 35, 37, 38 и др.], лишь в единичных работах указывается на спонтанное произрастание и некоторых других видов [4, 5, 8 – 12, 14, 25, 26, 31, 38]. В 2012 – 2013 гг. в качестве чужеродных растений во флоре Крыма указывалось четыре вида рода *Opuntia* [3, 23], в 2014 г. – восемь таксонов [6], а по результатам исследований, проводимых в 2014 г. в рамках гранта РФФИ, мы можем говорить о натурализации девяти или десяти представителей рода, однако номенклатурное положение некоторых таксонов ещё нуждается в уточнении.

Цель наших исследований – уточнить систематическое положение, дать оценку современного состояния популяций, характера и тенденций распространения одного из наиболее инвазионно опасных в настоящее время в Южном Крыму видов – *Opuntia lindheimeri* Engelm.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являются ценопопуляции и единичные особи *O. lindheimeri*, спонтанно произрастающие на Южном берегу Крыма в следующих пунктах: Форос, Симеиз, Гаспра, мыс Мартъян, Гурзуф, Артек, подножье г. Аю-Даг, мыс Плака, окр. Лазурного, Солнечногорское. Некоторые параметры и характеристики учитывались также в интродукционных популяциях в Симеизе, Ливадии, Никитском ботаническом саду, Солнечногорском, Малореценском. Исследование популяций

O. lindheimeri на территории Артека и на мысе Плака были начаты нами в конце 1980 – 1990-х гг., дальнейшее изучение процесса натурализации этого вида в Южном Крыму проводилось в 2013 – 2014 гг.

Для выявления мест произрастания популяций опунции применялся метод маршрутно-рекогносцировочных исследований, также была использована информация из литературных источников, сети Интернет и устные сообщения других специалистов. Морфологические параметры растений изучались традиционными методами, как в природе, так и в камеральных условиях, и параллельно осуществлялась съёмка на цифровые фотокамеры Canon PowerShot SX130 IS, Sony DSC-H1, Sony DSC-HX200. Определение опунций проводилось по общепринятым в систематике семейства Cactaceae Juss. сводкам [39 – 41], а также на основе анализа современных интернет-ресурсов [45]. Номенклатура соответствует международной базе данных IPNI [47]. Растения природной флоры идентифицировались по «Определителю высших растений Крыма» [32] и другим источникам. Их номенклатура соответствует принятой в последнем чеклисте флоры Крыма [23]. Названия синтаксонов растительности приведены согласно международным требованиям [48].

Большинство обследованных местообитаний дичающей *O. lindheimeri* находятся в центральной части Южного берега Крыма, которая в системе физико-географического районирования относится к Западному району Крымского южнобережного субсредиземноморья [34]. Климат района средиземноморский субтропический засушливый, жаркий, с умеренно-теплой зимой. Средняя годовая температура воздуха 12 – 14⁰С. Температура самого теплого месяца (июля или августа) 23 – 25⁰С, самого холодного (февраля) +2,5 – +4,5⁰С. Абсолютный минимум –15–17⁰С. Годовое количество осадков 550 мм, большая их часть выпадает в холодное время года [13]. Почвы коричневые на продуктах выветривания глинистых сланцев, известняков и магматических пород. Единичные локалитеты выявлены в восточной части Южного Крыма, относящейся к Восточному району Крымского южнобережного субсредиземноморья, который отличается немного более холодной зимой и меньшим годовым количеством осадков. В соответствии с флористическим районированием данная зона относится к Крымско-Южнобережному району Южнокрымского округа Крымско-Новороссийской подпровинции Эвксинской провинции Средиземноморской области [23]. Согласно геоботаническому районированию Горный Крым отнесен к Средиземноморской области склерофильных лесов, маквиса, шибляка, фриган и томиляров [21]. В системе высотной поясности ЮБК располагается в поясе приморских ксерофитных можжевельново-дубовых лесов и кустарниковых зарослей [34] либо в нижнем лесостепном поясе гемиксерофильных лесов, ксерофильных редколесий и саванноидов южного макросклона Крымских гор [19].

Результаты исследований и обсуждение

В ходе изучения современного состояния биологического разнообразия Крымского полуострова нами был установлен факт увеличения в последние годы инвазионной активности различных представителей рода *Opuntia*. До середины XX века в Крыму отмечалось дичание только одного вида – *O. humifusa* (Raf.) Raf. (син. *O. rafinesquii* Engelm, *O. humifusa* Raf., *O. vulgaris* Haw. non Mill., *O. mesacantha* Raf., *O. opuntia* (L.) Karsten, *O. caespitosa* Raf., *O. compressa* McBride, *O. intermedia* Salm.-Dyck, *O. nana* Vis., *C. compressus* Salisb. *Cactus humifusus* Raf., *Cactus opuntia* L. с разными вариантами [9, 20, 24, 41, 43, 45 и др.]). После проведения в 1930 – 1960 гг. Никитским ботаническим садом научно-исследовательских работ по выращиванию и внедрению в практику зеленого строительства различных зимостойких видов опунций в парках многих здравниц и в населенных пунктах ЮБК появились интродукционные популяции этих растений. В дальнейшем в некоторых локалитетах отдельные виды

опунций натурализовались и стали распространяться за пределы мест первоначального культивирования, в том числе внедряться в естественные биотопы. Тем самым они перешли в категорию адвентивных, а в отдельных случаях и инвазионных растений.

Одним из наиболее широко распространенных в настоящее время, как в культуре, так и в одичавшем состоянии в Крыму, видов опунций является *O. lindheimeri* (рис. 1).



Рис. 1 Обследованные пункты интродукционных и спонтанно произрастающих растений и ценопопуляций *Opuntia lindheimeri* в Южном Крыму

Краткое морфологическое описание этого вида, культивируемого в Батуми, на русском языке приводилось Б.Н. Замятниным [24], но считаем необходимым охарактеризовать некоторые особенности натурализовавшихся в Крыму растений. В условиях Южного берега *O. lindheimeri* – это крупное суккулентное растение высотой 0,5 – 1 м. За счет характерного для этого вида более активного нарастания побегов в горизонтальной плоскости по сравнению со скоростью вертикального роста особь за несколько лет образует куртину 1 – 2 м в диаметре (рис. 2.А). Со временем отдельные куртины могут сливаться в почти сплошные заросли, и популяция быстро захватывает любую свободную от древесно-кустарниковой растительности территорию. Сегменты побегов округлые или обратнойцевидные, крупные, (10) 17 – 30 (39) см длиной, (9) 15 – 20 (23) см шириной, 0,7 – 1,0 см толщиной, светло-зеленого или тускло-зеленого цвета, иногда со слабым сизым налетом, в осенне-зимний период (после похолодания до температуры близкой к 0⁰С) часто приобретают желтовато-красноватый антоциановый оттенок (рис. 2.Е). Листья, как и у всех представителей рода опунция, мелкие, мясистые, слегка заостренно-цилиндрические до 1 см длиной и до 2 мм толщиной, развиваются в ареолах в начале отрастания вегетативных и генеративных побегов, и быстро опадают. Ареолы крупные, овальные, 5 – 6 × 3 – 4 мм, с коричневыми шерстинками, располагаются на сегменте на расстоянии 3 – 4 см друг от друга, в одном диагональном ряду 4 – 6 ареол. Колючки размещаются почти по всему сегменту за исключением самых нижних ареол, на уплощенной поверхности – по (1) 2 – 3 в ареоле, на ободке – по 3 – 5. Они крупные (до 4,7 см длиной, 1 мм толщиной), крепкие, иногда расположены перпендикулярно плоскости сегмента, но обычно отогнуты под углом (30) 45 – 60⁰ к ней, часто слегка дуговидно изогнуты, у основания



Рис. 2 Морфологические особенности *Opuntia lindheimeri* в условиях Южного Крыма:
 А – общий габитус растения; Б – вегетативное возобновление; В – проростки; Г – ювенильная особь; Д – цветки; Е – плоды; Ж – разрезанный плод и семена

уплощенные, нередко скрученные вокруг своей оси на угол от 90 до 180°. Окраска колючек в нижней части красно-коричневая ("ржавая"), выше – янтарно-желтая до лимонно-желтой на кончике, просматриваются более темные кольцевидные структуры. Глохидии относительно немногочисленные, располагаются полумесяцем в верхней части ареолы, 1 – 2 (4) мм длиной, зеленовато-коричневые с красноватым (ржавым) оттенком (рис. 2.Б,Е; 3.В). Цветки крупные, 5 – 7 см длиной (вместе с завязью), 7 – 9 см в диаметре, листочков околоцветника (лепестков) 12 – 15, 15 – 18 мм длиной, 15 – 21 мм шириной. Они ярко-, темно- или оранжево-желтые (рис. 2.Д; 3.А), редко оранжево-красные, к концу функционирования цветка окраска немного темнеет. Цветение в условиях ЮБК происходит в конце мая – начале июня. Плоды созревают в октябре – ноябре, обычно после созревания быстро опадают. Размер плодов: (2,5) 4,5 – 5,5 (7,2) см в длину, (2,3) 3 – 3,2 (3,8) см в диаметре. Они варьируют по форме от почти округлых до грушевидных, но чаще бывают овальными или бочковидными с закругленным основанием (напоминают ударные музыкальные инструменты литавры и конга) (рис. 2.Е; 3.Б). В одной популяции могут встречаться растения с различными по

форме и размерам плодами. Верхушка плода всегда вдавленная на 4 – 7 мм. Окраска плодов – коричневато-бордовая или темно-красно-бордовая; мякоть бордово-пурпурного (свекольного) цвета. Плоды относительно мягкие, сочные, слегка волокнистые, кисловато-сладкие, приятные на вкус. На одном сегменте может располагаться от 1 до 12 плодов, в среднем 5 – 7. Одно растение с 30 – 40 сегментами дает до 150 – 200 плодов. В каждом плоде содержится от 90 до 265 семян (обычно 180 – 220). Семена соломенно-светло-серого цвета, 3,2 – 4,3 мм в диаметре, 1,5 – 2 мм толщиной, по форме неправильно округло-сердцевидные в плане, с широким соломенно-желтоватым ободком, сверху и снизу более или менее уплощенные (рис. 2.Ж). Способны прорасти в природных условиях ЮБК (рис. 2.В).

В связи с тем, что систематика семейства Cactaceae в целом и рода *Opuntia* в частности, до сих пор весьма противоречива, достоверно установить систематическое положение как культивируемых, так и дичающих в Крыму представителей этого рода сложно. В Никитском ботаническом саду изучаемая опунция выращивалась под названием *O. engelmannii* Salm-Dyck [1, 2, 7, 45]. Под этим же наименованием приводится в публикациях [8 – 12, 38] и на некоторых интернет-сайтах [18, 33 и др.] одичавшая на мысе Плака опунция. Однако согласно современным представлениям ее морфологическая характеристика в большей степени соответствует не *O. engelmannii* subsp. *engelmannii* (или *O. engelmannii* s. str.), а *O. engelmannii* subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán et Mandujano, часто рассматриваемой в качестве самостоятельного вида *O. lindheimeri* Engelm. [45, 47]. От типичной *O. engelmannii* она отличается окраской глохидий, колючек (жёлтой с красно-коричневым основанием и хорошо заметными кольцами, а не белой с меловым оттенком и темно-коричневым вплоть до черного основанием с маловыраженными кольцами), формой и окраской плодов, а также некоторыми другими признаками (рис. 3).

В Крыму *O. lindheimeri* успешно культивируется в прибрежной зоне Южнобережья (на мысе Сарыч, в Форосе, Голубом Заливе, Симеизе, Алушке, Мисхоре, Гаспре, Ливадии, Ялте, Никите, Гурзуфе, Партените, Алуште, Солнечногорском, Малореченском, Морском и др.), предгорных и степных районов (в Севастополе, Саках, Евпатории). В последние десятилетия отмечены случаи дичания этого вида и внедрения его в природные сообщества. Впервые в списках адвентивных растений Крыма приведена Н.А. Багриковой и А.В. Еной [3, 23]. Подробная информация в научной литературе имеется только о популяции *O. lindheimeri* (под названием *O. engelmannii*) на мысе Плака [8, 12, 38]. Однако вполне натурализовавшиеся популяции, в которых отмечено самовозобновление вегетативным или семенным способом, описаны нами в ходе проведения полевых исследований в 2014 г. в Форосе, Гаспре, на мысе Мартьян, в Гурзуфе, Артеке и других местах.

Наиболее крупная и, очевидно, самая старая популяция *O. lindheimeri* произрастает в 2 км восточнее пгт. Партенит на территории санатория "Утёс" на приморском склоне мыса Плака. Мыс представляет собой скалистый утёс около 50 м высотой, сложенный интрузивными магматическими породами – диабазовыми порфиритами среднеюрского возраста, в верхней части покрытыми чехлом глинистых сланцев таврической серии и ороговикованных пород. Популяция описываемого вида располагается преимущественно на крутых и обрывистых склонах (крутизной от 15 до 60°) южной и юго-восточной экспозиции в высотном диапазоне от 10 до 45 м, распространена на площади около 1,5 га. Опунции встречаются в биотопах двух типов. Первый – обнажения порфиритового скального монолита, расчлененного горизонтальными и вертикальными трещинами на отдельные слои и блоки – занимает юго-восточную и юго-западную часть мыса, а также нижний участок склона в центральной (южной) части. Особи *O. lindheimeri* поселяются в трещинах скал и,



Рис. 3 Сравнительная характеристика некоторых морфологических параметров *Opuntia lindheimeri* (А, Б, В) и *O. engelmannii* (Г, Д, Е).
А, Г – цветки; Б, Д – плоды; В, Е – колючки и глохидии

будучи самыми крупными и мощными из встречающихся здесь растений, быстро становятся доминантами хазмофитных группировок классов *Asplenietea trichomanis* (Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934) Oberdorfer 1977 и *Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika et Novák 1941. Общее проективное покрытие растительности в данном биотопе составляет от 10 до 90%. Проективное покрытие опунций – от 3 до 90%, при этом они местами образуют почти сплошные одновидовые заросли в нижней части южного склона (рис. 4), но пока отсутствуют на крайних западных и крайних восточных участках. Из других видов, характерных для скальных сообществ мыса Плака, можно назвать *Parietaria judaica* L., *Sedum hispanicum* L., *S. pallidum* M. Bieb., *Allium saxatile* M. Bieb. s. l., *Ceterach officinarum* DC., *Galium mollugo* L., *Veronica cymbalaria* Bodard, *Avena barbata* Pott ex Link subsp. *barbata*, *Misopates orontium* (L.) Raf., *Cheiranthus cheiri* L. (последние два вида являются адвентивными).



Рис. 4 Ценопопуляция *O. lindheimeri* на мысе Плака:
А – общий вид сплошных зарослей опунции; Б, В – сегменты

Второй биотоп – это щебнисто-глинистые осыпные и оползневые склоны в средней части мыса. Здесь встречается большое количество керамических обломков и других артефактов, что подтверждает свидетельства историков о давней антропогенной освоенности территории. Наряду с активно протекающими экзогенными геологическими процессами хозяйственная деятельность человека привела к деградации естественного растительного покрова. В настоящее время растительность этого биотопа состоит из трех ярусов. Первый ярус представлен относительно немногочисленными низкорослыми (высотой 1,5 – 4 м) деревьями *Pistacia mutica* Fisch. et C.A. Mey., *Juniperus excelsa* M. Bieb., *Cupressus sempervirens* L., которые формируют в средней и верхней частях склона редколесье с сомкнутостью крон от 0,1 до 0,5 (в среднем 0,2), а также молодыми экземплярами *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Кустарниковый ярус сложен *Jasminum fruticans* L. с проективным покрытием от 0 до 30% (в среднем 5 – 10%). В травянистом ярусе, сообщества которого представляют собой дериватные группировки средиземноморского класса *Thero-Brachypodietea* Br.-Bl. ex O. de Bolós y Vayreda 1950, доминируют *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., *Ephedra distachya* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Taraxacum hybernum* Steven, *Convolvulus cantabrica* L., *Hordeum bulbosum* L., *Aegilops biuncialis* Vis. и др. Значительно участие сорных видов: *Rapistrum rugosum* (L.) All., *Tribulus terrestris* L., *Portulaca oleracea* L. Общее проективное покрытие от 45 до 90%, при этом покрытие *O. lindheimeri* составляет от 10 до 90% площади. В этом локалитете среди зарослей *O. lindheimeri* растут единичные особи другого натурализовавшегося на ЮБК вида опунции, предварительно отнесенного нами к *O. tunoidea* Gibbes. (в каталогах Никитского сада приводится как *O. pseudotuna* Salm-Dyck). В составе фитоценозов мыса Плака присутствует целый ряд видов растений, уже имеющих охранный статус в Красной книге Российской Федерации (ККРФ) [30], Красной книге Украины (ЧКУ) [36] или предложенных для включения в Красную книгу Крыма (ККК). Это *Juniperus excelsa*, *Pistacia mutica* (включены в ККРФ, ЧКУ, предложены для включения в ККК), *Asphodeline lutea* (включена в ЧКУ, предложена для включения в ККК), *Avena barbata*,

Hedypnois rhagadioloides (L.) F.W. Schmidt, *Dianthus marschallii* Schischk. (включены в Перечень видов растений, подлежащих особой охране на территории Автономной Республики Крым, 2013 г., предложены для включения в ККК), *Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Нуман (включен в Перечень видов растений, подлежащих особой охране на территории АР Крым). Высокая инвазионная активность *O. lindheimeri* представляет существенную угрозу для существования популяций этих редких видов на мысе Плака.

По данным предыдущих исследований, в 1990-х годах популяция опунции на мысе Плака после пожара 1998 г. состояла из 40 групп (куртин), размеры которых варьировали от 0,5 м до 3,0 м в диаметре [8]. В настоящее время отмечено не менее 500 экземпляров. Около 90% популяции составляют генеративные особи. На молодые растения приходится около 8%. Выявлены также сенильные особи и несколько старых погибших экземпляров. Размножение *O. lindheimeri* происходит преимущественно вегетативным путем за счет отрыва сегментов людьми, ураганными ветрами, свирепствующими на мысу в зимний период, или падающими обломками горной породы, дальнейшего их перемещения вниз по крутому склону под действием силы тяжести и последующего укоренения. От 5 до 10% популяции составляют особи семенного происхождения. Особенно часто они встречаются в трещинах скального монолита, где укоренение сегментов затруднено, зато, в силу большей влажности, накопления гумуса и меньшей подвижности субстрата, создаются благоприятные условия для прорастания семян. В узких трещинах, особенно наклонных и вертикальных, выживают почти исключительно экземпляры семенного происхождения.

Явную инвазионную активность проявляет *O. lindheimeri* и в другом местообитании – в 1 км к западу от горы Аю-Даг на приморском склоне между комплексами лагерей «Морской» и «Прибрежный» Международного детского центра «Артек» (рис. 5, 2.Б – Е, 3.А). Здесь опунции произрастают в сходных с мысом Плака условиях – на каменистых обнажениях глинистых сланцев таврической серии в створе высот от 5 до 15 м н.у.м. Популяция занимает склоны юго-восточной, южной и юго-западной экспозиции крутизной от 5 – 10° в приводораздельной зоне до 30 – 40° на крутых участках. Естественная растительность территории представляет собой сочетание кустарниковых зарослей средиземноморского типа (класс *Cisto-Micromerietea julianae* Oberdorfer 1954) с участием отдельных экземпляров низкорослых древесных пород, фрагментов бородачевых и узловатопырейных петрофитностепных сообществ (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. ex Br.-Bl. 1949) и калыцефобного эфемеретума (*Koelerio-Corynephoretea*). Во флористическом составе главную роль играют *Paliurus spina-christi* Mill., *Pyrus elaeagrifolia* Pall., *Cistus tauricus* J. Presl et C. Presl, *Jasminum fruticans* L., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Elytrigia caespitosa* (K. Koch) Nevski subsp. *nodosa* (Nevski) Tzvelev, *Convolvulus cantabrica* L., *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze, *Eryngium campestre* L., *Taraxacum hybernum*, *Prospero autumnale* (L.) Speta, *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Aegilops biuncialis* Vis., *Vulpia ciliata* Dumort., *Alyssum umbellatum* Desv., *Helianthemum salicifolium* (L.) Mill., *Sedum caespitosum* (Cav.) DC. и др. Выявлены также некоторые синантропные (*Echium italicum* L. subsp. *biebersteinii* (Lacaita) Greuter et Burdet, *Tribulus terrestris* L.) и адвентивные (*Rhamnus alaternus* L., *Olea europaea* L., *Bupleurum fruticosum* L., *Foeniculum vulgare* Mill.) растения.

По данным Ю.С. Волокитина (устное сообщение) и нашим наблюдениям, в 1970-х–1980-х годах здесь произрастали всего от одной до трех особей этого вида опунции, очевидно, занесенные с территории соседних лагерей «Морского» или «Прибрежного», где он был высажен при реконструкции и озеленении территории в конце 60-х – начале 70-х годов прошлого века. В настоящее время популяция включает не менее 70 крупных экземпляров, находящихся, в основном, на генеративной стадии

развития. Большинство растений имеет вегетативное происхождение, но выявлены и особи семенного происхождения. Отмечено также около двух десятков сеянцев текущего и прошлого года. Популяция размещается на площади около 1000 м². При общем проективном покрытии растительности на этом участке от 70 до 90% покрытие *O. lindheimeri* составляет от 10 до 40%. По краям популяции преобладают единичные особи, в центре нередко формируются куртины из нескольких растений, достигающие от 1,5 до 3 м в диаметре. В этом локалитете *O. lindheimeri* растет вместе с другим натурализовавшимся видом опунций *O. macrorhiza* Engelman. Чаше опунции поселяются на обнаженных каменистых, щебнистых или глинистых участках сланцевого склона, лишенных растительности или занятых сообществами эфемеретума. Однако они достаточно успешно приживаются и под пологом небольших ксерофитных, особенно листопадных, деревьев, и даже в зарослях ладанника, постепенно вытесняя последний. Таким образом, непосредственную угрозу от расселения опунций на данном участке испытывают три вида растений, отнесенные к категории редких и нуждающихся в охране – *Cistus tauricus* (включен в ЧКУ, предложен для включения в ККК), *Vitex agnus-castus* L., *Sedum rubens* L. (включены в Перечень видов растений, подлежащих особой охране на территории АР Крым, 2013 г., предложены для включения в ККК), а также ряд крымских и крымско-кавказских эндемиков.



Рис. 5 Общий вид ценопопуляции *O. lindheimeri* в Артеке

Следующий очаг расселения *O. lindheimeri* расположен в трех километрах к западу, в юго-восточной части пос. Гурзуф, где этот вид совместно с другими видами опунций (по предварительным данным, *O. tunoidea* и *O. laevis* J.M. Coulter) произрастает на скалистых известняковых склонах между улицами Геологов и Крымской, выше музыкальной школы. Местность включает южные отроги холма Болгатур, сложенного известняками массандровской свиты и представляющего собой язык древнего плиоценового оползня. Опунции распространены на водораздельном хребте, крутых и обрывистых склонах юго-восточной и юго-западной экспозиций на высоте 60 – 70 м н.у.м. Несмотря на существование здесь на протяжении многих веков селитебной зоны, на наиболее труднодоступных каменистых склонах достаточно хорошо сохранились свойственные известняковым обнажениям Южнобережья

природные комплексы. Однако в конце 1990-х – начале 2000-х годов в результате новой коттеджной застройки верхней части склона антропогенное воздействие на сохранившиеся участки естественных ландшафтов существенно возросло. К этому же периоду относится и появление в этом районе первых спонтанно произрастающих опунций. Они первоначально прижились на небольшой стихийной свалке мусора, куда, видимо, были выброшены отдельные сегменты после обрезки растений, используемых в озеленении придомовой территории. В дальнейшем опунции стали распространяться вниз по водораздельному хребту, причиной чего, скорее всего, послужило случайное механическое повреждение растений людьми. В настоящее время популяция включает не менее пяти крупных (высотой 40 – 50 см) экземпляров, размножившихся путем укоренения сегментов. Три из них активно цветут и плодоносят, а два находятся в прегенеративной стадии. Обнаружено также молодое растение семенного происхождения, поселившееся в расщелине известняковой скалы. Остальные особи произрастают либо на скалистых выходах известняков, либо на глинисто-щебнистых осыпных склонах, как на открытых местах, так и в полутени, частично под пологом небольших листопадных деревьев. Площадь, на которой в этом локалитете встречается *O. lindheimeri*, составляет около 100 м². Общее проективное покрытие растительности 60%, но изучаемый вид опунций занимает в целом не более 3% территории, хотя на участке в верхней части склона этот показатель достигает 15%. Естественный растительный покров участка представляет собой сочетание фрагментов фисташковых редколесий с сообществами известняковых скал, каменистых хаосов и элементами петрофитных вариантов средиземноморских степей (классы *Quercetea pubescenti-petraeae* (Oberdorfer 1948) Jakucs 1960, *Asplenietea trichomanis* и *Thero-Brachypodietea*). В нем доминируют *Pistacia mutica*, *Celtis glabrata* Steven ex Planch., *Rhus coriaria* L., *Jasminum fruticans*, *Clinopodium nepeta*, *Taraxacum hybernum*. Немалую роль играют также адвентивные растения (*Prunus cerasifera* Ehrh., *P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb, *Lonicera etrusca* Santi) и сорный компонент (*Ballota nigra* L., *Carduus pycnocephalus* L. subsp. *albidus* (M. Bieb.) Kazmi, *Galium aparine* L.). Существенное повышение в последние десятилетия антропогенной нагрузки на данную территорию, заключающееся в загрязнении ее строительным и бытовым мусором, вытаптывании, участившихся пожарах, уничтожении естественной растительности, наряду с возникновением в непосредственной близости возможных источников заноса создает благоприятную почву для распространения заносных растений, в частности таких опасных потенциальных видов-трансформеров, как опунции.

Еще одно место произрастания натурализовавшейся популяции *O. lindheimeri* – территория природного заповедника «Мыс Мартьян» [4, 29], примыкающая к строениям бывшей воинской части, находящейся в 200 – 250 м к востоку от жилого поселка Никитского ботанического сада, на высоте 180 – 190 м н.у.м. (рис. 6).

Источником инвазии являются растения, посаженные в 1950 – 1970 гг. на территории воинской части. В настоящее время опунции самовозобновляются вегетативным и семенным способом и на селитебной территории, и в естественных сообществах заповедника. Для данного местообитания характерны выходы на дневную поверхность известняковых пород, поэтому почвенный покров здесь представлен скелетными карбонатными вариантами коричневых почв сухих лесов и кустарников. Заросли и отдельные экземпляры опунций на территории заповедника входят в состав высокоможжевелово-пушистодубовых сообществ (класс *Quercetea pubescenti-petraeae*), общее проективное покрытие составляет 50 – 70%, на *O. lindheimeri* приходится до 15 – 30%. В древесно-кустарниковом ярусе представлены *Juniperus excelsa* (до 25 – 30%), *Quercus pubescens* Willd., *Pistacia mutica*, *Juniperus deltoides* R.P. Adams, *Carpinus orientalis* Mill. и *Fraxinus angustifolia* L. (до 10 – 15%), *Jasminum fruticans* (от 5 до 30%),



Рис. 6 Популяция *O. lindheimeri* в природном заповеднике «Мыс Март'ян»:

А – общий вид сообщества с участием опунции; Б – цветок; В – проросток; Г – имматурная особь семенного происхождения

Cistus tauricus (от 10 до 30%), *Clematis vitalba* L. (до 25 – 30%), *Ruscus aculeatus* L. (до 45%), *Hedera helix* L. (до 10%), единично *Cornus mas* L. В травянистом ярусе доминируют *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Taraxacum erythrospermum* Besser, *T. hybernum*, *Geranium robertianum* L., *Teucrium chamaedrys*, с высоким постоянством, но невысоким проективным покрытием отмечаются *Aegonychon purpureocaeruleum* (L.) Holub, *Prospero autumnale*, *Fibigia clypeata* (L.) Medik., *Melandrium album* (Mill.) Garcke., *Achnatherum bromoides* (L.) P. Beauv., *Crepis pulchra* L., *Stachys velata* Klokov, *Melilotus neapolitanus* Ten. и др. Из синантропных видов отмечены *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Galium aparine*, *Chenopodium album* L., *Marrubium peregrinum* L. Натурализовавшаяся популяция занимает площадь более 150

м². В ней выделяется несколько групп диаметром от 2 до 4,5 м (по 8 – 12 растений), кроме того по периметру зарослей отмечены отдельные особи генеративных, виргинильных и ювенильных растений. Общее число – более 80 экземпляров. На генеративные особи приходится более 80% растений, внутри зарослей опунции выявлено более двух десятков семян текущего и прошлого года. Большинство растений обильно плодоносит, на сегментах – от 1 до 10 плодов, в среднем 5 – 6. Сегменты крупные до 25 – 30 см в длину, плоды удлинённые, отличаются довольно крупными размерами (до 7 см в длину и 3,3 см в диаметре). Большинство растений опунции растут на прогалинах между деревьями, где обильно плодоносят. Под кронами деревьев отмечены, в основном, виргинильные особи.

Несколько видов дичающих кактусов, в том числе и опунций, обнаружено в районе пос. Гаспра, на приморских склонах западного отрога мыса Ай-Тодор (Маячный) в пределах территории санатория «Днепр» (бывшее имение «Харакс»). Пять групп и отдельные особи *O. lindheimeri* (общая численность 75 – 85 экземпляров) на территории санатория отмечены на отрезке 550 – 600 м крутых и обрывистых приморских склонов (крутизной от 15 до 60°) южной и юго-восточной экспозиции в высотном диапазоне от 20 до 45 м н.у.м. (рис. 7.А), а также на куртинах в парке (рис. 7.В). Естественный растительный покров, сочетающий сообщества кустарниковых зарослей класса *Cisto-Micromerietea julianae* и фрагменты петрофитностепной растительности класса *Festuco-Brometea*, сильно нарушен, так как значительная по площади часть склонов в 1970-х годах была покрыта противооползневой «шубой» из арматуры и бетона (рис. 7.А). В настоящее время доминантами на таком покрытии выступают натурализовавшиеся виды-интродуценты (*Petrosedum reflexum* (L.) Grulich, *Bupleurum fruticosum* L., *Centranthus ruber* (L.) DC., *Jacobaea maritima* aggr. (= *Senecio cineraria* DC.), *Antirrhinum majus* L., *Cheiranthus cheiri* L.), среди которых отмечаются опунции. Общее проективное покрытие этих синантропных сообществ составляет 5 – 20%, на опунцию приходится до 5%. Большинство растений *O. lindheimeri* на склонах, вероятнее всего, посажены в 1970-1980-х гг. [22], молодые экземпляры на террасах у лестничных пролетов и в парке, видимо, высажены в последние годы вместе с другими представителями рода *Opuntia* и семейства *Cactaceae*.

Самовозобновляющиеся отдельно растущие экземпляры опунций или их группы, состоящие из 3 – 14 взрослых особей, отмечены в нижней и средней частях склонов, либо на скальных выходах известняков или щебнисто-глинистых склонах в составе полуприродных сообществ среди единично растущих деревьев *Quercus pubescens*, *Pinus brutia* Ten., *Jiniperus excelsa* (рис. 7.Б). В кустарниковом и травянистом ярусах произрастают *Paliurus spina-christi*, *Cistus tauricus*, *Jasminum fruticans*, *Elytrigia caespitosa* subsp. *nodosa*, *Taraxacum hybernum*, *Prospero autumnale*, *Alyssum obtusifolium* Steven ex DC. и др. Кроме них из адвентивных видов выявлены вышеприведенные растения-интродуценты, а также *Rhamnus alaternus*, *Ailanthus altissima*. Общее проективное покрытие – до 30 – 40%, на *O. lindheimeri* приходится 5 – 10%. Обследование современного состояния популяции проводилось в позднесенний период – в ноябре 2014 г., поэтому флористический состав выявлен не полностью. Диаметр взрослых особей опунций или их групп достигает 1,2 – 4,5 м, высота растений 60 – 90 см. Большая часть популяции включает генеративные растения, которые обильно плодоносили, на сегментах отмечено от 2 до 10 плодов, в среднем – 7 – 8. Плоды отличаются по форме и размерам. Единично на куртинах в парке и иногда на склонах отмечены ювенильные особи семенного происхождения и иматурные особи вегетативного происхождения (рис. 4.В). В западной части парка на антропогенно нарушенном склоне рядом с растениями *O. lindheimeri* отмечены отдельные особи или крупные куртины *O. tunoidea*. Культивируемые и натурализовавшиеся экземпляры

второго вида опунций чаще встречаются на куртинах и приморских склонах в центральной и восточной части санатория «Днепр».



Рис. 7 Опунции на территории санатория «Днепр»:

А – два вида опунций в антропогенно преобразованном биотопе на приморских склонах; Б – виргинильная особь *O. lindheimeri* в полуприродном сообществе; В – ювенильные, имматурные и генеративные особи *O. lindheimeri* на куртине в парке

В других пунктах ЮБК обнаружены одиночные спонтанно произрастающие особи *O. lindheimeri*. Одна из них найдена нами в 2014 г. в одном километре западнее пос. Лазурное в окрестностях Алушты на крутом приморском склоне горы Халикин-Тепеси, сложенном глинистыми сланцами таврической серии, над так называемой «гранильней Головкинского». Опунция (плодоносящая особь) растет на высоте около 10 м н.у.м, на склоне восточной экспозиции крутизной около 20° , на стенке срыва

небольшого оползня, в зоне низкорослого дубово-фисташкового редколесья (класс *Quercetea pubescenti-petraeae*) среди зарослей *Ruscus aculeatus* и *Cotinus coggygia* Scop. Так как в близлежащей местности источников возможного заноса не обнаружено, то, предположительно, особь *O. lindheimeri* имеет орнитогенное происхождение, т.е. семена занесены птицами, видимо, с мыса Плака, расположенного в трёх километрах восточнее.

Небольшая популяция *O. lindheimeri*, по нашему мнению, имеющая возраст два – три года, выявлена Т.В. Белич (устное сообщение) на водораздельном хребте, примыкающем с севера к горе Аю-Даг в районе коттеджного поселка "Новая деревня". Локалитет расположен на высоте около 225 м н.у.м, занимая наивысшую точку из всех известных для этого вида на ЮБК. Опунция произрастает в двух метрах от асфальтированной дороги на пологом склоне северо-западной экспозиции на выходах глинистых сланцев в травянистом сообществе с участием *Bothriochloa ischaemum*, *Hordeum bulbosum* L., *Poa bulbosa* L., *Clinopodium nepeta*, *Prospero autumnale*, *Taraxacum hybernum*, *Plantago lanceolata* L., а также ряда мелких однолетников (антропогенно нарушенный вариант растительности класса *Koelerio-Corynephoretea*). Популяция занимает площадь около 1 м² и включает три вегетирующие, неплодоносящие особи высотой около 20 см, имеющие от двух до девяти сегментов, и отдельный укоренившийся сегмент. Все экземпляры вегетативного происхождения. Растения выглядят угнетенными, что объясняется, вероятно, не очень благоприятным для произрастания опунции гидротермическим режимом (повышенной влажностью и относительно низкими температурами в зимний период), а также антропогенным воздействием. Происхождение популяции, скорее всего, связано с находящейся поблизости небольшой свалкой растительного мусора. На территории соседних домовладений нами обнаружены культивируемые экземпляры этого вида опунции.

Самый восточный пункт, где в октябре 2014 г. описаны культивируемые и натурализующиеся растения *O. lindheimeri*, находится восточнее пос. Солнечногорское (рис. 8). Площадь, на которой в этом локалитете встречается опунция, составляет около 1,5 га, выявлено более 50 экземпляров и на них приходится менее 3% описанной площади, при этом преобладают намеренно занесенные растения. Культурные посадки опунции обнаружены на террасах, разбитых у частного домовладения (рис. 8.В,Г), находящегося ниже шоссе Алушта-Судак и выше территории геологического памятника природы "Участок побережья между пос. Солнечногорское и Малореченское". Большинство растений относится к генеративным особям, но отмечены и имматурные особи вегетативного происхождения. Кроме опунции на террасах растут другие виды (*Juniperus excelsa*, *Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don, *Pinus brutia*). Растения опунции высажены также в пределах полуприродных сообществ, покрывающих приморские склоны. Естественный растительный покров участка, вероятнее всего, представляет собой комплекс фрагментов и дериватов бородачевых, узловатопырейных и полынных петрофитностепных сообществ класса *Festuco-Brometea*, фисташковых редколесий и эфемеретума классов *Koelerio-Corynephoretea* и *Thero-Brachypodietea*. Проективное покрытие степных сообществ составляет 30 – 50%. Во флористическом составе главную роль играют *Bothriochloa ischaemum*, *Elytrigia caespitosa* subsp. *nodosa*, *Artemisia lerchiana* Stechm., *Alyssum umbellatum*, *Convolvulus cantabrica*, *Eryngium campestre*, *Taraxacum hybernum*, *Poterium polygamum* Waldst et Kit. и др., в древесно-кустарниковом ярусе иногда выделяются *Pistacia mutica*, *Jasminum fruticans*. Выявлены также некоторые синантропные растения (*Echium italicum* L. subsp. *biebersteinii*, *Tribulus terrestris*, *Malva erecta* J. Presl. et C. Presl.). Растения опунции представлены в основном виргинильными особями, имеющими от двух до восьми сегментов.



Рис. 8 Ценопопуляция *Opuntia lindheimeri* между пос. Солнечногорское и Малореценское:
А, Б – единичные растения опунции на приморском клифе; В, Г – общий вид склона с культурными посадками и растение опунции у придомовой территории

Культивируемые молодые экземпляры, а также спонтанно произрастающие единичные особи вегетативного происхождения выявлены на бровке и среди каменистых обнажений мыса, сложенного крепкими кварцитовидными песчаниками (рис. 8.А,Б), рассеченного глубокими трещинами и испещренного ямками и цилиндрическими пустотами. В нижней части мыса отмечается хаотичный навал глыб, в прибрежной зоне над поверхностью моря возвышаются отдельные скалы. В сообществах на берегу и крутых склонах юго-восточной экспозиции и крутизной от 20 – 30 до 60 – 70° при общем проективном покрытии травяного покрова 10 – 40% с высоким постоянством встречаются *Ephedra distachya* L., *Artemisia lerchiana*, *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Galatella linosyris* (L.) Rchb.f., *Teucrium polium* L. *Elytrigia caespitosa* subsp. *nodosa*, *Capparis herbacea* Willd.

В целом, на спонтанно произрастающие растения опунции приходится не более 10% учтенных особей, они растут в средней и нижней частях крутых приморских склонов на высоте 10 – 15 м н.у.м., среди навалов глыб и камней. Вполне вероятно, что в будущем опунция распространится по территории мыса и по прилегающим к нему окрестностям.

Недавно факт дичания *O. lindheimeri* отмечен и в западной части Южного берега Крыма в пос. Форос и Симеиз. В Форосском парке выявлено пять локалитетов, в которых описано 19 особей опунций. Из них восемь экземпляров вегетативного происхождения имели от 10 до 20 сегментов, шесть – от одного до семи, пять экземпляров семенного происхождения (из них три ювенильных растения) – от двух до четырёх сегментов. Все растения на момент обследования (23 – 24.11.2014 г.) не имели плодов. Опунции в основном распространены на приморских известняковых склонах южной и юго-восточной экспозиции на высоте 10 – 15 м н.у.м., крутизна 10 – 35°.

Растительный покров в большинстве локалитетов значительно нарушен, общее проективное покрытие составляет 20 – 40%, на *O. lindheimeri* приходится не более 5%. Единично отмечаются крупные экземпляры *Pistacia mutica*, доминируют *Rhus coriaria*, *Jasminum fruticans*, *Hordeum bulbosum*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum hybernum*. Встречаются виды растений, характерные для синантропных местообитаний – *Carduus pycnocephalus* subsp. *albidus*, *Rhagadiolus edulis* Gaertn., *Chondrilla juncea* L., *Lepidium draba* L., *Galium aparine*. Из адвентивных растений выявлены *Ailanthus altissima*, *Sonchus oleraceus* L., *Jacobaea maritima* aggr., *Cheiranthus cheiri*. Несколько ювенильных и имматурных особей *O. lindheimeri* произрастают на искусственной каменной горке (рис. 9.Б), высота которой более 3,5 м и общая площадь более 25 м². Доминантом в сообществе является *Opuntia humifusa*, вместе с ней с высоким постоянством отмечены виды природной флоры – *Sedum pallidum*, *Anizantha sterilis* (L.) Nevski, *Geranium robertianum*, *Galium aparine*, *Lathyrus* sp., а также адвентивные растения – *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Ailanthus altissima*, *Cheiranthus cheiri*. Отдельные ювенильные и виргинильные (вегетативного происхождения) особи отмечены на куртинах в парке (рис. 9.В).



Рис. 9 *Opuntia lindheimeri* в Форосском парке:

А – прегенеративная особь вегетативного происхождения на приморском склоне; Б, В – ювенильные особи на каменной горке и на куртине в парке

В Симеизе в районе ул. Красномаячной на высоте 75 м н.у.м. на крутом щебнистом осыпном известняковом склоне южной экспозиции обнаружен плодоносящий экземпляр *O. lindheimeri* вегетативного происхождения. Склон покрыт естественным растительным сообществом – редколесьем из *Quercus pubescens* и *Juniperus excelsa* с участием *Prunus dulcis* и *Rhus coriaria*. В травянистом ярусе доминирует *Euphorbia rigida* M. Bieb. Растительность представляет собой экотонное дериватное сообщество классов *Quercetea pubescentis-petraea* и *Thero-Brachypodietea*. Основным видом антропогенного воздействия на этот участок является выброс строительного и бытового мусора. Очевидно, вместе с мусором несколько лет назад попали туда и сегменты опунции. По пока неподтвержденным устным сообщениям, единичные экземпляры опунции произрастают в пределах памятника природы "Гора Кошка". Наличие подходящих биотопов и культурных посадок опунций создает благоприятные условия для дальнейшей инвазии этого вида в Симеизе и его окрестностях.

Во всех выявленных локалитетах морфологические особенности растений соответствуют приведенному выше описанию *O. lindheimeri*. Факты дичания *O. engelmannii* s. str., которая культивируется в Никитском ботаническом саду и в некоторых парках ЮБК, пока не зарегистрированы.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что одичавшие в Южном Крыму растения крупной опунции относятся к *O. lindheimeri* (*O. engelmannii* subsp. *lindheimeri*), а не к близкому к ней таксону *O. engelmannii* (*O. engelmannii* subsp. *engelmannii*), как считалось ранее.

В 2013 – 2014 гг. изучены ранее известные и выявлены новые локалитеты натурализовавшихся популяций *O. lindheimeri* в Южном Крыму. На сегодняшний день выявлены и обследованы следующие пункты спонтанного произрастания этого вида в регионе: Форос, Симеиз, Гаспра, мыс Мартыян, Гурзуф, Артек, подножье горы Аю-Даг, мыс Плака, окр. Лазурного, Солнечногорского. Девять локалитетов описаны впервые.

Популяции *O. lindheimeri* отмечены в нижней зоне ЮБК в высотном диапазоне от 5 до 225 м н.у.м. в зоне с субтропическим климатом средиземноморского типа на скелетных разновидностях коричневых почв на пологих, крутых и обрывистых склонах различных экспозиций на разных типах горных пород (известняках массандровской свиты, глинистых сланцах таврической серии, интрузивных магматических породах), на скалах, оползневых и осыпных щебнистых и глинистых склонах среди высокоможжевеловых, фисташковых, пушистодубовых редколесий, в кустарниковых зарослях и травянистых сообществах, сложенных петрофитными полукустарничками, многолетниками и мелкими эфемерами как в антропогенно нарушенных, так и в слабо нарушенных природных биотопах.

Практически во всех локалитетах, кроме популяции у северного подножья горы Аю-Даг, растения характеризуются высокими показателями жизнестойкости, обильно цветут и плодоносят, нередко размножаются семенным путем. Выявлены факты существенного увеличения численности некоторых популяций и занимаемой ими площади за последние 20 – 30 лет, появления новых мест натурализации и активного внедрения этого вида как в антропогенно нарушенные, так и в естественные сообщества. Всё это свидетельствует о высокой инвазионной активности *O. lindheimeri* в Южном Крыму, наличии тенденции к её дальнейшему распространению, а следовательно, о необходимости мониторинга поведения этого вида в регионе.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Т.В. Белич, Л.В. Бондаревой, Ю.С. Волокитину, С.В. Шевченко за предоставленную ими информацию, С.Ю. Костину, К.Л. Герасимову за помощь в проведении полевых исследований.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-44-01528.

Список литературы

1. Анисимова А.И. Опунции на Южном берегу Крыма // Сов. ботаника. – 1939. – Т. 5. – С. 55 – 66.
2. Анисимова А.И. Сем. Сactaceae – Кактусовые // Деревья и кустарники / Под ред. д.б.н., проф. Е.В. Вульфа, д.б.н. В.П. Малеева и д.б.н., проф. С.С. Станкова – М.: ОГИЗ – Сельхозгиз, 1948. – С. 173 – 186.
3. Багрикова Н.А. Структурный анализ адвентивной фракции флоры Крымского полуострова (Украина) // Укр. ботан. журн. – 2013. – Т. 70, № 4. – С. 489 – 507.
4. Багрикова Н.А., Резников О.Н. Адвентивные растения в природном заповеднике «Мыс Мартыян»: история и перспективы их дальнейшего изучения // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». – 2014. – Вып. 5. – С. 48 – 87.

5. Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э. Инвазийный вид *Opuntia humifusa* (Raf.) Raf. в растительных сообществах Южного Крыма // Растительность Восточной Европы и Северной Азии: материалы международной научной конференции (Брянск, 29 сентября – 3 октября 2014 г.). – Брянск: ГУП "Брянское полиграфическое объединение", 2014. – С. 14.
6. Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э. О натурализации представителей рода *Opuntia* Mill. на территории Крымского полуострова // VI ботанічні читання пам'яті Й.К. Пачоського: тези міжнародної наукової конференції (Херсон, 19 – 22 травня 2014 р.). – Херсон, 2014б. – С. 19 – 21.
7. Белоусова О.В. Интродукция видов рода *Opuntia* Mill. в Никитском ботаническом саду (Крым, Украина). // Суккуленты. – 1998. – № 1. – С. 8 – 10.
8. Белоусова О.В., Багрикова Н.А. Натурализация *Opuntia* (Tournef.) Mill. в Центральном Южнобережье Крыма // Интродукція рослин. – 1999. – № 3 – 4. – С. 33 – 37.
9. Бялт В.В. Сем. 51а. Сactaceae Juss. – Кактусовые // Флора Восточной Европы. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – Т. 11. – С. 117 – 123.
10. Бялт В.В. Сем. 65. Сactaceae Juss. / Конспект флоры Восточной Европы. – СПб.–М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – Т. 1. – С. 197 – 200.
11. Бялт В.В., Васильева И.М., Орлова Л.В. Материалы к суккулентной флоре России и сопредельных государств. I. Исследование суккулентов в Крыму // Научное обозрение. – 2009. – № 1. – С. 3 – 12.
12. Бялт В.В., Орлова Л.В. Предварительные данные о суккулентной флоре Крыма // Биологическое разнообразие и интродукция суккулентов: материалы 1 международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 8 – 10 октября 2004 г.). – СПб., 2004. – С. 127 – 129.
13. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1977. – Т. 71. – С. 92 – 120.
14. Васильева И., Серов Д. Интродукция видов рода *Opuntia* (Tournef.) Mill. на северо-запад России и ограничивающие ее факторы // Вісник Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. – 2009. – Вип. 19 – 21. – С. 53 – 54.
15. Воинов Г.В. Парковая растительность Крыма // Записки Гос. Никит. Опытн. ботан. сада. – 1930. – Т. 13, вып. 1. – С. 1 – 70.
16. Воинов Г. Опунции в Крыму // Цветоводство. – 1968. – № 8. – С. 12 – 13.
17. Волошин М.П. Натурализация (дичание) экзотов на Южном берегу Крыма // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – 1971. – Т. 44. – С. 87 – 99.
18. Все растения Крыма. – <http://flora.crimea.ru/opuncia/opuncia.html>. – Проверено 14.12.2014.
19. Дидух Я.П. Растительный покров горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана) / отв. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко; АН Украины, Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного. – Киев: Наук. думка, 1992. – 256 с.
20. Дідух Я.П. Сactaceae Juss. // Екофлора України. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – Т. 3. – С. 464 – 466.
21. Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 1. – С. 6–17.
22. Донченко А.И. Усадьба Г.М. Романова, парк Харакс // Стихи.ру. – <http://www.stihi.ru/2012/09/14/6678>. – Проверено 14.12.2014.
23. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
24. Замятнин Б.Н. Сем. 73. Кактусовые – Сactaceae Lindl. // Деревья и

кустарники СССР / Ред. С.Я. Соколов. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – Т. 4. – С. 857–879.

25. Каменских Л.Н., Миронова Л.П. Конспект флоры высших сосудистых растений Карадагского природного заповедника НАН Украины (Крым) // Карадаг. История, геология, ботаника, зоология. Сборник научных трудов, посвященных 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника. Кн. 1-я. – Симферополь: Сонат, 2004. – С. 161 – 223.

26. Каменских Л.Н., Потапенко И.Л. О новых видах адвентивной флоры Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 3 – 14.

27. Кожевникова С.К., Рубцов Н.И. Опыт биоэкологического и географического анализа адвентивной флоры Крыма // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – 1971. – Т. 54. – С. 5 – 93.

28. Королев О.Д. Новое местонахождение одичалой опунции на Южном берегу Крыма // Изв. Крымск. отд. Географ. об-ва. – 1961. – Вып. 7. – С. 225 – 227.

29. Крайнюк Е.С. Аннотированный список высших сосудистых растений природного заповедника «Мыс Мартыан» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». – 2012. – Вып. 3. – С. 83 – 105.

30. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. Н.В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.

31. Миронова Л.П., Каменских Л.Н. Сосудистые растения Карадагского заповедника. Аннотированный список видов // Флора и фауна заповедников. – М., 1995. – Вып. 58. – 104 с.

32. Определитель высших растений Крыма / Под ред. Н.И. Рубцова. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1972. – 550 с.

33. Плантариум: определитель растений on-line. – <http://www.plantarium.ru>. – Проверено 14.12.2014.

34. Подгородецкий П.Д. Крым: Природа: Справ. изд-ние. – Симферополь: Таврия, 1988. – 192 с.

35. Сергеев Л.И., Строгонов В.П. Одичание опунции стелющейся (*Opuntia humifusa* Raf.) в условиях Южного берега Крыма // Изв. Крымск. отд. Географ. об-ва СССР. – 1954. – Вып. 3. – С. 57 – 58.

36. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.

37. Шиндер О.І. Знахідка *Opuntia humifusa* Raf. на західному узбережжі Криму // Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнародної конференції молодих учених (Ялта, 21 – 25 вересня 2010 р.). – Симферополь, 2010. – С. 147 – 148.

38. Эмирсалиев А.О., Скопинцева Н.К. Изучение популяций дикорастущей опунции в Крыму // Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнародної конференції молодих учених (Кам'янець-Подільський, 13 – 16 серпня 2008 р.). – К., 2008. – С. 203 – 204.

39. Anderson E.F. The cactus family. – Portland, Oregon: Timber Press, 2001. – 776 p.

40. Backeberg C. Das Kakteenlexikon. Enumeratio diagnostica Cactacearum. – Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1977. – 514 p.

41. Britton N.L., Rose J.N. *Opuntia* // The Cactaceae. – Vol. 1. – Washington: The Carnegie Institution of Washington, 1919. – P. 42 – 215.

42. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. – <http://www.europe-alien.org/default.do>. – Searched on 14.12.14.

43. Majure L.C. The evolution and systematics of the *Opuntia humifusa* complex. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. – University of Florida, 2012. – 255 p. – http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/UF/E0/04/44/02/00001/MAJURE_L.pdf. – Searched on 14 December 2014.

44. Novoa A., Le Roux J.J., Robertson M.P., Wilson J.R.U., Richardson D.M. Introduced and invasive cactus species—a global review // AoB PLANTS Advance Access published December 3, 2014. – <http://aobpla.oxfordjournals.org/>. – Searched on 09 December 2014.

45. *Opuntia* Web. – <http://opuntiads.com/>. – Searched on 14 December 2014.

46. The Cacti Greenhouse of State Nikita Botanical Gardens (Yalta, Crimea, Ukraine). – <http://www.lapshin.org/nikita/index.htm>. – Searched on 14 December 2014.

47. The International Plant Names Index (IPNI). – <http://www.ipni.org/index.html>. Last updated 1 September 2014. – Searched on 14 December 2014.

48. Weber H.E., Moravec J., Théurillat J.P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. // J. Veg. Sci. – 2000. – Vol. 11, № 5. – P. 739 – 768.

Bagrikova N.A., Ryff L.E. Invasive species of *Opuntia lindheimeri* Engelm. in South Crimea // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 47 – 66.

The article concerns with assessment of the current state of *Opuntia lindheimeri* Engelm. cenopopulations, one of the most dangerous invasive plants of the region, the distribution of this species across South Crimea is given as well. Systematic position of the taxon previously identified as *O. engelmannii* was clarified. Morphological description of the form running wild in the Crimea was provided. Ten localities of spontaneous growth of the prickly pear species were identified and characterized. Also its further spread trends are discussed.

Key words: *invasive species, morphological description, Opuntia lindheimeri, Opuntia engelmannii, the Crimea, Nature Reserve “Cape Martyan”*.

УДК 574.2:581.4.(477.75)

ТИПЫ ПОБЕГООБРАЗОВАНИЯ У РАСТЕНИЙ В СОСТАВЕ ГЛЯРЕОФИТОНА ВЕРХНЕГО ПОЯСА ГОРНОГО КРЫМА

А.Р. НИКИФОРОВ, В.В. КОРЖЕНЕВСКИЙ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Гляреофитон – растительность осыпей – составляют различные по биоэкологической природе и ценотической принадлежности виды. Преобладают здесь факультативные петрофиты, которые попадают на осыпи из растительных сообществ поясных типов, а также из скальных группировок – факультативные гляреофиты. Особую группу видов в составе гляреофитона составляют облигатные гляреофиты – растения подвижных щебнистых чехлов. По комплексу биоморфологических признаков облигатные гляреофиты отличаются от петрофитов и видов другого экологического происхождения. Эти различия обусловлены как комплексом генетически закрепленных признаков, так экологической средой, в которой происходит развитие растений различных экологических групп. Если для облигатных гляреофитов подвижные чехлы обломков являются единственно возможной средой обитания, то для развития петрофитов эти условия экстремальны.

Ключевые слова: Горный Крым, осыпь, гляреофиты, жизненная форма

Введение

Образование **осыпи**, как коренной формы горных ландшафтов, происходит в результате выветривания скалистой поверхности, денудации горной породы, последующего перемещения и аккумуляции обломков (коллювия) на прилегающем к скале склоне. Хотя на таких склонах имеются более или менее пологие участки, где слой коллювия выражен слабо, а на поверхность выходит каменистая почва или же горная порода, собственно под осыпью обычно подразумевают слой сыпучего коллювия. Подвижность обломков здесь обусловлена превышением уклона коллювия над углом естественного откоса склона. Скорость же накопления слоя обломков зависит от интенсивности выветривания горной породы [10].

Особый рельеф, необычный экологический режим и оригинальную растительность коллювиальных чехлов в ботанике обобщенно обозначают через понятие «феномен осыпей». Растительность осыпей, как правило, состоит из изолированных в пространстве разреженных группировок и одиночных растений. Мозаичность и специфика состава растительности осыпей, всюду представленных видами немногих и схожих жизненных форм, привела к представлениям об экстремальности этих условий для формирования растительности. К экстремальным для развития растений экологическим факторам осыпей относят безжизненность и сыпучесть дробной горной породы, слабое плодородие погребенного мелкозема, аномальную амплитуду температурных показателей в суточном и годовом сезонных циклах, своеобразный световой, тепловой, ветровой и водный режим и т. д. [6, 12, 13, 15, 17].

Тем не менее, очевидно, что на осыпях произрастают только те растения, которые адаптированы именно к этой конкретной экологической среде [14]. Эти растения определяют как гляреофиты, а растительность осыпей в целом обозначают через термины «гляреофитон» [14] или «подвижный петрофитон» [4]. По критерию экологической приуроченности к условиям местообитаний гляреофиты подразделяют на факультативные виды, распространенные также вне осыпей и облигатные – для растений которых подвижные чехлы обломков являются единственной средой развития [14]. Факультативные гляреофиты представляют собой константные и спорадические элементы в составе растительности осыпей. Это виды различной ценотической

принадлежности и разного биоэкологического генезиса: на неоднородные по экологическим условиям участки осыпей водой, ветром, животными и оползающей почвой заносится большое число диаспор растений из растительных сообществ поясных типов, а также из группировок петрофитов в пределах ближайших скал и щебнистых склонов. В результате экологического отбора на осыпях закрепляются растения с особыми приспособлениями. Адаптации факультативных гляреофитов к условиям осыпей видят в способности возобновления после засыпания надземных органов растений щебнем, развитии мощных корневых систем или корневищ, засухоустойчивости [2, 6, 12, 14, 4, 15]. Приспособительные признаки облигатных гляреофитов никогда не изучались.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – растения коллювиальных чехлов осыпей у подножия скалы Шаган-Кая (1436 м н. ур. м) – юго-восточный склон Гурзуфской яйлы и под скалой Эклизи-Бурун на юго-восточном склоне Чатыр-Дага (1527 м над ур. м.). В жизненном цикле растений-гляреофитов *Rumex scutatus* L. (*Polygonaceae*), *Sobolewsia sibirica* (Willd.) P.W. Ball (*Brassicaceae*), *Lamium glaberrimum* (K. Koch) Taliev (*Lamiaceae*) и *Viola oreades* Bieb. (*Violaceae*) наблюдали формирование корневой системы, гипокотилия, системы побегов, а также способ размножения и диссеминации. По почкам возобновления выявляли соответствующую функциональную зону одноосных побегов и растений в целом, анализировали особенности ее расположения относительно поверхности щебня. Особенности размещения зоны возобновления особей трактовали как приспособительный признак растений конкретных видов к подвижному коллювию и к погребенному плодородному субстрату. Исходя из полученных данных, определяли ключевые приспособления гляреофитов, а также различия в признаках факультативных и облигатных гляреофитов.

Результаты и обсуждение

Поверхностный слой коллювия представляет собой бесплодный каменисто-щебнистый покров, под которым на глубине от 5 до 15 см погребен более или менее плодородный субстрат – мелкозем (рисунок). Мелкозем с мощностью профиля около 15 – 20 см отличает высокая степень скелетности (щебень составляет не менее 90% состава), диффузность элементов плодородия и питания растений, водопроницаемость, оптимальная аэрация и теплопроводность. Для погребенного слоя мелкозема характерен особый гидротермический режим. Если на поверхности экстремальную контрастность температурных условий и ветровой режим определяет резкий перепад высоты от вершины скалы к подножию, то внутри чехла этот фактор уже не столь выражен. В теплое время года в дневное время суток поверхность коллювия оптимально нагревается, а ночью резко остывает. Это приводит к конденсации влаги из воздуха. Просочившаяся сквозь обломки влага отсюда почти не испаряется. Поэтому летом внутри чехла формируется особая влажная и прохладная среда.

В весьма схожих конструкциях этапов заселения подвижных осыпей различными по биоморфологии группами растений исходят из представления о «первичной безжизненности» коллювиальных чехлов [1, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 17], а в качестве пионерного элемента гляреофитона рассматривают виды с подземным корневищем [3, 4, 6, 12, 16] – гипогеогенным ризомом [11]. В Горном Крыму такой тип корневища имеет травянистый многолетник-микротерм *V. oreades*. У растений *V. oreades* в ранней фазе онтогенеза стержневой корень втягивает гипокотиль и почки семядольного узла в грунт, где формируются корневищные оси с чешуевидными листьями, почками возобновления и придаточными корнями [3] (рисунок А).

Укорененные в почве или мелкозем осей выводят на поверхность вегетативные почки, из которых развиваются надземные побеги с зелеными листьями и генеративными органами. Подземное корневище имеет функции возобновления и вегетативного расселения. Слабое семенное возобновление вида из-за повреждений плодов-коробочек насекомыми, растения компенсируют чрезвычайной вегетативной подвижностью. При постоянном ветвлении осей особь быстро осваивает оптимальную для ее развития площадь.

Указанный тип корневища адаптирует *V. oreades* к условиям каменистых почв и разреженного растительного покрова, а также засыпанию надземных органов любым рыхлым субстратом. Растения с подземными корневищами, как правило, приурочены к лесным экосистемам [11]. Растения *V. oreades* в верхнем поясе Горного Крыма также в основном развиваются на влажных и прохладных северо-восточных склонах под пологом *Pinus sylvestris* L. В Горном Крыму *V. oreades* вообще не входит в группу гляреофитов.

Другим характерным биоморфологическим типом для растений гляреофитона считается многолетник с глубокой стержнекорневой системой. В Горном Крыму эту группу представляет *R. scutatus* – летне-зимнезеленое растение, которое размножается посредством семян. Созревшие летом плоды осыпаются вблизи материнского растения и попадают сквозь щебень в слой мелкозема. Семена прорастают весной. У проростков формируется удлинённый до 10 см и более гипокотиль, который выносит главный побег на уровень слоя щебня. Здесь образуется первичная система побегов, а главный корень конической формы вертикально вкручивается в мелкозем. Побеги у растений чрезвычайно удлинённые (до 40 см) стелящиеся и приподымающиеся верхушками. К зиме удлинённые части генеративных и вегетативных побегов отмирают, а базальные укороченные части с многочисленными пазушными почками сохраняются на уровне поверхности щебня. Со временем плагиотропные части побегов формируют каудекс. У зрелых растений стержнекорневая система состоит из мощного главного корня и массы боковых корешков, утолщённый гипокотиль пронизывает слой щебня, каудекс с почками возобновления расположен у его поверхности, а зимующие части побегов с пазушными почками – на уровне щебня (рисунок Б). На протяжении жизни растения приземная зона возобновления сохраняет стабильное расположение относительно поверхности коллювия.

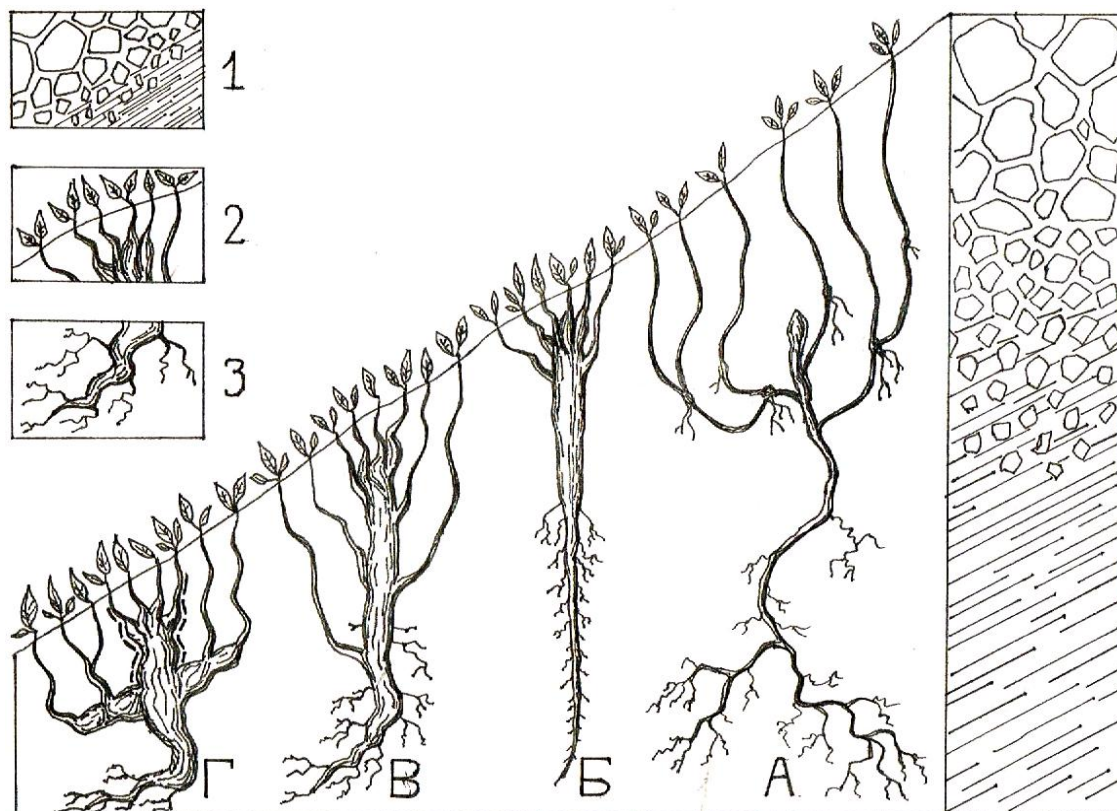
Приспособительные признаки многолетних растений такого типа адаптируют их к поселению не только на погребенном под щебнем мелкоземе, но и в любых более или менее плодородных и увлажненных летом аэрируемых рыхлых твердых субстратах с глубоким профилем. Плод *R. scutatus* снабжен небольшими крыловидными придатками. Эти аэродинамические приспособления при высыхании плодов на щебне или на побегах способствуют их переносу ветром на различные расстояния как внутри осыпей, так и на каменисто-щебнистые и скалистые экотопы, где, впрочем, этот вид встречается очень редко. Судя по комплексу биоэкологических признаков, *R. scutatus* генетически не связан ни с осыпями (хотя он здесь обычен и сравнительно обилен), ни с каменистыми местообитаниями в целом. Этот вид, скорее, относится к факультативным петрофитам и, соответственно, факультативным гляреофитам.

Особый интерес представляют виды, растения которых никогда не встречаются вне осыпей, признаки которых раскрывают особую биоэкологическую природу облигатных гляреофитов.

У травянистого двулетника-монокарпика *S. sibirica* во второй год жизненного цикла плоды – односемянные стручки – осыпаются вблизи материнских растений и попадают сквозь щебень в мелкозем. Семена прорастают весной. У проростков гипокотиль удлиняется до 10 см и выше, вынося главный побег к поверхности щебня.

Главный корень под углом вкручивается в мелкозем на глубину до 7 см. Несколько мощных боковых корней разрастаются в горизонтальной плоскости. Первичная система побегов состоит из приземных и надземных розеточных вегетативных побегов: главного побега и боковых побегов из пазушных почек. Побеги также развиваются из придаточных почек гипокотилия и корневой системы [8]. Зона возобновления в жизненном цикле этого облигатного гляреофита включает приземно-надземную и подземную части (рисунок В).

На подвижных чехлах коллювия локализован также травянистый малолетник *L. glaberrimum*. Орешковидные эремы *L. glaberrimum* осыпаются летом, а семена прорастают весной следующего года. У проростка гипокотиль удлиняется до 10 см и более, пока не пронизывает слой щебня и не выносит главный побег к его поверхности. Главный корень углубляется в мелкозем примерно на 5 см. Первичная система надземных органов состоит из главного и двух боковых одноосных побегов, берущих начало из почек семядольного узла [9]. В первый год жизненного цикла зона возобновления растения расположена на уровне поверхности щебня и ограничена узлами нижних укороченных междоузлий первых побегов. В конце первого сезона жизненного цикла после отмирания удлиненных до 30 см частей побегов: зон обогащения, торможения и надземного верхушечного соцветия, укорененный в мелкоземе главный корень втягивает сохранившиеся части побегов с почками возобновления в глубину слоя щебня. Весной из почек возобновления развивается вторая генерация одноосных побегов. Их удлиненная зона торможения пронизывает погребенный прохладный летом слой щебня, а зона обогащения размещается у оптимально прогреваемой днем поверхности. Длина паракладий увеличивается в базипетальном порядке, поэтому все они также преодолевают слой щебня и выводят боковые соцветия выше его поверхности. В жизненном цикле растений *L. glaberrimum* зона возобновления изменяет расположение относительно поверхности щебня: ее функционирование включает начальную приповерхностную и вторичную более глубокую фазы (рисунок Г).



Из приведенных примеров видов выясняется, что от других экологических групп петрофитов факультативные гляреофиты отличает, главным образом, мезофильность и наличие быстро удлиняющихся органов: гипокотилия, монокарпических побегов, подземных корневищных осей. Оригинальными же признаками облигатных гляреофитов являются краткость жизненного цикла, короткая стержнекорневая система, пластичность в расположении зоны возобновления относительно поверхности щебня за счет придаточных почек возобновления или втягивания зоны возобновления в субстрат. Указанный комплекс признаков адаптирует исследованные растения к условиям перекрытого подвижным щебнем слоя мелкозема. Эти признаки позволяют облигатным гляреофитам устойчиво развиваться независимо от скорости аккумуляции обломков и их периодического осыпания. Экологическая приуроченность облигатных гляреофитов к осыпным чехлам проявляется также в единственном способе размножения – диссеминации и в единственном способе диссеминации – барохории: осыпании плодов и семян в непосредственной близости к материнской особи.

Считается, что факультативные гляреофиты, постепенно заселяя подвижную осыпь, способны кардинально изменить динамические и иные параметры этого ландшафта: преобразовать его в стабильный щебнистый склон с почвой и луговой растительностью [1, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 17]. При этом очевидно, что малочисленность и разреженность растений на осыпях, вплоть до единичных особей, полностью исключает вероятность каких-либо направленных биотических воздействий на этот ландшафт. Влияние растительности здесь несопоставимо с мощными геоморфологическими процессами. Существование облигатных гляреофитов, как особой по генезису и биоэкологической природе группы растений, в этих схемах также никак не учитывается.

Отметим также, что на осыпи Чатыр-Дага *S. sibirica* весьма обилен, а на осыпи у подножия Шаган-Кая – отсутствует; популяции же *L. glaberrimum* выявлены на всех крупных осыпях верхнего пояса Горного Крыма. Данное обстоятельство указывает на то, что изоляция популяций этих облигатных гляреофитов на осыпях, вероятнее всего, произошла синхронно с орогенезом Крымских гор и формированием здесь осыпных ландшафтов. Гипотетическое преобразование подвижных чехлов коллювия – единственно возможной экологической среды для развития облигатных гляреофитов – в стабильные склоны с развитым растительным покровом привело бы к полному исчезновению группы узкоспециализированных облигатных гляреофитов.

Выводы

Таким образом, облигатные гляреофиты генетически, экологически и биоморфологически отличаются от других групп петрофитов в составе гляреофитона. Биологический комплекс признаков облигатных гляреофитов полностью соответствует внешним условиям их развития. Подвижные коллювиальные чехлы извечны как экологическая ниша для развития популяций облигатных гляреофитов.

Список литературы

1. Альпер В.Н. Краткий очерк флоры и растительности известнякового массива Фишта и Оштена // Тр. Кавк. гос. заповедника. – Майкоп, 1960. – Вып. 6. – С. 3–56.
2. Баранов П.А. К познанию растительности горных каменистых осыпей // Бюл. Средне-Азиат. ун-та. – 1925. – Вып. 9. – С. 1–17.
3. Голубев В.Н. К биоэкологии фиалки скальной в Крыму // Бюл. Никит. бот. сада. – 1989. – Вып. 68. – С. 5–9.

4. Голубев В.Н. Подвижный петрофитон в высокогорьях Крыма // Бюл. Никит. бот. сада. – 1992. – Вып. 74. – С. 5–9.

5. Гречушкина Н.А. Петрофитная растительность и ее классификация // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2011. – Т. 20, № 1. – С. 14–31.

6. Джуроев А.Д. Растительность первичных осыпей высокогорий Гиссарского хребта и ее роль в их закреплении // Проблемы ботаники. – Т. 12: Растительный мир высокогорий и его освоение. – 1974. – С. 142–144.

7. Магакьян А.К. Этапы развития высокогорных лугов Закавказья. – Ереван, 1947. – 199 с.

8. Никифоров А.Р. Особенности развития и морфоструктура растений реликтового эндемика Горного Крыма *Sobolewsia sibirica* (Willd.) P.W. Ball. (*Brassicaceae*) // Укр. ботан. журн. – 2010. – Т. 67, № 2. – С. 231–236.

9. Никифоров А.Р. Синфлоресценция и побегообразование *Lamium glaberrimum* (*Lamiaceae*) – реликтового эндемика флоры Горного Крыма // Бот журн. – 2012. – Т. 97, № 8. – С. 95–99.

10. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: «Высшая школа» – 1988. – 319 с.

11. Серебряков И.Г., Серебрякова Т.И. О двух типах формирующихся корневищ у травянистых многолетников // Бюл. Моск. о-ва Испытателей природы. Отд. биол. – 1965. – Т. 70, № 2. – С. 67 – 81.

12. Стешенко А.П. О сезонном ритме развития и морфологии растений каменистых осыпей высокогорий Памира // Проблемы ботаники. – 12: Растительный мир высокогорий и его освоение. – 1974. – С. 213–219.

13. Шхагапсоев С.Х. Географический анализ скально-осыпной флоры Кабардино-Балкарского высокогорного государственного заповедника // Горные регионы: природа и проблема рационального использования ресурсов. – 1987. – С. 51–56.

14. Шхагапсоев С.Х. Растительность и процессы зарастания осыпей альпийского пояса в Кабардино-Балкарии // Изв. Сев.-Кавк. научного центра высшей школы Естеств. науки. – 1988. – № 2. – С. 5–9.

15. Kosiński M. Roslinność piargów wysokogórskich: ekologia i zróżnicowanie // Wiad. Bot. – 1994. – V. 38, № 3–4. – S. 45–52.

16. Schroeter C. Das Pflanzenleben der Alpen. – Zurich, 1926. – 1288 s.

17. Valachovič M. Historický vývoj názorov na vyššie syntaxóny radu *Thlaspietalia rotundifolii* v Európe a na Slovensku // Preslia. – 1990. – V. 62, № 2. – S. 131–137.

Nikiforov A.R., Korzhenevsky V.V. Plants in glareophyton of Mountain Crimea upper belt and their shoot formation types // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 67 – 72.

The vegetation of specific types, various according to their bioecological nature and coenotic value, is glareophyton. It has been formed on the screes. Mainly glareophyton consists of petrophytes, which get on screes from phytocenosis of zonal types and rock groups, so-called facultative glareophytes. Besides it glareophyton contains plants ecologically belonged to unstable debris covers – obligate glareophytes. Obligate glareophytes, petrophytes and other ecological origin types have quite a number of biomorphological distinctive features. These distinctions take place due to complex of genetic characteristics and environment where development of plant belonged to diverse ecological group happens. If for obligate glareophytes unstable debris covers are the only habitat, for petrophytes these conditions are extreme.

Key words: Mountain Crimea, scree, glareophytes, life form.

УДК 582.284(477.75)

НОВЫЕ ВИДЫ МИКОБИОТЫ ЗАПОВЕДНИКА «МЫС МАРТЬЯН»: МАКРОМИЦЕТЫ

И.С. САРКИНА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

В статье изложены данные о 23 новых для Государственного природного заповедника «Мыс Мартьян» видах макромицетов, полученные в ходе полевых сборов 2011-2014 гг. и обработки гербария, из которых 14 являются редкими и охраняемыми, 10 приводятся впервые для Крымского полуострова. Представлен аннотированный список новых видов. В целом к настоящему времени для территории этой ООПТ (120 га) известен 321 таксон макромицетов видового и внутривидового ранга.

Ключевые слова: микобиота, макромицеты, Государственный природный заповедник «Мыс Мартьян», мониторинг.

Введение

Грибы в биогеоценозе являются компонентами фитоценозов в виде микосинузий. Это органичная и неотъемлемая часть любого фитоценоза, один из компонентов гетеротрофного блока биоты. Мониторинг микобиоты является частью мониторинга, осуществляемого на заповедной территории. Он необходим для сбора полных данных о микобиоте, так как для многих видов макромицетов характерна периодичность появления плодовых тел, а для ряда видов – метеорность. Особое значение приобретает долгосрочный мониторинг, когда речь идет о редких видах, формировании Красных списков и создании региональных Красных книг.

В Государственном природном заповеднике «Мыс Мартьян» (далее ГПЗММ) в рамках долгосрочного мониторинга осуществляется составление списков видов грибов для каждого года, что позволяет своевременно пополнять и корректировать данные за весь период наблюдений. Расположен ГПЗММ в центральной части крымского субсредиземноморья и занимает площадь 240 га: 120 га территории и 120 га акватории. С 1981 года в Летопись природы заповедника традиционно представляются списки, отражающие ход инвентаризации макромицетов. С 1996 года в раздел «Календарь природы» помещаются также погодичные списки макромицетов. Кроме Летописи природы данные о макромицетах ГПЗММ – сведения о видовом составе, экологических группах, динамике и особенностях плодоношения, редких и охраняемых видах – содержатся в целом ряде публикаций и обобщающих работ [4, 7, 8, 10, 13 и др.]. В 2010 г. был опубликован список, обобщивший результаты изучения макромицетов ПЗ «Мыс Мартьян» за период 1980-2010 гг. [9]. В него вошли 298 таксонов видового и внутривидового ранга: Ascomycetes – 9, Basidiomycetes – 289. По материалам 2011-2014 гг. и результатам обработки гербария более ранних сборов были выявлены еще 23 новых для заповедника вида, представленные в настоящей статье.

Объекты и методы исследования

Объектом служили базидиальные и сумчатые макромицеты, собранные на территории ГПЗММ в ходе стационарных и маршрутных обследований. Методика сбора и обработки материала соответствовала общепринятым подходам к изучению макроскопических грибов (макромицетов) как компонентов растительных сообществ [1, 2]. Обилие и общественность видов оценивались по шкале Гааса, экологический статус – в соответствии с работами А.Е. Коваленко [5]. Исследование морфологии плодовых тел и микроструктур осуществлялось на световом микроскопе МБИ-11.

Классификация макромицетов приведена согласно 9-му изданию «Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi» [14]. Латинские названия видов и родов даны в соответствии с номенклатурной базой данных «Index Fungorum» [17].

Результаты и обсуждение

Выявленные в ГПЗММ новые виды по таксономическому составу, жизненным формам, экологическому статусу, сезонности, соэкологической значимости очень неоднородны. Это представители двух классов, 7 порядков, 15 семейств и 18 родов. В их числе 8 микоризообразователей и 15 сапротрофов различной специализации, по 10 видов с образованием базидиом в теплый (апрель–октябрь) и холодный (ноябрь–март) периоды года, 3 – полисезонных. Новыми для Крымского полуострова являются 10 видов, 14 относятся к редким и охраняемым. В напочвенные микосинузии входят 19 видов (12 – в микосинузии можжевельно-дубовых сообществ, 7 – сосново-дубовых), во внеярусные – 4. Кроме приведенных макромицетов выявлен один новый для заповедника вид миксомицетов.

Ниже представлен аннотированный систематизированный список новых видов. При его составлении использованы следующие условные обозначения и сокращения: Экологические группы. *Mr* – симбиотроф, сапротрофы: *Hu* – гумусовый, *St* – на подстилке, *Le* – на древесине, ксилотроф, *M* – на мхах. Растительные сообщества. ДГр – дубовые (*Quercus pubescens* Willd.) с ярусом грабинника (*Carpinus orientalis* Mill.), ДГр(Мж) – дубовые с участием можжевельника (*Juniperus excelsa* M.B.) и ярусом грабинника, МжД – можжевельно-дубовые, МжДГр – можжевельно-дубовые с ярусом грабинника, ДМж – дубово-можжевельные, ДМжГр – дубово-можжевельные с ярусом грабинника, ДГр(Мж,С) – дубовые с ярусом грабинника и участием можжевельника и сосны (*Pinus pallasiana* D. Don), МжД(С) – можжевельно-дубовые с участием сосны, МжСД – можжевельно-сосново-дубовые, ЗмлДМж(С) – земляничниково-дубово-можжевельные с участием сосны (земляничник *Arbutus anrachne* L.). Обилие/Общественность. 4 – во многих местах, 3 – неравномерно, рассеянно, 2 – очень рассеянно, + – только в одном месте (один экземпляр или одна группа, скопление) / 3 – большими группами, 2 – маленькими группами, 1 – одиночными экземплярами. Степень новизны видов. (*) – новый для заповедника (первая находка в заповеднике), * – новый для Крыма (первая находка в Крыму).

ASCOMYCOTA ASCOMYCETES PEZIZALES

Pezizaceae

PEZIZA Fr.

(*)*Peziza badia* Pers. – **Пецица коричневая**. *Hu*, увлажненный экотоп, на камне с *Adiantum capillus-veneris*, +/3, 05.06.2012, 13.07.2012.

(*)*Peziza violacea* Pers. – **Пецица фиолетовая**. *Hu*, там же, +/3, 14.02.2013, 14.03.2013.

Tuberaceae

TUBER P. Micheli

(*)*Tuber aestivum* Vittad. – **Трюфель летний (Трюфель съедобный)**. *Mr*, кв. № 3, МжСД, 1 экз., 05.05.2014. На протяжении длительного периода времени достоверные сведения о распространении *T. aestivum* в Крыму были ограничены данными П.М. Христюка (1961), вошедшими в «Очерк о съедобных и ядовитых грибах Крыма» [12]. В последнем десятилетии трюфель летний был зарегистрирован на Южнобережье (05.06.2006) и в Карадагском заповеднике (16.11.2007) – первом из заповедников Крымского п-ова, где этот вид был найден [11]. Включен в Красные книги Российской

Федерации (далее КК РФ), как вид, сокращающийся в численности, и Украины (далее ККУ), как редкий вид с подземными плодовыми телами, в Европейский красный список грибов (далее ЕКС) [6, 13, 16].

BASIDIOMYCOTA
BASIDIOMYCETES
Agaricomycetidae
AGARICALES

Coprinaceae

COPRINUS (Fr.) Gray

(*)*Coprinus xanthothrix* Romagn. – Навозник золотистый. *Hu*, ДМЖ, кв. № 14, 1 экз., 03.04.2013.

PSATHYRELLA (Fr.) Quél.

****Psathyrella spadiceogrisea* (Fr.) Maire** – Псатирелла каштаново-серая (Псатирелла серо-бурая). *Hu*, увлажненный экотоп, у камня с *Adiantum capillus-veneris*, +/3, 3 экз., 02.06.2011.

(*)*Psathyrella piluliformis* (Bull.) P.D. Orton [syn. *Psathyrella hydrophila* (Bull.) Maire] – Псатирелла шаровидная (Псатирелла гидрофильная, Псатирелла водолюбивая). *Hu*, там же, +/2 (3+3 экз.), 17.06.2011.

Cortinariaceae

CREPIDOTUS (Fr.) P. Kumm.

(*)*Crepidotus cesatii* (Rabenh.) Sacc. [syn. *Crepidotus sphaerosporus* (Pat.) J.E. Lange] – Крепидот круглоспоровый. *Le*, кв. № 10, ДГр(Мж), на древесине дуба, 4/2-3, 13.01.2012.

Entolomataceae

ENTOLOMA (Fr. ex Rabenh.) P. Kumm.

****Entoloma nidosum* (Fr.) Quél. [syn. *E. rhodopolium* (Fr.: Fr.) Kummer f. *nidosum* (Fr.) Noordel.]** – Энтолома чадающая (Энтолома аммиачная). *Mr/St*, южная часть кв. № 10, ДГр(Мж,С), +/2 экз., 04.11.2010. Вид занесен в ККУ как редкий, встречающийся спорадично [13]. В Европе тяготеет к южным и юго-восточным регионам.

Hygrophoraceae

HYGROPHORUS Fr.

****Hygrophorus arbustivus* Fr.** – Гигрофор древолюбивый. *Mr*, кв. № 12, МЖД(С), 2-3/1-2, 06-22.02.2013.

Pluteaceae

PLUTEUS Fr.

****Pluteus hiatus* Romagn.** – Плютей бархатистоножковый. *Le*, кв. № 10, МЖСД, 1 экз., 07.10.2013.

Tricholomataceae

ARRHENIA Fr.

****Arrhenia rickenii* (Hora) Watling [syn. *Leptoglossum rickenii* (Hora) Singer]** – Аргения Рикена. *St*, кв. №№ 10, 13, ДМЖГр и МЖДГр, 2(+)/2, 24.02.1010, 10.12.2012.

MYCENA (Fr.) GRAY

(*)*Mycena purpureofusca* (Peck) Sacc. – Мицена пурпурно-бурая. *St/Le*, кв. № 10, МЖСД, 3/2-3, 22.01.2013.

(*)*Mycena zephirus* (Fr.) P. Kumm. – Мицена зефирная. *St*, кв. № 10, МЖСД, 3/2-3, 07.10.2013.

RICKENELLA Raithelh.

****Rickenella fibula* (Bull.) Raithelh.** – Рикенелла вдавленная. *M*, кв. № 14, МЖД, +/2, у тропы, во мху, 22.01.2013.

BOLETALES

Boletaceae

BOLETUS L.

****Boletus depilatus* Redeuilh** – **Моховик неопушенный**. *Mr*, кв. № 6, ДГр, 1 экз., 05.07.2006. Редкий вид, включен в ЕКС [16], является кандидатом для включения ККУ [3]. Общее распространение: Восточная и Центральная Европа, Средиземноморье, Балканский п-ов.

****Boletus lupinus* Fr.** – **Боровик волчий**. *Mr*, кв. №№ 6, 10, МжСД, 5 экз., 21-25.10.2013. Теплолюбивый ксерофильный вид, чаще встречается в южных, особенно средиземноморских, регионах Европы и отсутствует в северных, растет в Израиле. Включен в ЕКС [16].

****Boletus queletii* Schulzer** – **Дубовик Келе (Болет гладкоствольный)**. *Mr*, кв. №№ 2; 4, МжДГр, 3/1-2, 03-09.07.2014. Термофильный вид. Предпочитает равнинные лиственные леса (дубово-грабовые, дубовые, буковые). Включен в ЕКС [16], является кандидатом для включения ККУ [3].

Suillaceae

SUILLUS Gray

****Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze** – **Маслёнок желто-коричневый**. *Mr*, кв. №№ 10, 11, МжСД и ЗмлДМж(С), 1-2/1-2, 24.12.2010, 28.11.2012. Теплолюбивый вид, распространен в основном в южной Европе, где образует микоризу с несколькими видами двухвойных сосен (*Pinus halepensis* Miller, *P. nigra* J.F. Arnold, *P. pinea* L., *P. sylvestris* L.), известен для Ирана, предпочитает известковые почвы. Включен в ЕКС [16].

PHALLALES

Geastraceae

MYRIOSTOMA Desv.

(*)*Myriostoma coliforme* (Dicks.) Corda – **Мириостома дырчатая**. *Hu*, кв. № 5, ДГр(Мж), три группы по 3-5 экз., 22.10.2013. Ранее *M. coliforme* в Крыму была известна лишь для старых парков. Включена в Дополнение к Бернской Конвенции, ЕКС, ККУ (как редкий), в Приложение к КК РФ [6, 13, 15, 16].

POLYPORALES

Ganodermataceae

GANODERMA P. Karst.

(*)*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. – **Трутовик лакированный**. *Le*, кв. № 4, ДГр(Мж), на дубе пушистом, 2 экз., 20.08.2014. Включен в КК РФ, как редкий, и в ЕКС [6, 16].

RUSSULALES

Russulaceae

RUSSULA Pers.

(*)*Russula torulosa* Bres. – **Сыроежка бугристая**. *Mr*, кв. №№ 6, 10, 11, 12, МжСД и сообщества с участием сосны, 2-3/1-2, 21.10-12.11.2013.

Stereaceae

STEREUM Hill ex Pers.

(*)*Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. – **Стереум жестковолосистый**. *Le*, ДГр и ДГр(Мж), +/2-3, лето–осень. Ранее не был включен в список видов, так как ошибочно указан как syn. *Trametes hirsuta* (Wulfen: Fr.) Pilát вместо *Coriolus hirsutus* (Wulfen) Pat. [9].

THELEPHORALES

Bankeraceae

PHELLODON P. Karst.

(*)*Phellodon melaleucus* (Sw.: Fr.) P. Karst. – Феллодон черно-белый. Ну /Le, кв. № 11, МжСД, в балке, +/2-3, 05.12.2010.

MYCETOZOA

MYXOMYCETES

Ceratiomyxaceae

CERATIOMYXA J. Schröt.

(*)*Ceratiomyxa fruticulosa* (O.F. Müll.) T. Macbr. – Цератиомикса кустарничковая. ДГр(Мж), кв. №10, на полуразложившейся древесине дуба, 19.06.2006.

Выводы

Таким образом, к настоящему времени в Государственном природном заповеднике «Мыс Мартьян» зарегистрирован 321 таксон макромицетов видового и внутривидового ранга: Ascomycetes – 12, Basidiomycetes – 309.

За период, прошедший с момента опубликования последнего обобщающего списка макромицетов (2010), было выявлено 23 новых для заповедника вида, из которых 10 приводятся впервые для Крымского полуострова, а также один новый для заповедника вид миксомицетов.

Среди новых видов 14 редких, в том числе 3 охраняемых в Российской Федерации (*Ganoderma lucidum*, *Myriostoma coliforme*, *Tuber aestivum*) и 3 – в Украине (*Entoloma nidorosum*, *M. coliforme*, *T. aestivum*), 7 включены в Европейский Красный Список (*Boletus depilatus*, *B. lupinus*, *B. queletii*, *G. lucidum*, *M. coliforme*, *Suillus collinitus*, *T. aestivum*) и один – в Дополнение к Бернской конвенции (*M. coliforme*). Это еще раз подчеркивает значение долгосрочного мониторинга, проводимого в ГП заповеднике «Мыс Мартьян».

Список литературы

1. Бондарцев А.С., Зингер Р.А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. – 1950. – Сер. 2, вып. 6. – С. 499-543.
2. Васильева Л.Н. Изучение макроскопических грибов (макромицетов) как компонентов растительных сообществ // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – Т. 1. – С. 378-398.
3. Гелюта В.П. Огляд представників роду *Boletus* L., як претендентів на включення до «Червоної книги України» // Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження глобальної стратегії збереження рослин: Матеріали II міжнародної наукової конференції (9 – 12 жовтня 2012 р., м. Умань, Черкасска область). – Киев: ПАЛИВОДА А.В., 2012. – С. 201-204.
4. Гриби природних зон Криму / Дудка І.О., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Придюк М.П., Джаган В.В., Ісіков В.П. / Ін-т ботан. ім. М.Г. Холодного НАНУ. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 452 с.
5. Коваленко А.Е. Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микол. и фитопатол. – 1980. – Т. 14, вып. 4. – С.301.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.

7. Маслов И.И., Саркина И.С., Белич Т.В., Садогурский С.Е. Аннотированный каталог водорослей и грибов заповедника «Мыс Мартьян». – Ялта, 1998. – 31 с.
8. Саркина И.С. Аннотированный каталог макромицетов Крыма. – Ялта, 2001. – 26 с.
9. Саркина И.С. Конспект базидиальных и сумчатых макромицетов природного заповедника "Мыс Мартьян": итоги 30-летних исследований // Научные записки природного заповедника "Мыс Мартьян". – 2010. – Вып. 1. – С. 42-70.
10. Саркина И.С. Грибы знакомые и незнакомые. Справочник-определитель грибов Крыма. 2-е издание: уточненное и дополненное. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2013. – 440 с.
11. Саркина И.С. Макроскопические грибы с подземными плодовыми телами: есть ли в Крыму трюфели // Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе. Материалы VII Международной научно-практической конференции (Симферополь, 24-26 октября 2013 г.). – Симферополь, 2013. – С. 253-258.
12. Христюк П.М. Очерк о съедобных и ядовитых грибах Крыма: Сер. "Природа Крыма". – Симферополь: Крым, 1966. – 70 с.
13. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
14. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Edition 9 / P.M. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David and J.A. Stalpers. – Oxon, Wallingford: CAB International, 2001. – 655 p.
15. Datasheets of threatened mushrooms of Europe, candidates for listing in Appendix 1 of the Convention (document establ. by J.-P. Kouné) // Convention on the conservation of Europ. wildlife and natur. habitats, Strasbourg, 2001. – 43 p.
16. European Red List of endangered macrofungi [Электронный ресурс]. — 2010. – Режим доступа к док.: <http://www.wsl.ch/eccf/candlist-subtotals.xls>
17. The CABI Bibliography of Systematic Mycology, 2008. – Режим доступа к док.: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

Sarkina I.S. New types of mikobiota at the nature reserve "Cape Martyan": macromycetes // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 73 – 78.

The article includes data of 23 new species of macromycetes for the State nature reserve "Cape Martyan". They were obtained during the field collection in 2011-2014 years and treatment of the herbarium. 14 species of the given number are rare and protected, 10 species are presented for the first time for the Crimea Peninsula. There is an annotated list of new species. Generally at present 321 taxons of macromycetes of specific and intraspecific class are known for this natural area of preferential protection (120 ha).

Key words: mikobiota, macromycetes, the State nature reserve "Cape Martyan", monitoring.

УДК 551.515.9(477.75)

ОБЗОР СТИХИЙНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В РАЙОНЕ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

С.П. КОРСАКОВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Впервые проведен детальный анализ пространственно-временного распределения стихийных гидрометеорологических явлений погоды за 1930-2014 гг. на территории Никитского ботанического сада. Выделены тенденции и особенности межгодового хода. Стихийные гидрометеорологические явления – опаснейшее проявление нестабильности климата. За последние годы вследствие значительных флуктуаций климата их количество увеличилось и во многих случаях они имеют катастрофический характер. Аналитическое обобщение вероятности таких явлений необходимо для выработки направлений по адекватной оценке возможных рисков и управлению ими.

Ключевые слова: климат, глобальные изменения климата, метеорологические условия, стихийные гидрометеорологические явления, риск

Введение

К стихийным гидрометеорологическим явлениям (СГЯ) относятся такие явления, которые при достижении определенных значений, интенсивности, продолжительности, времени возникновения могут нанести значительный ущерб отдельным отраслям хозяйства и представляют угрозу безопасности людей. Стихийные гидрометеорологические явления – самое опасное проявление нестабильности климата. Являясь климатическими экстремумами, они вносят свой вклад в особенности многолетнего режима погод того или иного региона. За последние годы в связи со значительными флуктуациями климата количество СГЯ в России и в Украине возросло, и во многих случаях они носят катастрофический характер, приводя к масштабным материальным потерям в экономике страны и даже человеческим жертвам [6, 7]. СГЯ, как правило, наблюдаются в комплексе, что значительно усиливает их негативное влияние: ливневые дожди сопровождаются штормовым ветром, шквалом, градом; метели – снегопадом и сильным ветром, отложением мокрого снега, обледенением и т.д. Для каждого месяца, сезона, периода и года характерен тип стихийного явления или их комплекс, обусловленный аномальными циркуляционными процессами в атмосфере и метеорологическими условиями [4].

Южный берег Крыма не относится к районам высокой опасности от природной стихии, однако стихийные гидрометеорологические явления отмечаются на территории ежегодно. Одни из этих явлений повторяются практически каждый год (сильные осадки, ветер). Вероятность других чрезвычайно мала (смерч, метель). Тем не менее, комплексное исследование динамики опасных явлений погоды и аналитическое обобщение вероятности возникновения СГЯ являются основой для оценки метеорологического риска на данной территории.

В настоящее время агрометеостанция «Никитский сад» располагает 85-летним рядом наблюдений, который позволяет обобщить, проследить динамику, некоторые закономерности и особенности проявления СГЯ на Южном берегу Крыма в районе Никитского ботанического сада.

Целью данной работы является комплексное исследование динамики, распределения в течение года и вероятности возникновения стихийных гидрометеорологических явлений в районе Никитского ботанического сада для оценки метеорологического риска данной территории.

Объекты и методы исследования

При исследовании использовались данные агрометеорологической станции «Никитский сад», имеющей длительный ряд наблюдений и расположенной на территории Никитского ботанического сада. Для основных метеорологических элементов (температура, ветер, осадки, атмосферные явления) период наблюдений составляет 85 лет (1930 – 2014 гг.). При описании повторяемости и пространственно-временного распределения штормовых ветров на территории большой Ялты привлекались материалы наблюдений за 1869 - 1961 гг., обобщенные сотрудниками морской гидрометеорологической станции «Ялта» в работе «Гидротермический режим Южного берега Крыма» [2].

В основу выбора критериев стихийных гидрометеорологических явлений были положены руководящие документы Госкомгидромета СССР, Украинского ГМЦ и Росгидромета (РД 52.3.2.03.-13, РД 52.04.563 – 2013).

К стихийным гидрометеорологическим явлениям (СГЯ) относятся такие явления, которые при достижении определенных значений могут нарушить деятельность отраслей экономики и нанести материальный ущерб. К СГЯ относятся: 1) ветер (шквал) со скоростью 25 м/с и более, 2) ливень или интенсивный дождь с количеством осадков ≥ 30 мм за период 1 час и менее, 3) сильный дождь с количеством осадков ≥ 30 мм за период 12 часов и менее, 4) сильный снег с количеством осадков ≥ 20 мм за период 12 часов и менее, 5) понижение температуры воздуха до -10°C и ниже на Южном берегу Крыма (ЮБК), 6) град диаметром 20 мм и более, 7) ухудшение горизонтальной видимости (из-за тумана, метели) до значений менее 100 м в течение 12 часов и более, 8) суховей, 9) метель или пыльная буря со средней скоростью ветра ≥ 15 м/с в течение 12 часов и более, 10) повышение температуры воздуха на ЮБК до 40°C и выше, 11) гололед при отложении ≥ 20 мм, 12) налипание мокрого снега при отложении ≥ 35 мм.

Результаты и обсуждение

Физико-географическое положение Южного берега Крыма и Крымские горы играют определенную роль в формировании синоптических процессов, приводящих к появлению опасных явлений погоды. С 1930 по 2014 годы на территории Никитского ботанического сада было зафиксировано 330 случаев погодных явлений, достигших критерия СГЯ, установленного для данной территории. В среднем за год отмечается 4 случая таких явлений. Наибольшей частотой отличаются сильные дожди, сильные ветры и понижение температуры воздуха до -10°C (рис. 1). За рассмотренный период отмечено 137 случаев сильного дождя и 132 случая сильного ветра (табл. 1). На их долю приходится соответственно 42% и 40% от всего количества СГЯ, что наблюдались в Никитском саду. Понижение температуры воздуха до -10°C и ниже были зафиксированы 35 раз (11%). За последние 85 лет метеонаблюдений в Никитском саду зарегистрировано 5 случаев сильного ливня и 7 случаев снегопада (см. табл. 1). Следует отметить, что в последние годы на Южном берегу Крыма, при тенденции повышения температуры воздуха в летние месяцы, наблюдается существенное снижение осадков в июне и августе. На фоне высоких летних температур это приводит к увеличению числа засушливых явлений, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур ЮБК. За период наблюдений суховей на ЮБК наблюдался в августе 1971 г., в июле 1999 и в июле - августе 2007 г. Сильный град выпадает редко: 8 июля 1977 г., и в 2006 году – 15 июля и 29 августа. Град наблюдался в течение нескольких минут, но ущерб хозяйства ЮБК понесли колоссальный. Диаметр градин достигал 20-25 мм, отдельные градины – 30 мм. В течение последних 25 лет на ЮБК впервые были отмечены продолжительные туманы с видимостью менее 100 м в

течение 12 часов и более: 25 марта 1990 г. и 8 мая 2006 года. Продолжительных метелей с видимостью 100 м в течение 12 часов на Южном берегу Крыма не было. С 1930 года по настоящее время смерчи на ЮБК наблюдались только на море (13.08.1987 г.). На суше смерч зарегистрирован не был.

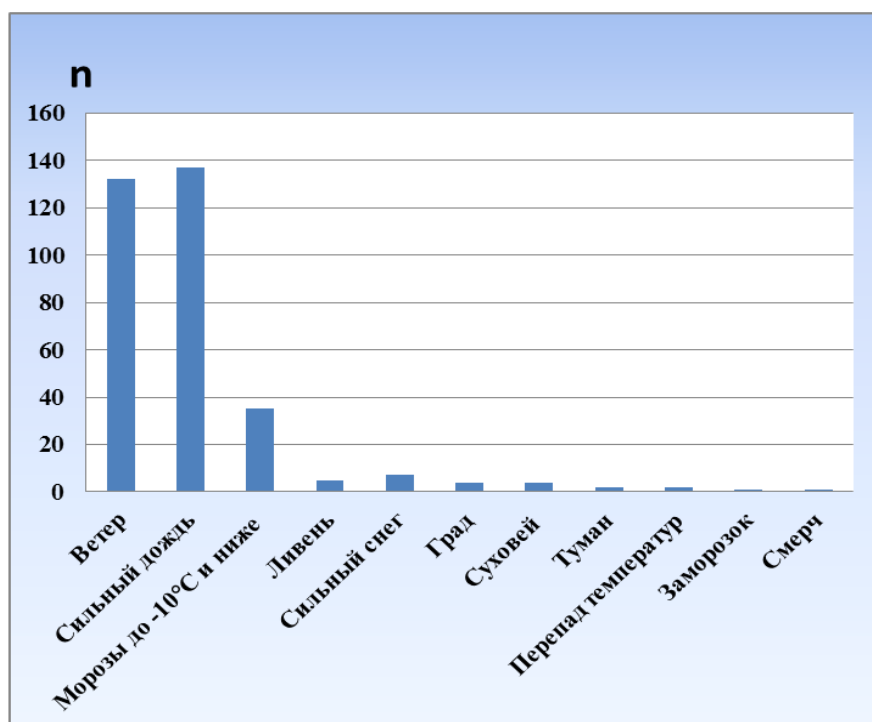


Рис. 1 Виды и число случаев (n) стихийных гидрометеорологических явлений, зафиксированных в районе Никитского ботанического сада за 1930 – 2014 гг. (без учета аномально жаркой/холодной погоды и чрезвычайной пожароопасности)

Таблица 1

Число случаев стихийных гидрометеорологических явлений за 1930 – 2014 гг. и по десятилетиям в районе Никитского ботанического сада

Годы	1930-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2014	1930-2014
Ветер ≥ 25 м/с	1	5	2	18	30	21	20	28	7	132
Сильный дождь ≥ 30 мм за ≤ 12 ч	20	9	15	17	15	20	19	19	3	137
Сильный ливень ≥ 30 мм за ≤ 1 ч	0	0	0	1	0	0	0	4	0	5
Мороз $\leq -10^\circ\text{C}$	7	7	3	4	4	4	0	3	3	35
Сильный снег ≥ 20 мм за ≤ 12 ч	0	0	0	2	0	1	1	1	2	7
Град ≥ 20 мм	0	0	0		1	0	0	3	0	4
Туман < 100 м в течение ≥ 12 ч	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Суховей	0	0	0	0	1	0	1	2	0	4
Смерч	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Сильный заморозок	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Перепады температур	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2

Резкое снижение среднесуточной температуры воздуха за сутки на 10°C было отмечено два раза: с 26 на 27 февраля 1968 г. и с 12 на 13 января 1972 г.

Сильный заморозок, причинивший большой ущерб, за последние 85 лет наблюдений в Никитском саду наблюдался один раз – в начале апреля 2004 года. В связи с адвекцией холодного полярного воздуха на Южном берегу Крыма 3 апреля в течение 10 часов подряд удерживались отрицательные температуры воздуха. Заморозок 3 апреля сопровождался сильным северо-восточным ветром, скорость которого при порывах достигала 16 м/с и низкой относительной влажностью воздуха (35-39%). В ночь с 3 на 4 апреля адвективные заморозки усилились радиационным выхолаживанием, минимальная температура воздуха опускалась до -5.5°C, на поверхности почвы – до -8.5°C.

Такие интенсивные заморозки в начале апреля на побережье бывают очень редко. До 2004 г. они наблюдались только 3 – 4 апреля 1965 г., когда минимальная температура воздуха опускалась до -5,7°C. Необходимо отметить, что повреждений плодовых заморозком в 1965 г. не отмечалось, т.к. все культуры находились в состоянии набухания или распускания почек. Весной же 2004 г. благодаря необычно теплой погоде второй половины марта у миндаля, абрикоса и персика наблюдалось массовое цветение, у алычи – конец цветения, у инжира – распускание почек и появление соплодий первой генерации, у винограда – в основном массовое набухание почек, а у некоторых сортов – распускание. Поэтому заморозками 3 - 4 апреля 2004 г. на 100 % были повреждены все цветущие плодовые. У винограда, почки которого были близки к распусканию, повреждение достигало 30 - 45%. Урожай абрикоса, персика и алычи на Южном берегу Крыма в 2004 году не было или он был незначительным.

За период с 1930 по 2014 годы метель или пыльная буря со средней скоростью ветра ≥ 15 м/с в течение 12 часов и более на побережье не наблюдались ни разу. Максимальная температура воздуха в районе Никитского сада выше 39°C за рассматриваемый период не поднималась. Наблюдения за гололедом и налипанием мокрого снега на станции не производятся.

Для более детального изучения характера изменения стихийных гидрометеорологических явлений были построены и проанализированы тренды числа случаев всех явлений, зафиксированных в районе Никитского ботанического сада по годам и пятилетним периодам (рис. 2), а также для доминирующих: сильного дождя и сильного ветра (рис. 3 – 4). Линейный тренд позволяет исследовать колебания в середине временного ряда и таким образом проследить межгодовую их динамику, которая характеризуется чередованием периодов как увеличения, так и уменьшения количества случаев. Направленность прямолинейного тренда в сторону увеличения (см. рис. 2 - 4) можно объяснить сложным взаимодействием циркуляции атмосферы, аэрозолей природного и антропогенного происхождения, уровня солнечной активности, состояния парниковых газов [4]. Линейный тренд, рассчитанный в комплексе для всех явлений, указывает на тенденцию увеличения общего числа случаев.

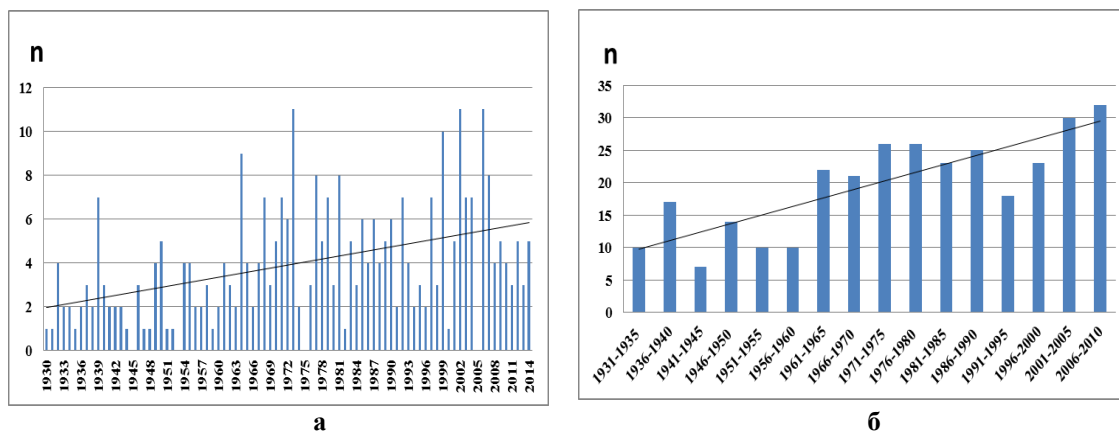


Рис. 2 Число случаев (n) стихийных гидрометеорологических явлений в отдельные годы (а) и пятилетия (б) в районе Никитского ботанического сада

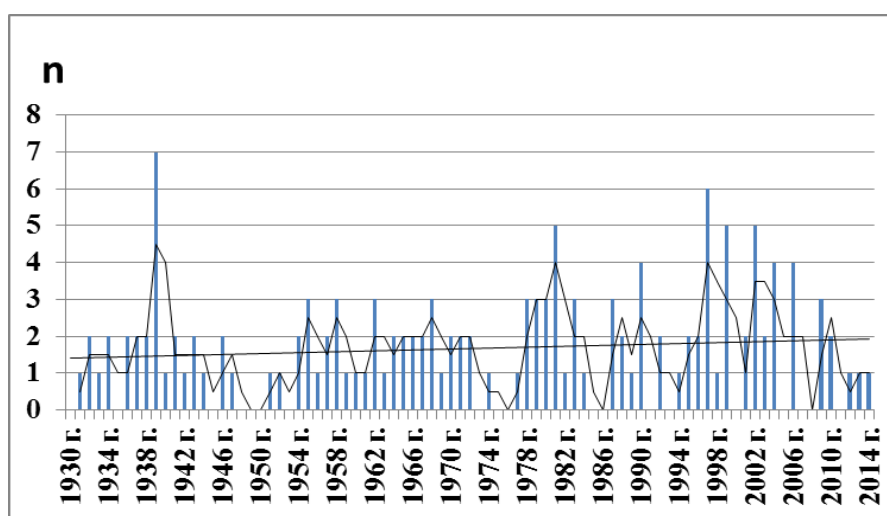


Рис. 3 Число случаев (n) сильного дождя с количеством осадков ≥ 30 мм за 12 часов и меньше в районе Никитского ботанического сада

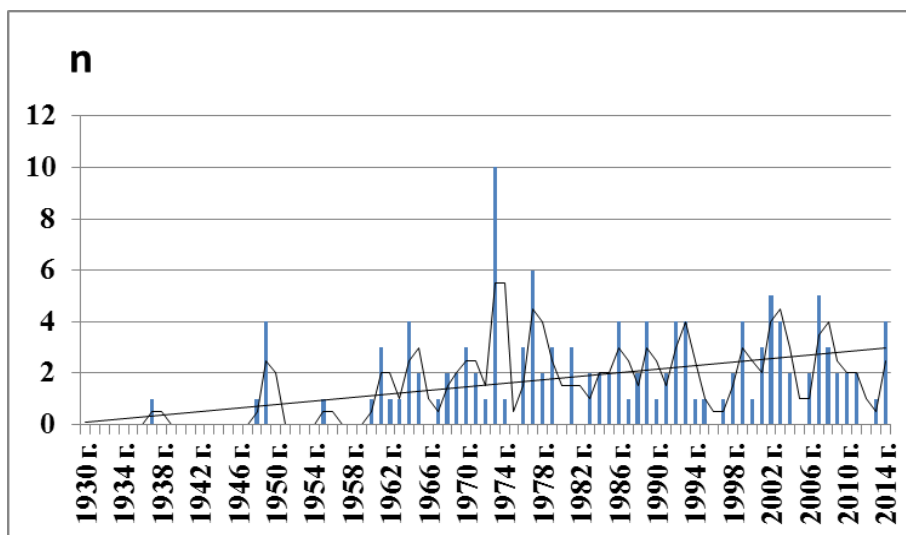


Рис. 4 Число случаев (n) ветра со скоростью 25 м/с и более в районе Никитского ботанического сада

Дожди с количеством осадков ≥ 30 мм за период 12 часов и менее наблюдаются на ЮБК и в районе агрометеостанции довольно часто, 1-2 раза в год. Если учитывать все стихийные природные явления, связанные с выпадением жидких осадков в комплексе (очень сильный дождь, ливень), то всего за период с 1930 по 2014 год в Никитском саду отмечено 142 случая. Причем число случаев дождей с таким количеством осадков заметно увеличилось за последние 30 лет (табл. 2).

Число случаев очень сильных дождей с суточным количеством осадков различной величины в районе Никитского ботанического сада за 1930-2014 гг.

Годы	Количество осадков, мм						
	≥30	≥50	≥100	≥150	≥200	≥250	≥285
1930-1940	20	4	2	1			
1941-1950	9	2					
1951-1960	15	2					
1961-1970	16	6	2	2	2	1	1
1971-1980	15	2					
1981-1990	21	3					
1991-2000	19	3					
2001-2010	23	2					
2011-2014	3	1					
1930-2014	142	26	4	3	2	1	1

Примечания
Здесь и далее: Пустые ячейки означают отсутствие случая.

Особенности атмосферной циркуляции, Крымские горы и Черное море оказывают существенное влияние на сезонное распределение и характер осадков на Южном берегу Крыма. Количество выпадающих осадков в холодный период больше, чем в теплый, что в значительной мере связано с выходом на Черное море средиземноморских циклонов. Осадки хотя и более продолжительные, но менее интенсивные. В теплое время года, особенно летом и осенью, Крымские горы способствуют усилению упорядоченных восходящих движений воздуха и конвекции [3]. Над горами нередко создаются условия, благоприятные для активизации фронтальных разделов, которые сопровождаются интенсивными ливнями, грозами, шквалами, а иногда и селями, приносящими большой урон народному хозяйству. В годовом ходе повторяемости очень сильных дождей наблюдается некоторая сезонная периодичность. Из 142 случаев, зафиксированных в Никитском ботаническом саду за последние 85 лет, наиболее часто очень сильные дожди наблюдались в летние (44) и осенние (54) месяцы. Такая сезонная периодичность, как правило, прослеживалась по десятилетиям (рис. 5). В зимние месяцы дожди с количеством осадков 30 мм и более за 12 часов и менее наблюдаются 4 года из 10 лет, в весенний период – 1-2 года из 10 лет, летом – 5-6 лет из 10, а осенью – 6-7 лет из 10 (табл. 3).

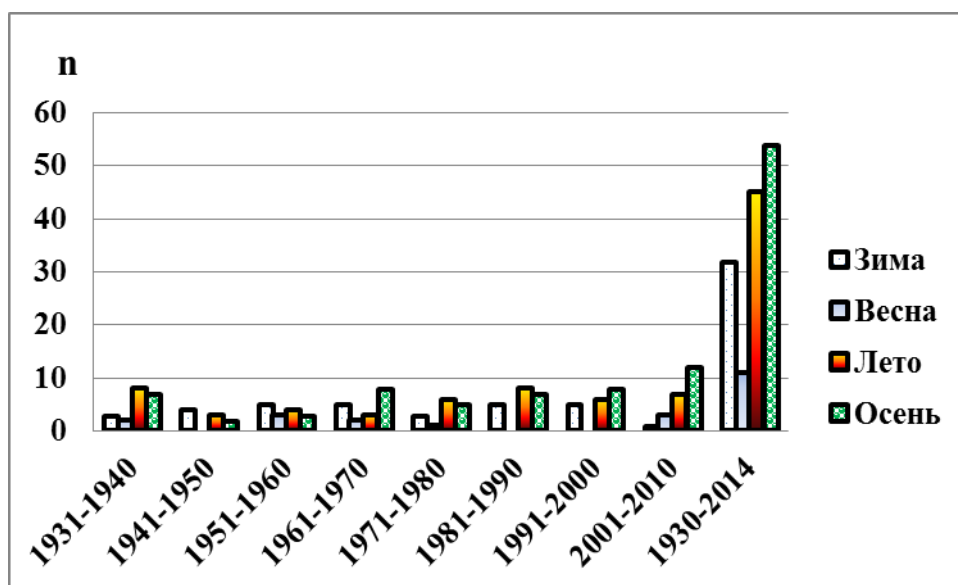


Рис. 5 Число случаев (n) сильного дождя с количеством осадков ≥ 30 мм за 12 часов и менее в районе Никитского ботанического сада по сезонам года

Таблица 3

Вероятность выпадения очень сильных дождей с суточным количеством осадков различной величины в районе Никитского ботанического сада по сезонам года

Сезоны года	Количество осадков, мм						
	≥ 30	≥ 50	≥ 100	≥ 150	≥ 200	≥ 250	≥ 285
Зима (XII-II)	34	7	0	0	0	0	0
Вероятность, %	40	8	0	0	0	0	0
Весна (III-V)	12	0	0	0	0	0	0
Вероятность, %	14	0	0	0	0	0	0
Лето (VI-XIII)	44	11	2	1	0	0	0
Вероятность, %	52	13	2	1	0	0	0
Осень (IX-XI)	54	8	2	2	2	1	1
Вероятность, %	64	9	2	2	2	1	1

За 85 лет наблюдений зафиксировано 26 случаев дождей с количеством осадков ≥ 50 мм. Вероятность выпадения таких дождей в районе Никитского сада составляет 3 года из 10. Сильные дожди с количеством ≥ 100 мм зарегистрированы в описываемом районе всего 4 раза (11 и 12 августа 1939 г. и 5-6 сентября 1968 г.). С количеством осадков ≥ 150 мм – 3 раза (1939 г., 1968 г.) и один раз (1968 г.) с количеством осадков 285 мм за один дождь. За все годы метеонаблюдений на агрометеостанции наиболее сильный дождь, а по существу тропический ливень, прошел в начале сентября 1968 г. Дождь начался в 14 час 30 мин 4 сентября, продолжался сутки 5 сентября и окончился в 23 час 50 мин 6 сентября (в метеорологии в эти годы сутки принято было считать с 21 часа до 21 часа). Этот дождь состоял из нескольких сильных ливней, когда за час и менее выпадало 30-40 мм осадков. Так, с 21 час 20 мин до 02 час 00 мин 5 сентября выпало 85,6 мм, из них с 21 час 42 мин до 22 час 42 мин выпало около 40 мм. С 04 час 30 мин 5 сентября дождь ослабел, и до 10 час 10 мин выпало 30 мм, а с 13 час 40 мин до 14 час 30 мин еще 37 мм. В 17 час 45 мин дождь ослабел. Всего с 12 час 30 мин 4 сентября до 17 час 45 мин 5 сентября выпало 270 мм осадков. С 17 час 45 мин до 19 час 20 мин шел слабый дождь с небольшими перерывами. В 19 час 20 мин 5 сентября опять начался сильный дождь и до 23 час 50 мин 6 сентября (МСВ) выпало еще 14,8 мм осадков. Всего за 4,5 и 6 сентября выпало 284,8 мм осадков. Этот дождь четко зарегистрирован плювиографом (самописцем осадков) агрометеостанции «Никитский сад». На ленте плювиографа за 5 сентября было 24 слива. Следует отметить, что 240 мм за сутки, выпавшие 5 сентября 1968 г., до 2007 года являлись абсолютным зарегистрированным суточным максимумом осадков не только в районе Никитского сада, но и на всей территории Украины. Сильный ливень 4-6 сентября 1968 г. причинил значительный ущерб виноградникам: на участках была сильно смыта почва, образовались глубокие промоины, дороги были заилены почвой и камнями, наблюдались мощные селевые потоки, были человеческие жертвы. Только по совхозу «Гурзуф» сумма ущерба от ливня составила 197500 руб. После такого сильного ливня, когда на каждый гектар вылилось около 3000 м³ воды, ягоды винограда потрескались, стали гнить, и сбор урожая винограда пришлось начинать намного раньше обычного при относительно низкой концентрации сахаров. Поэтому, выработка высокосахаристых вин из урожая 1968 года была небольшой.

Ливень или интенсивный дождь с количеством осадков ≥ 30 мм за 1 час и менее за 1930-2009 гг. наблюдался только 5 раз, причем их 4 раза – в последнее десятилетие (2001-2010 гг.). Это сильный ливень в сентябре 1968 года, описанный выше, 14 сентября 2003 г., 14 июля 2004 г., 26 мая 2006 г. и 10 июля 2009 года. Сумма осадков, выпавших во время ливней 2003-2009 гг. составляла 31-43 мм.

Несмотря на преобладание в Крыму хорошей погоды со слабыми и умеренными ветрами, бывают случаи, когда скорости ветра достигают значительных величин. Сведения о сильных ветрах представляют интерес для различных отраслей народного хозяйства (строительства, коммунального хозяйства и др.). Особенно нужны они в курортной зоне, а также для садоводства, паркового строительства и т.д.

Самые сильные и продолжительные штормовые ветры на Южном берегу Крыма, как правило, отмечаются в холодный период года. Во время отдельных штормов максимальные скорости ветра достигают в районе Ай-Петри 40-45 м/с, в районе Ялты 28-30 м/с [2, 3], в районе Никиты 35-40 м/с (табл. 4). Скорость ветра в Ялте при северо-восточных или западных и юго-западных потоках меньше, чем в открытом море [2].

Таблица 4

Число случаев, повторяемость и вероятность штормовых ветров различных направлений со скоростью 25 м/с и более в районе Никитского сада (1930-2014 гг.)

Год, сезон	Показатель	Направление ветра, румб								Всего
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Год	Число случаев	6	17	1	0	0	19	14	75	132
	Повторяемость, %	4	13	1	0	0	14	11	57	100
	Вероятность, %	7	20	1	0	0	22	16	88	155
	Значения скорости, м/с	28-39	25-40	25	0	0	25-40	25-34	25-40	25-40
	Вероятность 25-30 м/с	17	71	100	0	0	63	79	69	67
	Вероятность 35-40 м/с	1	1	0	0	0	1	0	11	9
Зима (XII-II)	Число случаев	6	8	1	0	0	8	7	41	71
	Повторяемость, %	8	11	1	0	0	11	10	58	54
	Вероятность, %	7	9	1	0	0	9	8	48	84
Весна (III-V)	Число случаев	0	6	0	0	0	2	4	15	27
	Повторяемость, %	0	22	0	0	0	7	15	56	20
	Вероятность, %	0	7	0	0	0	2	5	18	32
Лето (VI-XIII)	Число случаев	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Повторяемость, %	0	0	0	0	0	0	100	0	1
	Вероятность, %	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Осень (IX-XI)	Число случаев	0	3	0	0	0	9	2	19	33
	Повторяемость, %	0	9	0	0	0	27	6	58	25
	Вероятность, %	0	4	0	0	0	11	2	22	39

Ветры со скоростью 25 м/с и более возникают при усилении распространяющегося к юго-западу гребня континентального антициклона с одновременным выходом глубокого циклона с юга или юго-запада на восток Черного моря [3]. Повторяемость штормовых ветров в различных пунктах Южного берега Крыма неодинакова, но везде они преобладают в холодное время года. В Ялте на ноябрь-март приходится около 80% всех случаев со штормовыми ветрами [2], в Никите – 82%. В сезонном ходе максимум повторяемости ветров со скоростью 25 м/с и более в районе Никитского сада, по данным наблюдений за 1930-2014 гг., приходится на зимние месяцы (54% случаев), минимум – на летние (табл. 4, рис. 6). В летний период за последние 85 лет ветер со скоростью более 25 м/с наблюдался только 1 раз. Сезонная периодичность сохраняется и по десятилетним периодам (см. рис. 6).

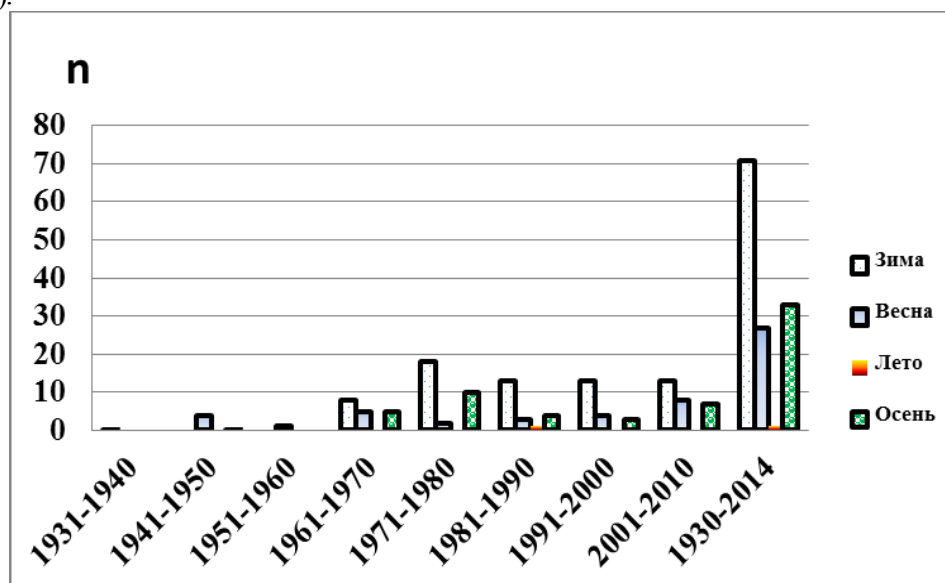


Рис. 6 Число случаев (n) штормовых ветров со скоростью 25 м/с и более в районе Никитского ботанического сада по сезонам года

В районе г. Ялты ветры со скоростью 25 м/с и более могут наблюдаться ежегодно [2]. Анализ данных наблюдений за ветром на агрометеостанции «Никитский сад» за период 1930-2014 гг. (табл. 4) показал, что ветры со скоростью 25 м/с и более бывали в районе агрометеостанции «Никитский сад» 1-2 раза в год (132 случая за 85 лет). Наиболее часто при СГЯ наблюдаются скорости ветра 25-30 м/с (до 67% случаев) (см. табл. 4). Ветры со скоростью ≥ 30 м/с за эти годы наблюдались 49 раз, примерно через год. Следует отметить, что ветры со скоростью ≥ 30 м/с чаще всего наблюдались в Никитском саду с 1961 по 1990 годы (табл. 5). Ураганные ветры со скоростью ≥ 35 м/с отмечены за последние годы 12 раз или 1-2 раза в 10 лет. Ураганы со скоростью 40 м/с за 1930-2014 гг. наблюдались 9 раз, примерно 1 раз в 10 лет. Наиболее сильные ветры на Южном берегу Крыма (ЮБК) в районе агрометеостанции «Никитский сад» бывают юго-западного (ЮЗ) и северо-западного (СЗ) направлений. Так, 15 ноября 1992 г. на ЮБК наблюдался очень сильный ураган, напомнивший знаменитую Балаклавскую бурю 14 ноября 1854 г., которая пронеслась над Черным морем и Крымом при осаде Севастополя англо-французскими войсками и флотом. Штормовой ветер 15 ноября 1992 г. начался в 03 часа 43 минуты и достигал 12 м/с, порывы до 20 м/с. В 06 час 09 мин ЮЗ ветер достиг значений СГЯ (30 м/с). В 8 час 17 мин ветер ослабел до 22 м/с, затем в 10 час 09 мин усилился до 30-34 м/с. В 12 час 35 мин ветер ослабел до 20 м/с. Давление во время этого урагана сильно падало: с 982 гПа в 21 час до 965 гПа (724 мм ртутного столба в 06 час). За 9 часов оно упало на 17 гПа. С 00 час до 06 час на 12 гПа. Ураган сопровождался сильным дождем, выпало 36 мм осадков. Ущерб от этого урагана исчислялся миллиардами рублей. В Ялтинском порту утонули несколько катеров, повреждено было много судов, портовых кранов, разбиты причалы и набережная. Высота волн в море достигала 10 - 12 метров. В лесах и парках деревья вырывало с корнем, с домов сорвано много кровель. Обычно сильные ветры на ЮБК наблюдаются с ноября по март, но в отдельные годы, например, в 1999 г. ураганный ветер наблюдался 18 мая, когда было сбито много зеленых плодов с деревьев, обломаны молодые побеги винограда, оборваны электропровода. Возле Арки при въезде в Никитский ботанический сад ураганом были закручены в узел рекламные щиты, установленные на двух рельсах. В мае 2008 г. это явление повторилось.

Таблица 5

**Число случаев и вероятность штормовых ветров со скоростью 25 м/с и более
в районе Никитского сада (1930-2014 гг.)**

Годы	Скорость ветра, м/с			
	≥ 25	≥ 30	≥ 35	≥ 40
1930-1940	1	1		
1941-1950	5	2	1	1
1951-1960	2	1	1	1
1961-1970	18	10	3	3
1971-1980	30	13	3	3
1981-1990	21	9	3	
1991-2000	20	8	1	1
2001-2010	28	2		
2011-2014	7	3		
1930-2014	132	49	12	9
Вероятность, %	155	58	14	11
Примечания				
Здесь и далее: Пустые ячейки означают отсутствие случая.				

В районе Никитского ботанического сада ветры, достигающие значений стихийного гидрометеорологического явления: северного (С), северо-восточного (СВ),

восточного (В), юго-западного (ЮЗ), западного (З) и северо-западного (СЗ) направлений (см. табл. 4). В течение всего года, за исключением лета, когда штормовых ветров, достигших критерия СГЯ, не наблюдается (всего 1 случай за 85 лет), в Никитском ботаническом саду преобладают ветры северо-западного направления – на их долю приходится до 56 - 58% (рис. 7), причем вероятность достижения этими ветрами ураганной скорости 40 м/с самая высокая – до 11 %. Доля ветров остальных направлений в порядке убывания составляет: ЮЗ – 14%, СВ – 13%, З – 11%, С – 4% и В – 1% (рис. 7а).

В зимний период (декабрь-февраль) доминируют северо-западные ветры. Повторяемость ветров остальных направлений невелика и примерно одинакова – 8-11% (рис. 7б). Следует отметить, что северо-восточные ветры при зимнем вторжении арктического воздуха нередко сопровождаются сильными похолоданиями. Штормовые ветры со скоростью 25 м/с и более в зимний период в районе Никитского ботанического сада наблюдаются довольно часто: 8 - 9 лет из 10.

В весенний период повторяемость северо-восточных ветров возрастает до 22% (рис. 7в). Они возникают при северо-восточных вторжениях и опускании холодного воздуха с гор, а в апреле – мае – это степные суховеи, сильно иссушающие верхний слой почвы. При перемещении циклонов с запада или северо-запада на территорию Крыма критерия СГЯ достигают западные (15%) и юго-западные (7%) ветры.

Осенью наблюдается активизация циклонической деятельности, обусловленная выходом юго-западных циклонов на запад Черного моря или на Карпаты. В связи с этим значительно возрастает повторяемость юго-западных (27%) ветров (рис. 7г). Повторяемость остальных ветров невелика: северо-восточных – 9%, западных – 6%.

В весенний и осенний периоды вероятность достижения ветром скорости 25 м/с и более в 2-3 раза ниже, чем в зимний, и составляет 3-4 года из 10 (см. табл.4).

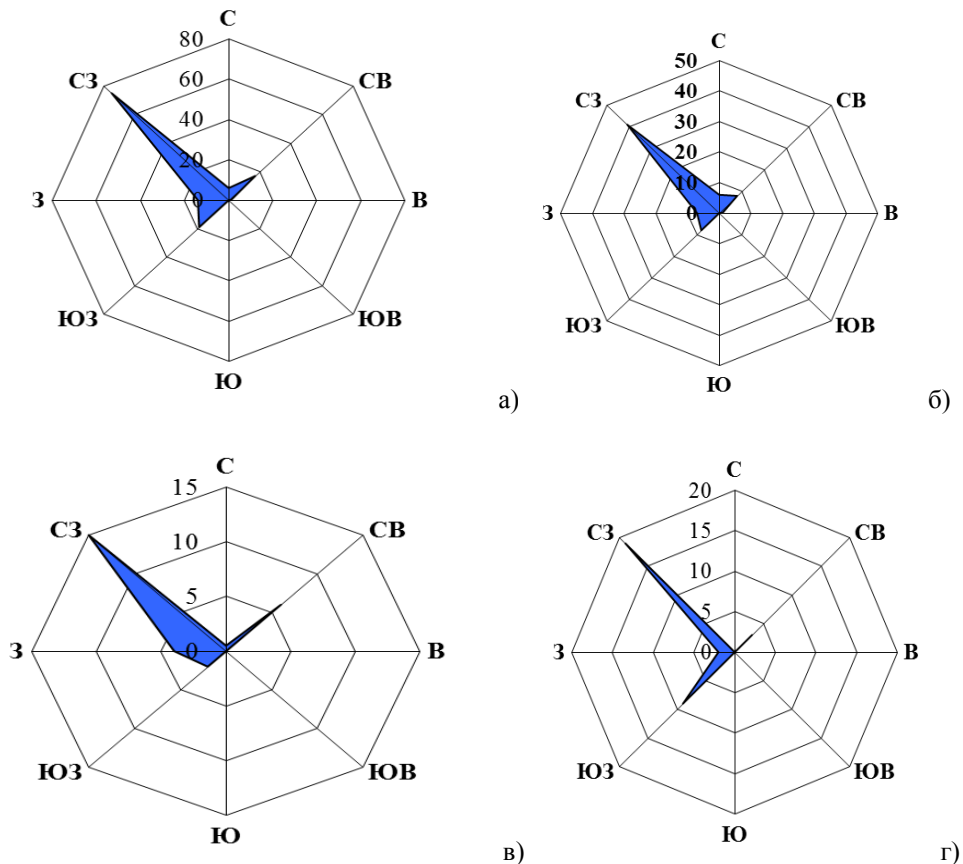


Рис. 7 Годовая (а) и сезонные (б-г) розы штормовых ветров со скоростью 25 м/с и более в районе Никитского ботанического сада (по данным наблюдений за 1930 – 2014 гг.)
а) I - XII; б) XII – II; в) III – V; г) IX - XI

На Южном берегу Крыма изредка наблюдаются местные бури, вызванные обвалом холодного воздуха с перевалов в сторону моря. Они возникают при активизации зимнего континентального муссона. Бури почти повсеместно начинаются как бора, т.е. как сильный порывистый кататический сток сухого и холодного воздуха, накопившегося на яйлах в результате адвекции холода и ночного радиационного выхолаживания [3]. Обтекая горы, стекая по ущельям, спадая с перевалов, потоки воздуха достигают значительных скоростей, принимая в отдельных районах Южного берега Крыма различные направления ветра – от западного до северо-западного.

Сильная бора в Ялте бывает довольно часто, примерно 1 раз в 4 - 5 лет. Но ее не отмечают ни агрометеостанция «Никитский сад» (из-за резкого понижения гор в районе п. Никиты) ни морская гидрометеостанция «Ялта» (из-за сильной закрытости). В периоды боры скорости ветра над горами достигают 40 м/с (Мыс Ай-Тодор, Ущелье Трех гор (Васильевка)). Продолжается бора недолго, в основном, меньше суток. Ветры во время боры имеют значительную вертикальную составляющую, направленную вниз. Во время боры над горами образуется своеобразная облачность, вытянутая вдоль гор, напоминающая шкваловое облако [3].

Наиболее часто бора наблюдается с ноября по март. Во время боры наблюдаются резкие колебания метеорологических элементов: давления, температуры и др. Ветер, как правило, порывистый. Особенно резко понижается температура и влажность воздуха.

Зимой циркуляция над Крымским полуостровом и Черным морем определяется влиянием азиатского антициклона. Вторжения арктического воздуха с Гренландии через Скандинавию или с Таймыра в тылу циклонов, перемещающихся с Западной Европы, сопровождаются усилением ветра, температура воздуха на ЮБК может понижаться до $-12...-17^{\circ}\text{C}$ (1954 г.) [3].

Морозы до -10°C и ниже, вызывающие подмерзание и даже гибель теплолюбивых декоративных растений и субтропических культур в парках и хозяйствах Южного берега Крыма, в районе агрометеостанции «Никитский сад» (высота над уровнем моря 208 м) отмечены за последние 85 лет 35 раз, или в среднем 4 года из 10 (табл. 6). Вероятность температур $\leq -11^{\circ}\text{C}$ небольшая – 1 - 2 раза в 10 лет. Чаще всего такие морозы наблюдаются кратковременно в предутренние часы, но в отдельные годы могут удерживаться в течение 3 - 4 дней подряд. Так, в 1950 г. с 11 по 14 января минимальная температура воздуха была $-10...-12^{\circ}\text{C}$. А в 1985 г. такие морозы удерживались 19-21 февраля. Понижения минимальной температуры воздуха до -13°C и ниже наблюдаются на ЮБК очень редко, за 1930 - 2014 гг. всего 6 раз. Абсолютный минимум температуры воздуха за 1930 - 2014 гг. был -14.6°C , и наблюдался он 11 февраля 1930 г. 8 февраля 1976 г. минимальная температура воздуха опускалась до -14.5°C .

Очень сильный снег с количеством осадков ≥ 20 мм за 12 час и менее наблюдался в районе Никитского сада за 1930-2014 гг. 7 раз (см. табл. 6). Особенно много осадков в виде снега выпало 24 декабря 1961 г., их количество составило 31,1 мм и 31 января – 1 февраля 1988 г., когда сумма осадков была 27 мм. В марте 2003 г. осадков в виде снега выпало 26 мм. Максимальная высота снежного покрова за все годы метеорологических наблюдений в районе Никитского сада достигала 56 см (3 декада февраля 1985 г.). В конце января 1963 г. и в начале марта 1987 г. высота снежного покрова была 48 см, в конце января 1996 г. и 2012 г. – 41 см и 33 см. Под тяжестью снега в 2012 г. в парках Никитского ботанического сада были сломаны большие ветки деревьев, отдельные деревья повалены. Снежный покров, который образуется при выпадении снега, сильно затрудняет движение транспорта на ЮБК. На

некоторых участках с большой крутизной из-за снежного наката и гололедицы движение транспорта прекращается. Гололедица на дорогах, значительно затрудняющая движение транспорта на ЮБК, наблюдается в зимний период ежегодно (обычно в январе или в феврале) не только при выпадении снега с количеством осадков более 20 мм, но даже при выпадении 5-7 мм, если при этом наблюдаются отрицательные температуры воздуха. Вероятность выпадения сильного снега – 1 раз в 10 лет.

Таблица 6

**Число случаев (1930-2014 гг.) и вероятность возникновения СГЯ в районе
Никитского ботанического сада**

Наименование СГЯ	Число случаев	Вероятность возникновения (раз в лет)
Мороз $\leq -10^{\circ}\text{C}$	35	1 раз в 4 года
Сильный снег ≥ 20 мм за ≤ 12 ч	7	1 раз в 10 лет
Град ≥ 20 мм	4	1 раз в 20 лет
Туман < 100 м в течение ≥ 12 ч	2	1 раз в 40 лет
Суховей	4	1 раз в 20 лет
Смерч	1	1 раз в 85 лет
Сильный заморозок	1	1 раз в 85 лет
Перепад температур	2	1 раз в 40 лет

Выводы

В настоящей работе представлено наиболее полное описание стихийных гидрометеорологических явлений в районе Никитского ботанического сада за период 1930 - 2014 гг. по данным агрометеорологической станции «Никитский сад». Рассмотрена их динамика, распределение в течение года и вероятность возникновения.

Анализ тенденций изменений экстремальных погодных явлений, которые наблюдаются в районе Никитского ботанического сада, дает основание полагать, что на Южном берегу Крыма на фоне глобального потепления климата существует вероятность их усиления и частоты. За период 1930 – 2014 гг. в районе Никитского ботанического сада наблюдалось 330 случаев СГЯ. Наиболее распространенными из них по количеству случаев являются сильные дожди, сильные ветры и понижение температуры воздуха до -10°C .

Для подтверждения гипотезы о связи изменения количества выпадающих осадков с циклом солнечной активности и построения моделей с целью прогнозирования необходимы более углубленные исследования.

Дожди с количеством осадков ≥ 30 мм за 12 часов и менее в районе Никитского ботанического сада наблюдаются 1-2 раза в год. Число случаев дождей с таким количеством осадков заметно увеличилось за последние 25 лет. В зимние месяцы они наблюдаются 4 года из 10 лет, в весенний период – 1-2 года из 10 лет, летом – 5-6 лет из 10, а осенью – 6-7 лет из 10. Вероятность выпадения дождей с количеством осадков ≥ 50 мм в районе Никитского сада составляет 3 года из 10. Наиболее опасные дожди с количеством осадков 100 мм и более, приносящие значительный материальный ущерб различным отраслям экономики, вероятны 1 раз в 30 лет, более 150 мм – 1 раз в 40 лет, а более 250 мм – 1 раз в 85 лет. Сильные ливни отмечаются, в среднем, 1 раз в 20 лет.

Ветры со скоростью 25 м/с и более наблюдаются 1-2 раза в год, со скоростью ≥ 30 м/с - 1 раз в два года. Наиболее часто (до 67% случаев) скорость ветра при СГЯ достигает 25-30 м/с. Вероятность ураганных ветров со скоростью ≥ 35 м/с - 1 – 2 раза в 10 лет. Направления ветров, достигающих значений стихийного гидрометеорологического явления: северный, северо-восточный, восточный, юго-западный, западный и северо-западный. Наиболее

сильные ветры, наносящие значительный ущерб и колоссальные разрушения - юго-западного и северо-западного направлений. В течение всего года, за исключением лета, когда штормовых ветров, достигших критерия СГЯ, не наблюдается (всего 1 случай за 85 лет), преобладают ветры северо-западного направления. На их долю во все периоды года приходится до 56 - 58% случаев, причем вероятность достижения этими ветрами ураганной скорости 40 м/с самая высокая – до 11%. Доля ветров остальных направлений в среднем за год составляет от 1 до 14%.

В зимний период доминируют северо-западные ветры. Повторяемость ветров остальных направлений невелика и примерно одинакова – 8-11%. Штормовые ветры со скоростью 25 м/с и более зимой в районе Никитского ботанического сада наблюдаются довольно часто: 8 - 9 лет из 10. В весенний период до 22% возрастает повторяемость штормовых северо-восточных ветров, осенью – юго-западных (до 27%). В весенний и осенний периоды вероятность достижения ветром скорости 25 м/с и более в 2 - 3 раза ниже чем в зимний и составляет 3 - 4 года из 10.

Морозы до -10°C и ниже, вызывающие подмерзание и даже гибель теплолюбивых декоративных растений и субтропических культур в парках и хозяйствах Южного берега Крыма, в районе агрометеостанции «Никитский сад», отмечаются в среднем 4 года из 10. Вероятность температур $\leq -11^{\circ}\text{C}$ небольшая: 1 - 2 раза в 10 лет. Чаще всего такие морозы наблюдаются кратковременно, но в отдельные годы могут удерживаться в течение 3 - 4 дней подряд.

Вероятность выпадения сильного снега с количеством осадков ≥ 20 мм за 12 час и менее 1 раз в 10 лет, града с диаметром градин ≥ 20 мм и суховея – 1 раз в 20 лет, сильного продолжительного тумана и перепада температур воздуха – 1 раз в 40 лет. Смерч и сильный заморозок за 85 лет наблюдений зарегистрированы по одному разу.

Приведенные сведения о стихийных гидрометеорологических явлениях представляют интерес для различных отраслей народного хозяйства (строительства, коммунального хозяйства и др.). Особенно нужны они при развитии на полуострове рекреационной отрасли, а также для садоводства и паркового строительства.

Данная информация должна учитываться при планировании экономического развития, разработке направлений по адекватной оценке возможных рисков и управлению ими, выработке мер по предупреждению и сокращению их негативных последствий.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве справочного материала при изучении микроклимата Никитского ботанического сада и Большой Ялты.

Благодарности

Автор выражает свою глубокую признательность всем поколениям метеорологов агрометеостанции «Никитский сад», которые днем и ночью, в жару и ливни, в мороз и ветер проводили гидрометеорологические наблюдения, и благодарит Фурса Д.И., начальника агрометеостанции «Никитский сад» с 1959 по 2006 гг. за сбор, сохранность и систематизацию архивного материала, а также коллег-метеорологов Фурса В.П., Мисюра Н.В., Антонникову Л.А., Процик В.Ф., Решетниченко В.Н., Майстренко Н.А., Корсакова П.Б. за первичную обработку метеозаписей.

Список литературы

1. Боков В. А. Экогеодинамика Крымского региона: концептуальные подходы // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2003. – Вып. 1. – С. 7-11.
2. Зац В.И., Лукьяненко О.А., Яцевич Г.В. Гидротермический режим Южного берега Крыма. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 120 с.

3. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / Под ред. Г.К. Логинова, М.Б. Барабаш. – Л: Гидрометеиздат, 1982. – 318 с.
4. *Осадчий В.И, Бабиченко В.Н.* Динамика стихийных гидрометеорологических явлений в Украине // Укр. геогр. журн. – 2012. – № 4. – С. 8 – 14.
5. *Парубец О.В.* Анализ климатических рядов Крымского полуострова // Экосистема, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 154 - 164.
6. Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX – начале XXI века / Под ред. д.г.н., проф. В.А. Бокова. – Симферополь: ДОЛЯ, 2010. – 304 с.
7. IPCC, 2007: Summary for Policymakers/ In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / *S.Solomon, D.Qin, M.Manning* – Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

Korsakova S.P. The review of natural hydrometeorological phenomena in Nikitsky Botanical Gardens area // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 79 – 93.

For the first time over a period of 1930-2014 the detailed analysis of space-time distribution of natural meteorological weather phenomena on the territory of Nikitsky Botanical Gardens has been carried out. Trends and patterns of the interannual meteorological hazards were identified. Natural hydrometeorological phenomena are the most dangerous result of the climatic instability. Due to considerable climate fluctuations in recent years, their number has increased and in many instances they become catastrophic. Analytical generalization of such phenomena probability is necessary to develop directions in an appropriate assessment of the possible risks and management them.

Key words: *climate, global climatic changes, meteorological conditions, natural hydrometeorological phenomena, risk*

УДК 633.8:582.929.4:581.559(477.75)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА *HYSSOPUS OFFICINALIS* L.

В.Д. РАБОТЯГОВ, А.Н. ШИБКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Впервые приведены данные о содержании и компонентном составе эфирного масла трех форм вида *Hyssopus officinalis* в условиях предгорной зоны Крыма. Идентифицировано 41 терпеновое соединение. Основными являются пинокамфон (до 60%) и изопинокамфон (до 61%). Выделен у *Hyssopus officinalis* сортообразец с содержанием линалоола – 34,88%, изопинокамфона — 33,38%, пинокамфона — 2,94% для селекции.

Ключевые слова: *Hyssopus officinalis*, пинокамфон, изопинокамфон, эфирное масло, компонент, изменчивость, надземная масса.

Введение

Химическая природа эфирных масел весьма сложна, но в общих чертах представляет собой смесь органических веществ, основными из которых являются терпены ациклического и циклического строения с той или иной долей преобладания какого-либо компонента. В результате длительного накопления опыта исследований эфирных масел рядом авторов были предложены биогенетические схемы, согласно которым компоненты эфирного масла образуются в результате последовательных превращений [2, 3, 6, 7, 9]. Согласно существующим взглядам, каждое превращение одного терпенового соединения в другое контролируется одним геном, кодирующим синтез соответствующего фермента. При отсутствии соответствующего фермента последовательность реакций биосинтеза останавливается и происходит накопление предшественника, что в конечном итоге и определяет компонентный состав эфирного масла конкретного вида.

Анализ доступной нам литературы, посвященной изучению компонентного состава эфирного масла иссопа лекарственного, показал, что сведения по этому вопросу весьма отрывочные и подчас противоречивые. Чаще всего приводятся сводные данные по количественному содержанию доминирующих компонентов, в отдельных случаях присутствует анализ компонентного состава различных морфологических форм [1, 4, 5, 8, 10, 11]. Практически отсутствуют данные о внутривидовой изменчивости компонентного состава эфирного масла иссопа лекарственного, о коррелятивных связях между отдельными терпеноидными соединениями, об особенностях химического состава эфирного масла в различных частях растения. В связи с вышеуказанным нами были проведены исследования, направленные на изучение изменчивости компонентного состава эфирного масла у иссопа лекарственного, с целью селекции.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в условиях ЮБК в Никитском ботаническом саду с 2007 по 2012 гг. Материалом для изучения служили растения, полученные из семенного потомства *Hyssopus officinalis* L. (белоцветковая форма – f. albus, синецветковая — f. cyaneus, розоцветковая – f. ruber).

Учет урожая проводили в период массового цветения растений. Сырье срезали вручную и сразу же взвешивали. Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции на аппаратах Клевенджера из свежесобранного сырья. Компонентный состав эфирного масла исследовали на хроматографе Agilent

Technology 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N. Компоненты эфирных масел идентифицировали по результатам поиска полученных в процессе хроматографирования масс-спектров химических веществ, входящих в исследуемые смеси, с данными библиотеки масс-спектров NIST02 (более 174000 веществ). Индексы удерживания компонентов рассчитывали по результатам контрольных анализов эфирных масел с набором нормальных алканов [17].

Результаты и обсуждение

Изучение компонентного состава эфирного масла семенной популяции иссопа лекарственного показало, что внутривидовой состав эфирного масла из надземной массы сырья довольно разнообразен и состоит из следующих основных компонентов: пинокамфон, изопинокамфон, α - и β -пинен, сабинен, мирцен, β -фелландрен, линалоол, миртенол, метилэвгенол, элемол и другие. В составе масла обнаружено 60 терпеновых соединений, из них идентифицирован 41 терпеноид. Анализ эфирного масла (табл.1) показал, что в семенном потомстве наблюдалась значительная изменчивость по составу эфирного масла. Основное число растений (70%) синтезировало пинокамфон, изопинокамфон, β -пинен, сабинен, миртенол, элемол и в незначительных количествах все остальные компоненты.

Вторая группа растений (20%) накапливала пять основных терпеноидов: пинокамфон (до 60%), β -пинен (до 6,2%), β -фелландрен (до 6,8%), спатуленол (до 3,5%), миртенол (до 6,3%), кариофиллен (до 3,5%).

Наконец, третья группа растений (10%) иссопа лекарственного (особая группа) синтезировала: изопинокамфон (до 61,1%), β -пинен (до 10,5%), элемол (до 19%), эвдесмол (до 7,6%). Особенностью растений этой группы является биосинтез сесквитерпенов (суммарно до 25%). У всех изученных растений состав эфирного масла в основном соответствует виду *H. officinalis*, меняется лишь количественное соотношение основных компонентов.

Содержание отдельных углеводородов в эфирном масле не превышало 1,5% и лишь максимальное количество β -пинена составило 10,5%. Все они имели нормальный тип распределения в области низких значений с одновыпуклой кривой и с минимальным значением на уровне следов.

Распределение растений по массовой доле пинокамфона и изопинокамфона, как основных доминантов эфирного масла иссопа лекарственного, следует отметить особо. Известно, что пинокамфон – бициклический терпеновый кетон и характеризуется наличием цис- и транс- форм, находящихся в динамическом равновесии, что обуславливает неустойчивость констант природного пинокамфона, выделяемого из эфирного масла иссопа [1].

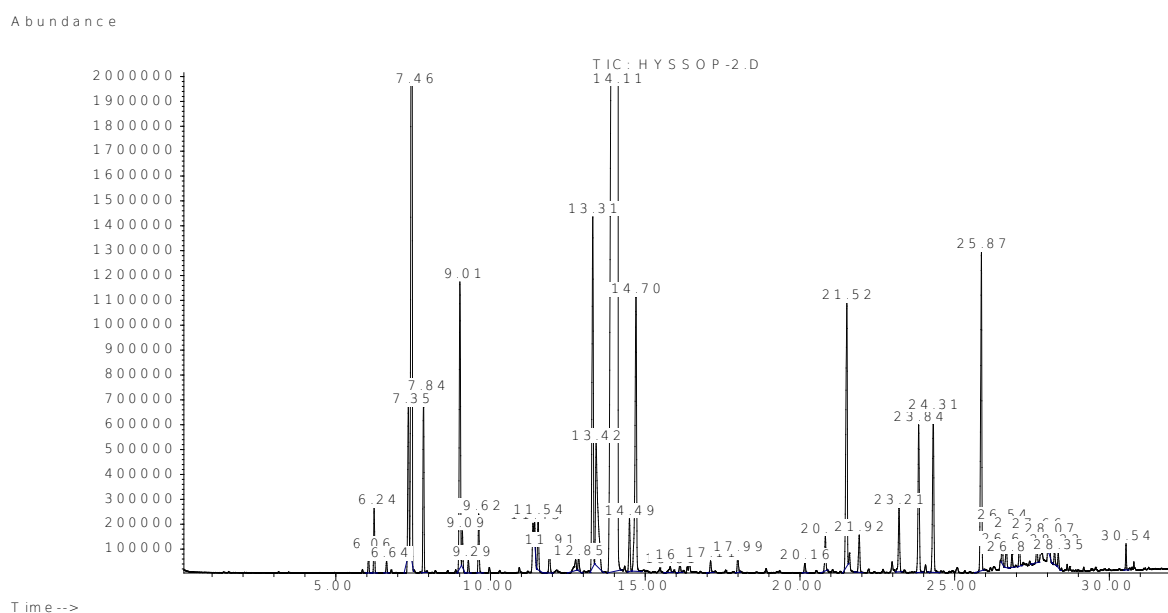
Исследованиями установлено, что распределение растений по массовой доле пинокамфона находится в области значений от 4,34% до 60,48% с максимальным числом растений (35%) с содержанием пинокамфона (от 10 до 20%) и вторая вершина кривой в области значений от 30 до 40%. Остальные растения распределялись равномерно в интервале до 10% и с 20 до 30%. Однако со значительным разрывом в содержании пинокамфона обнаружено растение с максимальным биосинтезом пинокамфона (до 60,48%). Это позволяет говорить о наличии двух хемотипов у иссопа лекарственного со средним и высоким содержанием этого терпеноида в эфирном масле (рис. 1).

Аналогичная картина наблюдается по распределению растений с массовой долей изопинокамфона в эфирном масле. Кривая распределения растений по количеству изопинокамфона в эфирном масле имеет ярко выраженную двувыпуклость с максимумом растений (30%) в интервале (20-30%) и вторая вершина в области высоких значений изопинокамфона (от 50 до 60%) с числом растений 35%. Среди исследуемых растений выделена форма с довольно высоким биосинтезом изопинокамфона (до

61,12%), что позволяет использовать растение в качестве исходного материала для селекции.

Кривая распределения растений по биосинтезу в эфирном масле элемола имеет левую асимметрию с максимумом распределения в интервале (2-7%) средних значений для данного компонента, и лишь отдельные растения синтезируют до 19%. Следует заметить, что элемол – моноциклический сесквитерпеновый спирт, обладает приятным запахом и его присутствие облагораживает эфирное масло. Почти для всех минорных компонентов эфирного масла иссопа отмечено более низкое их содержание и узкий интервал варьирования. Во всех случаях гистограммы однородны и имели нормальный вид, характеризовались односторонностью, в распределении отсутствовал второй максимум, то есть растения представляют собой один хемотип по содержанию вышеперечисленных терпеноидов.

Анализ показал, что наибольшей изменчивостью отличались следующие терпеновые соединения: β -пинен, сабинен, мирцен, β -фелландрен, кариофиллен, которые имели высокие коэффициенты варьирования.



1	6.05	0.144%	α -туйен	22	16.12	0.094%	нераль
2	6.24	0.444%	α -пинен	23	17.11	0.111%	гераниаль
3	6.64	0.085%	камфен	24	17.99	0.162%	
4	7.34	1.122%	сабинен	25	20.16	0.090%	геранилацетат
5	7.46	9.156%	β -пинен	26	20.82	0.311%	β -бурбонен
6	7.83	1.302%	мирцен	27	21.51	2.822%	метилэвгенол
7	9.01	2.680%	β -фелландрен	28	21.91	0.382%	кариофиллен
8	9.09	0.244%	1,8-цинеол	29	23.20	0.670%	алло-аромандрен
9	9.28	0.097%	транс-оцимен	30	23.84	1.506%	гермакрин D
10	9.62	0.472%	цис-оцимен	31	24.31	1.664%	бициклогермакрин
11	11.42	0.132%	терпинолен	32	25.86	3.000%	элеомол
12	11.53	0.456%	α -туйон	33	26.53	0.292%	спатуленол
13	11.90	0.244%	β -туйон	34	26.67	0.224%	
14	12.75	0.156%	пинокарвеол	35	26.85	0.108%	виридифлорол
15	12.84	0.124%	камфора	36	27.09	0.273%	ледол
16	13.30	3.491%		37	27.65	0.219%	γ -эвдесмол
17	13.41	2.247%	пинокамфон	38	28.07	0.133%	α -эвдесмол
18	14.10	61.122%	изопинокамфон	39	28.23	0.125%	
19	14.49	0.508%	α -терпинеол	40	28.35	0.118%	
20	14.70	3.214%	миртенол	41	30.53	0.169%	розифолиол
21	15.80	0.087%					

Рис. 1 Хемотип иссопа лекарственного с максимально высоким содержанием изопинокамфона

В процессе исследования состава эфирного масла семенной популяции иссопа лекарственного удалось обнаружить уникальные хемотипы. Так, нами выделен метилэвгенольный хемотип, содержащий 51,32% метилэвгенола, до 13,1% – изопинокамфона, до 6,77% – элемола. Обнаружен линалоольный хемотип со следующим составом эфирного масла: пинокамфон – 2,94%, изопинокамфон – 33,38%, линалоол – 34,88%, а также необычный хемотип с содержанием октакозана – 22,61%, изопинокамфона – 34,65%. В популяции выделен хемотип со следующим составом эфирного масла: пинокамфон – 4,34%, изопинокамфон – 7,77%, метилэвгенол – 2,25%, элеомол – 10,39%, манол – 21,7%, виридифлорол – 7,51% и другие.

Выраженный полихимизм и слабая сопряженность содержания отдельных компонентов эфирного масла раскрывает широкие возможности индивидуального отбора растений из семенной популяции *H. officinalis*. Для иссопа характерна высокая степень гетерогенности популяции растений. Такой тип изменчивости и взаимозависимости процессов биосинтеза отдельных терпеноидов сохраняется в семенном потомстве, что свидетельствует о генетической устойчивости вида и правомерности выделения его в качестве самостоятельной таксономической единицы рода *Hissopus*.

В связи с тем, что вид *H. officinalis* имеет 3 формы растений с белыми, синими и розовыми цветками, нами было проведено изучение компонентного состава эфирного масла этих форм. Сравнительное изучение состава эфирного масла показало, что по содержанию углеводов принципиальных различий между белоцветковой (9,59%) и розовой (10,31%) формами нет. Однако у синецветковой формы содержание углеводов в 2 раза ниже (4,4%). Повышенное содержание спиртов отмечено у белоцветковой формы (до 8,69%), несколько ниже у синецветковой (до 5,73%) и меньше всего их в составе масла розовоцветковой формы (до 4,61%). Что касается содержания альдегидов и кетонов, то здесь принципиальных различий не наблюдается. У синецветковой и розовоцветковой форм их количество равное (по 59,8%) и несколько более высокое у белоцветковой формы (до 62,17%).

Сравнительное изучение состава эфирного масла по отдельным терпеновым соединениям выявило принципиальные отличия отдельных особей. Так, наибольшая массовая доля β -пинена наблюдалась у белоцветковой формы (до 10,50%), несколько меньше у синецветковой и розовоцветковой форм (до 9,12%). Однако, следует отметить, что кривая распределения по данному признаку у растений всех форм имеет левостороннее распределение с максимумом растений с массовой долей β -пинена в интервале 3-5%.

Принципиальных различий у форм с белыми, синими и розовыми цветками по массовой доле в эфирном масле β -фелландрена, спатуленола, миртенола, кариофиллена, левола и других терпеновых соединений не наблюдалось. Все они имели одновершинную кривую распределения в области низких значений.

Сравнительное изучение характера распределения растений по биосинтезу в эфирном масле пинокамфона и изопинокамфона у разных форм показало следующее: максимум массовой доли пинокамфона в эфирном масле наблюдали у растений с розовыми цветками (до 60,48%), у синецветковой формы – до 36,37%, а у растений с белыми цветками – 35,24%. Несколько иная картина наблюдается по биосинтезу изопинокамфона. Здесь максимум массовой доли изопинокамфона в эфирном масле отмечен у растений с белыми цветками (до 61,12%, рис. 1), несколько меньше у растений с синими цветками (до 57,93%) и минимальное количество у растений с розовыми цветками – до 38,14% (табл. 1).

Таблица 1

Компонентный состав эфирного масла различных морфологических форм *H. officinalis*

Компонент	Варьирование массовой доли компонента, %		
	белоцветковая	синецветковая	розовоцветковая
сабинен	0,19 – 0,42	0,38 – 1,53	0,19 – 0,69
β -пинен	0,41 – 2,89	0,42 – 3,16	0,88 – 4,35
мирцен	0,26 – 0,46	0,25 – 1,35	0,15 – 0,71
β -фелландрен	0,19 – 1,11	0,22 – 2,12	0,32 – 0,82
линалоол	0,13 – 34,88	0,22 – 0,93	0,12 – 0,91
α -туйон	0,17 – 1,09	0,30 – 1,02	0,75 – 1,40
пинокамфон	1,12 – 35,24	12,59 – 36,37	11,54 – 60,48
изопинокамфон	34,65 – 61,12	34,67 – 57,93	4,44 – 38,14
α -терпинеол	0,25 – 0,73	0,30 – 0,32	0,29 – 1,43
миртенол	3,63 – 6,31	1,21 – 3,43	1,68 – 4,17
метилэвгенол	0,52 – 37,80	0,23 – 0,73	0,32 – 1,70
кариофиллен	1,82 – 3,77	2,12 – 7,70	1,40 – 5,17
элеомол	0,33 – 2,81	0,63 – 1,49	0,66 – 3,21
ледол	0,21 – 0,92	0,26 – 0,88	0,11 – 0,52
спатуленол	1,39 – 3,52	0,83 – 3,35	0,48 – 2,39
виридифлорол	0,23 – 2,15	0,10 – 2,16	0,10 – 7,24
маноол	0,36 – 5,85	0,10 – 5,76	0,19 – 20,16

Изучение компонентного состава эфирного масла *H. officinalis* позволило выделить из растений с белыми цветками ценную хемоформу с биосинтезом редкого терпеноида метилэвгенола (до 37,80%). Это позволяет говорить о наличии двух хемотипов у иссопа лекарственного: с низким и высоким уровнем биосинтеза этого терпеноида в эфирном масле. Следует отметить, что для этого хемотипа характерен низкий уровень биосинтеза пинокамфона (до 2,2%). Кроме того, среди растений иссопа с белыми цветками обнаружен хемотип, в биосинтезе которого доминирует линалоол (34,88%). Для этого хемотипа отмечена также низкая массовая доля пинокамфона (до 2,24%). Таким образом, у обнаруженных хемотипов наблюдается подавление биосинтеза пинокамфона, а вместо него идет биогенез линалоола.

Эфирное масло – сложная химическая субстанция, подверженная влиянию целого ряда факторов. Терпеноидный состав эфирного масла зависит от фазы развития растения, гидротермальных факторов, на фоне которых происходит рост и развитие растения, и даже от сроков уборки сырья. Согласно литературным данным, время сбора цветочного сырья имеет довольно большое значение, так как эфирные масла подвержены значительным изменениям под воздействием суточных и сезонных колебаний [13, 16, 18, 19]. В сравнении с большим количеством работ по определению компонентного состава эфирных масел у различных видов *Hyssopus*, исследований по изменчивости массовой доли отдельных терпеноидов эфирного масла в течение суток в доступной нам литературе не встретилось.

В связи с этим одной из задач наших исследований было проследить изменчивость компонентного состава эфирного масла в течение суток. Для решения этой задачи нами были выбраны растения иссопа лекарственного с белыми цветками, у которых определялся компонентный состав эфирного масла. Надземную массу сырья для анализов брали в пять, восемь, тринадцать и в восемнадцать часов. Данные о динамике компонентного состава эфирного масла *H. officinalis* в течение суток представлены в таблице 5.3.

Как видно из таблицы 2, доминантными компонентами эфирного масла иссопа являются цис- и транс- формы пинокамфона, которые находятся в динамическом равновесии. Анализ показывает, что в пять часов утра массовая доля пинокамфона

составила 38,48%, а изопинокамфона значительно ниже – 21,03%. Затем в 8 часов биосинтез пинокамфона упал до 22,94%, а биосинтез изопинокамфона увеличился до 33,38%, то есть в 1,5 раза.

Таблица 2

Изменчивость компонентного состава эфирного масла *H. officinalis* в течение дня

Компонент	Время выхода компонента минут	Массовая доля компонента, % на время анализа			
		5 часов	8 часов	13 часов	18 часов
сабинен	7,33-7,37	0,680	0,166	–	–
β-пинен	7,43-7,50	4,769	1,389	3,193	1,372
мирцен	7,83-7,85	0,579	0,333	–	–
β-фелландрен	9,02-9,03	1,231	1,578	0,366	0,225
линалоол	11,64-11,81	0,935	4,883	0,708	1,090
пинокамфон	13,45-13,84	38,486	22,940	15,806	25,007
изопинокамфон	14,12-14,37	21,033	33,377	35,968	22,993
миртенол	14,74-14,93	5,481	3,607	4,895	5,549
метил эвгенол	21,50-21,53	0,630	0,351	1,589	2,257
кариофиллен	21,94-21,97	1,207	1,063	1,427	1,654
гермакрен-D	23,89-23,93	3,081	4,284	1,806	1,594
элеомол	25,85-25,95	4,140	0,309	5,582	8,328
спатуленол	26,56-26,59	–	1,188	2,881	2,110
кариофилленоксид	26,62-26,66	1,707	0,682	1,748	2,013
виридифлорол	26,86-26,90	0,433	0,236	0,465	0,813
эпи-маноол	33,34	0,319	0,237	3,446	2,366
фитол	33,73	0,657	0,627	1,367	2,148

К 13 часам дня продолжается снижение биосинтеза пинокамфона до 15,81%, а массовая доля изопинокамфона незначительно увеличивается до 35,97%. В 18 часов происходит увеличение биосинтеза пинокамфона в 1,7 раза до 25,00%, а биосинтез изопинокамфона, наоборот, падает в 1,6 раза до 22,99%. Таким образом, в течение дня происходит падение биосинтеза пинокамфона и, наоборот, увеличение содержания изопинокамфона примерно на ту же величину. Как видно из рисунка 2, биосинтез пинокамфона и изопинокамфона находятся в противофазе или динамическом равновесии. Что касается динамики биосинтеза миртенола и элемола, то здесь наблюдается следующая картина. В 8 часов утра наблюдается резкое падение массовой доли элемола по сравнению с его содержанием в 5 часов утра, а затем в 13 и до 18 часов происходит увеличение его биосинтеза. Аналогичная картина наблюдается в биосинтезе миртенола. С 5 часов утра и до 8 часов происходит некоторое снижение массовой доли миртенола, а затем происходит увеличение его биосинтеза.

Несколько иная картина наблюдается в биосинтезе β-пинена. Максимальное его количество в эфирном масле мы наблюдаем в 5 часов утра (4,78%), а затем резкое падение до 1,39% к восьми часам утра. В 13 часов происходит увеличение его биосинтеза до 3,19%, то есть почти в 2,3 раза, а к 18 часам отмечаем резкое падение до 1,37%, снова в 2,3 раза.

Что касается остальных компонентов эфирного масла *H. officinalis* в течение дня, то их массовая доля варьирует в пределах ошибки и резких изменений не наблюдается. Анатомио-морфологическое изучение растений показало, что *H. officinalis* имеет эфиромасличные железки на всех органах, в связи с чем все органы должны содержать эфирное масло. Литературные источники [10, 11, 1] указывают лишь на наличие эфирного масла в надземной массе сырья. Мы попытались выделить эфирное масло из

стеблей, листьев, соцветий, надземной массы цветочного сырья, а также из семян и определить его компонентный состав.

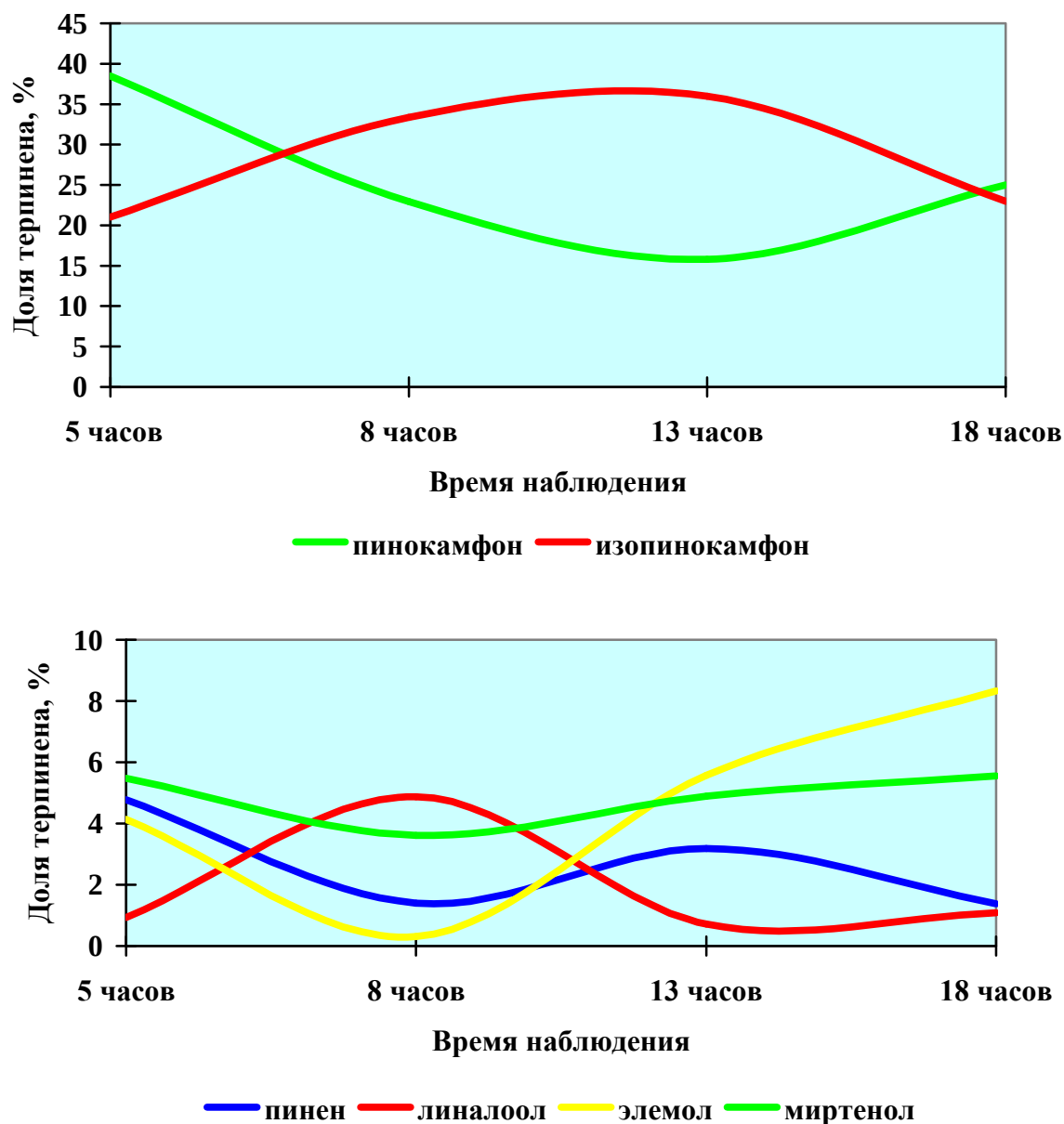


Рис. 2 Особенности изменчивости биосинтеза основных терпеноидов в эфирном масле иссопа в течение дня

Исследования показали, что все части иссопа лекарственного содержат эфирное масло. Изучение компонентного состава эфирного масла позволило идентифицировать 41 соединение. В состав эфирного масла входят углеводороды, спирты, альдегиды, кетоны и в незначительном количестве сложные эфиры. Углеводороды представлены сабином, мирценом, α - и β -пиненом, β -фелландреном.

При анализе компонентного состава эфирного масла из всей надземной массы оказалось, что доминантными соединениями являются пинокамфон и изопинокамфон, массовая доля которых в сумме колеблется от 48,0% до 77,0%, далее β -пинен (до 10,50%), а у отдельных растений до 19,51%. Массовая доля миртенола варьирует в пределах 3,61-5,55%, элемола в пределах 3,13-14,80% (у отдельных хемотипов до 19,04%), метилэвгенола от 0,63% до 4,1% и линалоола до 1,50% (табл. 3).

Состав эфирного масла из листьев несколько отличается от такового из надземной массы.

Таблица 3

**Компонентный состав эфирного масла из надземной массы
*H. officinalis***

Компонент	Показатели			
	X±Sx	V, %	min	max
сабинен	0,316±0,1227	78,6	0,17	0,68
β-пинен	2,680±0,8169	61,0	1,37	4,77
мирцен	0,505±0,0627	24,9	0,33	0,61
β-фелландрен	0,850±0,3297	77,6	0,22	1,58
линалоол	1,055±0,1617	30,7	0,71	1,48
α-туйон	0,383±0,0661	34,6	0,21	0,52
пинокамфон	20,563±7,4962	72,9	2,94	38,49
изопинокамфон	28,343±3,7156	26,2	21,03	35,97
α-терпинеол	0,708±0,0312	8,8	0,65	0,79
миртенол	4,883±0,4492	18,4	3,61	5,55
метилэвгенол	1,208±0,4399	72,9	0,35	2,26
кариофиллен	1,338±0,1289	19,3	1,06	1,65
элеомол	5,340±1,1014	41,3	0,31	8,33
ледол	0,660±0,1047	31,7	0,37	0,87
спатуленол	1,825±0,4177	45,8	1,12	2,88
виридифлорол	0,485±0,1187	49,0	0,24	0,81
маноол	1,590±0,7902	99,4	0,23	3,44
кариофилленоксид	1,538±0,2934	38,2	0,68	2,01

Основным компонентом является изопинокамфон, массовая доля которого варьировала в пределах от 34 до 52%. При этом содержание пинокамфона было значительно ниже – 9,36-42,97%. Более низкая, в сравнении с надземной массой, и доля β-пинена – 0,42-4,35%. Массовая доля миртенола и элемола варьирует в тех же пределах, что и в надземной массе. Отличительной особенностью компонентного состава эфирного масла из листьев является высокое содержание сесквитерпенов и особенно таких терпеновых соединений, как: виридифлорол (до 7,24%), маноол (до 20,16%), а также не встречающихся в составе эфирного масла из надземной массы соединений, таких как: фитол (до 6,75%) и октакозан (до 22,61%) (табл. 4).

Особый интерес представляло изучение компонентного состава эфирного масла из стеблей, так как, несмотря на то, что стебель содержит минимальное количество эфирного масла и является балластом в сырье, его состав влияет на качество масла в целом. Анализ компонентного состава стеблей показал, что основным компонентом эфирного масла является изопинокамфон, массовая доля которого у отдельных особей достигает до 56,7%. При этом отмечен очень низкий уровень биосинтеза пинокамфона, максимум 6,35%. Отличительной особенностью эфирного масла из стеблей является повышенный биосинтез таких компонентов как элеомол (до 10,39%), виридифлорол (до 7,51%) и максимум биосинтеза маноола (до 21,7%) по сравнению с остальными органами растения. Особую ценность представляет метилэвгенол, обнаруженный в эфирном масле одной из особей в максимальном количестве – 51,32% (см. табл. 4).

Исследование состава эфирного масла из генеративных органов иссопа лекарственного (соцветия) в сравнении с маслом из других частей растения выявило следующие отличия в количественном содержании компонентов. Так, для эфирного масла из соцветий отмечен самый высокий уровень биосинтеза пинокамфона (до 60,48%) и изопинокамфона (до 61%). Однако массовая доля остальных компонентов варьирует в тех же пределах, что и в эфирном масле из других органов. Несколько занижен уровень биосинтеза таких компонентов как метилэвгенол, виридифлорол и особенно манол.

В связи с тем, что в доступной литературе не указан состав эфирного масла из семян иссопа лекарственного, для нас особый интерес представляло получить эфирное масло из семян и изучить его компонентный состав в сравнении с другими органами растения (рис. 3).

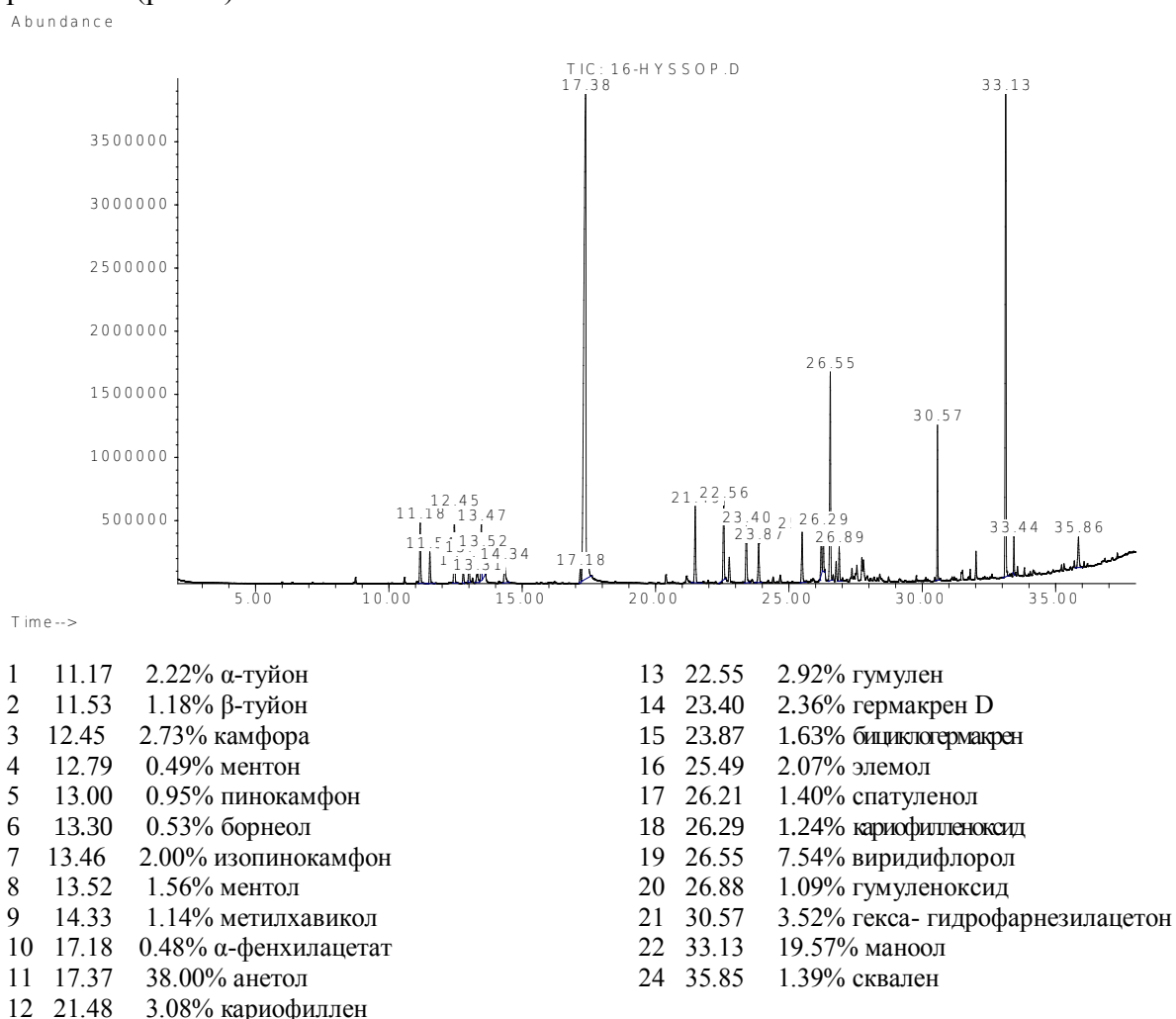


Рис. 3 Хроматограмма эфирного масла из семян *H. officinalis*

Исследования показали, что компонентный состав эфирного масла из семян *H. officinalis* резко отличается от состава эфирного масла из всех других частей растения. В эфирном масле идентифицировано 24 компонента. Основным компонентом является анетол ($C_{10}H_{12}O$) – соединение с анисовым запахом и сладким анисовым вкусом, массовая доля которого в эфирном масле составляет 38,0%. В эфирном масле из всех других частей растения *H. officinalis* такое соединение не обнаружено. Кроме анетол, в состав эфирного масла входят: α -туйон (2,22%), β -туйон (1,18%), камфора (2,73%), ментон (0,49%), ментол (1,56%), метилхавикол (1,14%), скален (1,39%) и довольно

высокая доля манолола (19,57%). При этом следует отметить, что те компоненты, которые доминируют в составе эфирного масла из надземной массы сырья, в эфирном масле из семян представлены в крайне небольших количествах. Так, массовая доля пинокамфона составила 0,95%, а изопинокамфона – 2,00%.

Изучение корреляционных связей между отдельными компонентами эфирного масла *H. officinalis* выявило наличие как положительной, так и отрицательной связи между биосинтезом терпеновых соединений. Установленная сопряженность в биосинтезе компонентов эфирного масла у *H. officinalis* во многих случаях выражается довольно низкими значениями коэффициента корреляции (табл. 5). Такого рода зависимости выявлены в отношении пинокамфона и миртенола ($R = -0,19$), пинокамфоном и β -пиненом ($R = -0,20$), пинокамфоном и линалоолом ($R = -0,29$). Следует отметить, что между пинокамфоном и всеми другими компонентами установлена только отрицательная корреляционная связь. Однако между изопинокамфоном и остальными компонентами установлена как положительная, так и отрицательная связь.

Так, положительная связь между изопинокамфоном и метилэвгенолом ($R = 0,45$) позволяет вести селекцию одновременно на оба компонента, а отрицательная корреляция между пинокамфоном и метилэвгенолом ($R = -0,40$) позволяет вести отбор на высокое содержание только одного из соединений, так как они находятся в обратной взаимосвязи.

Таблица 5

Корреляционные связи между компонентами эфирного масла *H. officinalis*

Компоненты	коэффициент корреляции, R	Компоненты	коэффициент корреляции, R
миртенол и элемол	- 0,05	пинокамфон и изопинокамфон	- 0,87
миртенол и β -пинен	- 0,11	пинокамфон и миртенол	- 0,19
миртенол и метилэвгенол	- 0,14	пинокамфон и элемол	- 0,42
миртенол и β -фелландрен	- 0,06	пинокамфон и β -пинен	- 0,20
миртенол и линалоол	0,22	пинокамфон и метилэвгенол	- 0,40
элемол и β -пинен	- 0,56	пинокамфон и линалоол	- 0,29
элемол и метилэвгенол	- 0,13	изопинокамфон и миртенол	0,12
элемол и линалоол	0,37	изопинокамфон и элемол	0,22
элемол и β -фелландрен	0,05	изопинокамфон и β -пинен	- 0,34
β -пинен и метилэвгенол	0,36	изопинокамфон и метилэвгенол	0,45
β -пинен и β -фелландрен	- 0,54	изопинокамфон и β -фелландрен	0,18
β -пинен и линалоол	- 0,08	изопинокамфон и линалоол	0,09
метилэвгенол и β -фелландрен	0,35	β -фелландрен и линалоол	0,29
метилэвгенол и линалоол	- 0,09		

В выделенных нами хемотипах с высокой массовой долей пинокамфона (60,48%) отмечено низкое содержание метилэвгенола (0,87%) и, наоборот, при массовой доле метилэвгенола 51,32% уровень содержания пинокамфона падает до 0,30%.

Наличие таких связей свидетельствует о сопряженности биосинтеза некоторых терпеноидов у иссопа и повышении степени взаимозависимости в содержании отдельных компонентов эфирного масла. Высокий отрицательный коэффициент корреляции ($R = -0,87$) между основными доминирующими компонентами в эфирном масле (пинокамфон и изопинокамфон) ограничивает возможности отбора сразу на оба терпеноида среди семенного потомства иссопа, так как увеличение массовой доли одного будет сопровождаться уменьшением количества другого. Однако, сопряженность в биосинтезе минорных компонентов эфирного масла у растений из искусственной популяции *H. officinalis* невелика, так как коэффициенты их парной

корреляции в основном имеют низкие значения, что свидетельствует о слабой степени взаимной зависимости их биосинтеза и преобладании флюктуирующей изменчивости, связанной с внутривидовой разнородностью. У иссопа лекарственного выявлена биохимическая гетерогенность с наличием метилэвгенольного и линалоольного хемотипов, а также низким и высоким уровнем корреляции между содержанием компонентов эфирного масла. Такой тип изменчивости, степень сопряженности и взаимозависимость процессов биосинтеза отдельных терпеноидов сохраняется в семенном потомстве, что свидетельствует о генетической устойчивости вида и правомерности выделения его в качестве самостоятельной таксономической единицы рода *Hyssopus* L.

Установленные закономерности свидетельствуют о широких возможностях отбора внутри вида перспективных для промышленного использования и селекционных работ хемотипов иссопа, а также как нового исходного материала для создания новых сортов.

Заключение

Таким образом, исследованиями установлено, что иссоп лекарственный накапливает эфирное масло во всех органах растения (стебель, лист, соцветие, семена). Химический анализ эфирного масла из растений, выращенных в Предгорной зоне Крыма, показал, что полученное эфирное масло высокого качества и содержит углеводороды, спирты, кетоны, фенолы и другие соединения. В составе эфирного масла *H. officinalis* из надземной массы сырья обнаружено 60 соединений, при этом идентифицировано 41. Показана внутривидовая изменчивость компонентного состава эфирного масла в связи с семенным способом размножения.

Нами обнаружены хемотипы (метилэвгенольный хемотип, хемотипы с высоким содержанием октакозана, элемола, манолола, виридифлорола), сведения о которых в научной литературе отсутствуют. В литературных источниках можно встретить упоминание о такой разновидности иссопа, как иссоп ползучий (*H. officinalis* var. *decumbens*), который отличается более низким содержанием пинокамфона и изопинокамфона. Его основными компонентами являются линалол (49.6%), 1,8-цинеол (13.3%) и лимонен (5.4%) [18, 19]. При этом нигде не приводится описание морфологических особенностей, отличающих *H. officinalis* var. *decumbens* от *H. officinalis*. В семенном потомстве *H. officinalis* нами обнаружен хемотип со следующим составом эфирного масла: пинокамфон – 2,94%, изопинокамфон – 33,38%, линалоол – 34,88%. Если *H. officinalis* var. *decumbens* выделен только на основе повышенного содержания линалоола в составе эфирного масла, то наши исследования ставят под сомнение правомерность выделения такой таксономической единицы.

Кроме того, впервые проведен сравнительный анализ эфирного масла из различных частей растения *H. officinalis*. Это позволило выявить количественные различия в составе терпеноидов. Впервые проведен качественный анализ эфирного масла из семян иссопа. В его составе идентифицировано 24 компонента с доминированием анетолы.

Список литературы

1. Аксёнова Л.В., Хлыпенко Л.А., Бакова Н.Н. К интродукции иссопа в условиях Южного берега Крыма // Материалы VIII международной конференции «Современные научные исследования в садоводстве» Ялта, – 2000, – Ч. 3. – С. 11-14.
2. Варенцев В.И. О теории эволюции эфирных масел // Маслобойно-жировое дело. – 1931. – № 2/3. – С. 32-36.
3. Горяев М.И., Плива И. Методы исследования эфирных масел. – Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1969. – 752 с.

4. Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С., Логвиненко И.Е. Новые эфирномасличные культуры. – Симферополь: Таврия, 1988. – С. 34–38.

5. Никитина А.С. Фармакогностическое изучение змееголовника молдавского (*Dracoscephalum moldavica* L.) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) с целью обоснования применения в фармации и медицине: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. фарм. наук.: спец. 15.00.02. – Пятигорск, 2008. – 22 с.

6. Николаев А.Г. Биологическая роль компонентов эфирных масел. – Кишинева: Штиинцэ, 1972. – С. 9-28.

7. Нилов В.И., Вильямс В.В., Михельсон Л.А. О превращениях эфирных масел в растениях // Записки Никитского ботанического сада. – 1929. – вып. 3. – С. 3-36.

8. Работягов В.Д., Свиденко Л.В., Деревянко В.Н., Бойко М.Ф. Эфирномасличные и лекарственные растения, интродуцированные в Херсонской области – Херсон: Айлант, 2003. – С. 161-165.

9. Танасиенко Ф.С., Касимовская Н.Н. Об изменении соотношения компонентов эфирных масел в растениях. // Физиология и биохимия культурных растений. – М., 1981. – Вып. 13, № 4. – С. 406-410.

10. Тимчук К.С., Человская Л.Н. Биохимическая характеристика иссопа лекарственного // Вопросы интенсификации эфиромасличного производства в Молдавской ССР. – Кишинева, 1982 – С. 189-200.

11. Хлытенко Л.А., Бакова Н.Н., Работягов В.Д., Щербакова Ю.П., Виноградов Б.А. Изучение рода *Hyssopus* L. в условиях Южного берега Крыма // Бюлл. Никит. ботан. сада, 2004. – Вып. 90. – С. 59–63.

12. Шарыгина И.С. Некоторые вопросы биологии и биохимии *Origanum vulgare* L. *Hyssopus officinalis* L. // Бот. журнал. – 1959. – Т. 44, № 8. – С. 1124-1128.

13. Chang X., Alderson P.G., Wright Ch.J. Variation in the Essential Oils in Different Leaves of Basil (*Ocimum basilicum* L.) at Day Time // The Open Horticulture Journal, 2009. – Vol. 2. - P. 13-16.

14. De Filippis. *Hyssopus* L. // Flora Europaea. Cambridge, 1972. – Vol. 3. – P. 169 –170.

15. Mazzanti G., Battinelli L. Antimicrobial properties of the linalool-rich essential oil of *Hyssopus officinalis* L. var *decumbens* (Lamiaceae). – Flavour and Fragrance Journal. – Roma: 1998. – 13(5). – P. 289-294.

16. Miguel M.G., Duarte F., Venâncio F., Tavares R. Chemical composition of the essential oils from *Thymus mastichina* over a day period // World Conference on Medicinal and Aromatic Plants, Budapest, Hungria, 2001. – P. 8-11.

17. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. – Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. -472p.

18. Tonger O., Karaman S., Kizil S., Diraz E. Changes in Essential Oil Composition of *Oregano* (*Origanum onites* L.) due to Diurnal Variations at Different Development Stages // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 2009. – Vol. 37, № 2. – P. 177-181.

19. Yaldiz G. Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova / G. Yaldiz, N. Sekeroglu, M. Ozguven, M. Kirpik // Grasas y Aceites, 2005. - Vol. 56, Fasc. 4. – P. 254-258.

Rabotyagov V.D., Shibko A.N. Investigation of component composition of the essential oil *Hyssopus officinalis* L. // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 94 – 106.

The article presents new data about content and component composition of three forms of the essential oil *Hyssopus officinalis* type growing in the conditions of Piedmont Crimea. It has been identified 41 terpenic compounds. The main of them are pinocamphone (up to 60%) and izopinocamphone (up to 61%). For further selection variety form of *H. officinalis* containing linalool 34.88%, izopinocamphone 33.38% and pinocamphone 2.94% has been marked out.

Key words: *Hyssopus officinalis*, pinocamphone, izopinocamphone, essential oil, component, changeability, overground plants.

УДК 633.8:577.19(477.75)

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

А.Е. ПАЛИЙ, О.А. ГРЕБЕННИКОВА, В.Д. РАБОТЯГОВ, И.Н. ПАЛИЙ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

В статье представлен качественный и количественный состав летучих соединений и фенольных веществ экстрактов ряда пряно-ароматических и лекарственных растений из коллекции НБС. Выделены виды с высоким содержанием БАВ. Концентрация летучих соединений растительных экстрактов составляет от 0,01 до 3,37 г/100 г., а их компонентный состав представлен в основном терпеновыми и ароматическими веществами. Содержание фенольных веществ в растительных экстрактах, представленных флавоноидами и гидроксикоричными кислотами, находится в пределах 0,91 – 2,48 г/100 г.

Ключевые слова: *пряно-ароматические и лекарственные растения, водно-этанольные экстракты, летучие соединения, фенольные вещества*

Введение

Издавна пряно-ароматические растения широко используются в различных областях жизнедеятельности человека, а наиболее часто – в кулинарии, производстве спиртных и прохладительных напитков, изготовлении косметической продукции и парфюмерии, медицинских средств и лекарственных форм [19]. Они пользуются популярностью в народной и традиционной медицине при различных заболеваниях и для профилактики [17].

Биологическая ценность пряно-ароматического растительного сырья определяется содержанием широкого спектра биологически активных веществ: эфирных масел, гликозидов, витаминов, минеральных веществ и фенольных соединений, в том числе флавоноидов [18]. Эти вещества улучшают кулинарные качества продуктов, возбуждают деятельность вкусовых и пищеварительных органов, вызывают аппетит, усиливают усвояемость пищевых продуктов, благоприятно влияют на обмен веществ, деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем и на общее состояние человека. Многим пряно-ароматическим растениям присущи консервирующие, антисептические и бактерицидные свойства [4].

Известно, что на качественный и количественный состав биологически активных веществ в растении значительное влияние оказывают его генетическое происхождение и условия произрастания, кроме того, немаловажную роль имеют способы извлечения этих веществ из растительного сырья. Так, нативные экстракты, не подвергшиеся термообработке и воздействию процессов разделения и очистки, имеют, как правило, более высокую биологическую активность за счет действия всего комплекса физиологически активных веществ растения [5].

В Никитском ботаническом саду собрана большая коллекция пряно-ароматических и лекарственных растений. Учеными сада ведутся многолетние работы по их интродукции и селекции, в ходе которых выделяются перспективные сорта и формы [6, 7].

На основании вышеизложенного, актуально комплексное исследование состава биологически активных веществ перспективных видов, сортов и форм пряно-ароматических и лекарственных растений, произрастающих в условиях Южного берега Крыма.

Цель работы: скрининговые исследования состава биологически активных веществ ряда пряно-ароматических и лекарственных растений из коллекции НБС для обоснования их дальнейшего использования.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили: *Achillea millefolium* L. var. *rosea*, *Achillea collina* Becker ex. Rchb., *Artemisia annua* L. 'Новичок', *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. 'Ветвистый', *Artemisia absinthium* L., *Artemisia dracunculus* L. 'Травневый', *Echinacea angustifolia* DC., *Echinacea purpurea* (L.) Moench., *Helichrysum italicum* (Roth.) Guss. 'ВИМ', *Hyssopus officinalis* L. 'Никитский Белый', *Levisticum officinale* W.D.J. Koch., *Melissa officinalis* L., *Mentha spicata* L., *Mentha longifolia* L., *Nepeta cataria* L. f. *citriodora* Dum. 'Переможец-3', *Ocimum basilicum* L., *Origanum vulgare* L., *Salvia officinalis* L., *Satureja montana* L. 'Крымский Смарагд', *Satureja hortensis* L. 'Мартьян', *Scutellaria baicalensis* Georgi., *Thymus vulgaris* L., *Thymus vulgaris* L. 'Ялос'. Растения выращены на коллекционных участках НБС сотрудниками лаборатории ароматических и лекарственных растений. Растительный материал для анализа собирали в 2011-2013 гг. в период массового цветения.

Содержание биологически активных веществ определяли в водно-этанольных экстрактах, приготовленных из воздушно-сухого растительного сырья. Сырье высушивали в проветриваемом темном помещении до постоянной массы. Экстракцию проводили 50%-ным этиловым спиртом при соотношении сырья и экстрагента – 1 : 10, настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре.

Компонентный состав летучих веществ определяли методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 250⁰С со скоростью 4⁰С/мин. Температура инжектора – 250⁰С. Газ-носитель – гелий, скорость потока 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230 ⁰С. Температура источника поддерживалась на уровне 200⁰С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс *m/z* от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

Содержание фенольных веществ определяли по Фолину Чиокальтео (Гержикова, 2002), флавонолов – спектрофотометрически (Чемесова и др., 2000). Значения всех показателей пересчитаны на воздушно-сухую массу.

Компонентный состав фенольных веществ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent Technologies 1100. Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка размером 2,1 × 150 мм, заполненная октадецилсилильным сорбентом «ZORBAX-SB C-18 зернением 3,5 мкм. При анализе применяли градиентный режим хроматографирования, предусматривающий изменение в элюирующей смеси соотношения компонентов А (0,1 % ортофосфорная кислота; 0,3 % тетрагидрофуран; 0,018 % триэтиламин) и В (метанол). Скорость подачи подвижной фазы составила 0,25 см³/мин; рабочее давление элюента – 240-300 кПа; объем пробы – 2 мкл; время сканирования – 0,5 с; масштаб измерений 1,0. Идентификацию фенольных веществ проводили по временам удерживания стандартов и спектральным характеристикам (параметры снятия спектра – каждый пик 190-600 нм; длины волн 280, 313, 350, 371 нм (Murrough et al., 1982).

Результаты и обсуждение

При помощи хроматографических методов определен качественный состав и концентрации летучих соединений и фенольных веществ в водно-этанольных экстрактах 22 видов пряно-ароматических и лекарственных растений из семейств Lamiaceae, Asteraceae и Apiaceae.

Концентрации летучих соединений растительных экстрактов содержатся в пределах от 0,01 г на 100 г воздушно-сухого сырья до 3,37 г/100 г (табл. 1). Максимальные концентрации летучих соединений выявлены в экстрактах *Thymus vulgaris* и *Ocimum basilicum*, минимальные – в *Echinacea angustifolia*, *Echinacea purpurea* и *Scutellaria baicalensis*.

Компонентный состав летучих соединений экстрактов исследованных растений отличается большим разнообразием и представлен в основном терпеновыми и ароматическими веществами (фенольными соединениями и фенилпропаноидами). Исключение составляет экстракт *Echinacea angustifolia*, состоящий преимущественно из алифатических соединений (одноосновных карбоновых кислот).

Так, высокие концентрации монотерпенов присущи *Achillea collina* и *Helichrysum italicum* 'ВИМ'. Также достаточно высокое содержание лимонена (9,7 %) характерно для *Mentha arvensis*. Монотерпеновые соединения обладают антисептическим (особенно по отношению к бактериям, присутствующим в воздухе), бактерицидным, стимулирующим и отхаркивающим действием [2]. В то же время, некоторые исследователи полагают, что антимикробные и антиоксидантные свойства пряно-ароматических растений обусловлены содержанием в них монотерпенов, в частности лимонена [28].

Максимальные концентрации монотерпеновых спиртов выявлены для *Thymus vulgaris* 'Ялос', *Ocimum basilicum*, *Nepeta cataria*, *Achillea millefolium* и *Artemisia absinthium*. Монотерпеновые спирты, такие как: линалоол, терпинен-4-ол, α-терпинеол и борнеол обладают антимикробной активностью [13, 24]. Борнеол, терпинен-4-ол, α-терпинеол обеспечивают антигрибковую активность [23]. Кроме того, у некоторых спиртов, в частности гераниола и терпинеола, выявлена высокая антифугальная, а у цитронеллола – противовоспалительная, у линалоола – вирулицидная активность [13].

Экстракт *Levisticum officinale* отличается значительной концентрацией α-терпинилацетата (69,8%). Сложные эфиры спиртов проявляют разнообразные виды биологической активности: противовоспалительное, ранозаживляющее и антимикробное действие [13]. α-Терпинилацетат обладает приятным запахом бергамота, благодаря чему широко применяется для ароматизации парфюмерной продукции [3].

Высоким содержанием монотерпеновых альдегидов характеризуются экстракты *Melissa officinalis* и *Nepeta cataria*. Монотерпеновые альдегиды проявляют антигрибковую активность, а также антисептическое, болеутоляющее, антигистаминное и гипотензивное действие, стимулируют работу желудочно-кишечного тракта [13]. Эти соединения обеспечивают выраженный седативный эффект [10]. Монотерпеновые альдегиды, обладая приятным ароматом, представляют интерес для парфюмерной промышленности [3, 11].

Значительные концентрации монотерпеновых кетонов обнаружены в экстрактах *Artemisia annua*, *Hissopus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Mentha arvensis* и *Mentha longifolia*. Свойства монотерпеновых кетонов изучены далеко не полностью.

Известно, что некоторые кетоны оказывают неблагоприятное действие на организм в целом [20]. В то же время кетоны проявляют иммуностимулирующее, противосудорожное и седативное действие [22]. В частности, камфора влияет на центральную нервную систему и успокаивает работу сердца при шоковых состояниях

[13]. Вместе с тем, именно высокое содержание монотерпеновых кетонов обуславливает антибактериальные и противогрибковые свойства растений [15, 28, 29]. Также, некоторые исследователи полагают, что антиоксидантные свойства растений обусловлены содержанием в них кетонов, в частности карвона и ментона [25, 27]. При этом следует учитывать, что в высоких концентрациях туйон способен вызывать судороги, поэтому экстракты растений, содержащих данное соединение, следует использовать только при четко выверенной концентрации туйона [16].

Таблица 1

Летучие соединения пряно-ароматических и лекарственных растений

Растение	Концен-трация, г/100 г	Идентифици-ровано компонентов	Основные компоненты
<i>Achillea millefolium</i>	0,43	35	борнеол (18,0%), β-пинен (5,9%), терпинен-4-ол (6,1%)
<i>A. collina</i>	0,12	20	β-пинен (19,2%), 1,8-цинеол (7,5%), γ-кадиол (9,0%)
<i>Artemisia absinthium</i>	0,04	20	сабинол (23,5 %), β-туйон (13,8 %)
<i>A. annua</i>	1,54	43	артемизия-кетон (40,9%), камфора (19,9%)
<i>A. dracunculus</i>	0,32	21	транс-изоэлемицин (62,7%), метилэвгенол (17,1%), цис-метилизоэвгенол (4,2%)
<i>A. scoparia</i>	0,43	33	гекса-5-ен-1,3-диинил-бензол (27,4%), скопарон (18,1%), эвгенол (12,9%)
<i>Echinacea angustifolia</i>	0,03	22	линолевая кислота (31,6%), пальмитиновая кислота (31,0 %)
<i>E. purpurea</i>	0,03	22	n-цимен (27,0%), γ-кадинен (9,4%), спатуленол (8,1%)
<i>Helichrysum italicum</i>	0,33	35	α-пинен (43,3%), лимонен (12,2%), розифолиол (4,5%), пендулетин (4,3%)
<i>Hissopus officinalis</i>	0,63	33	изопинокамфон (3,2%), β-пинен (4,2%), пинокамфон (78,2%)
<i>Levisticum officinale</i>	0,38	14	α-терпинеол ацетат (69,8%), бутилидендигидрофталид (12,5%)
<i>Melissa officinalis</i>	0,22	38	цитронелаль 4,0%, нераль (6,0%), гераниаль (8,2%)
<i>Mentha spicata</i>	0,37	43	цис-дигидрокарвон (15,1%), карвон 29,3%, этил линоленат (11,0%)
<i>M. longifolia</i>	0,97	20	ментон (53,2%), изоментон (27,7%), транс-сабиненгидрат (8,2%)
<i>Nepeta cataria</i>	0,23	14	цитронеллол (33,1%), непеталактон (33,8 %), гераниаль (10,5%), гераниол (8,0%)
<i>Ocimum basilicum</i>	2,31	43	линалоол (46,2%), метилхавикол (24,0%), 1,8-цинеол (9,1%)
<i>Origanum vulgare</i>	0,62	32	пара-цимен (10,0%), тимол (10,3%), γ-терпинен (15,4%), карвакрол (37,7%)
<i>Salvia officinalis</i>	1,80	26	α-туйон (33,3%), камфора (30,5%), 1,8-цинеол (6,4%)
<i>Satureja montana</i>	0,32	18	карвакрол (81,6%), n-цимен (9,7%)
<i>S. hortensis</i>	0,24	15	карвакрол (75,1%), γ-терпинен (7,5%)
<i>Scutellaria baicalensis</i>	0,01	26	фенилацетальдегид (14,7 %), 4-винилфенол (9,1%)
<i>Thymus vulgaris</i>	2,07	29	тимол (74,2%), n-цимен (4,1%), карвакрол (2,3%)
<i>Th. vulgaris</i> 'Ялос'	3,73	41	линалоол (84,5%), тимол 3,4%, линалилацетат (3,4%)

Наибольшее содержание сесквитерпенов выявлено в экстракте *Echinacea purpurea*. Сесквитерпены входят в число наиболее мощных противовоспалительных компонентов эфирных масел. Некоторые обладают обезболивающими свойствами, а другие оказывают сильное спазмолитическое действие [2].

Достаточно высокие концентрации сесквитерпеновых спиртов установлены для *Achillea collina* и *Echinacea purpurea*. Сесквитерпеновые спирты являются ценными соединениями, которые оказывают расслабляющее и тонизирующее действие, стимулируют работу сердца и регенерируют печень, обладают противоаллергенным и противовоспалительным действием [2].

В остальных исследованных растениях преобладают летучие ароматические соединения нетерпеновой природы. Высокие концентрации простых фенольных соединений выявлены в экстрактах *Artemisia scoparia*, *Origanum vulgare*, *Satureja montana*, *Satureja hortensis*, *Scutellaria baicalensis*, *Thymus vulgaris*, фенилпропаноидов – в экстрактах *Artemisia dracunculus* и *Ocimum basilicum*. Как простые фенолы (тимол, карвакрол и др), так и фенилпропаноиды (эвгенол, метилхавикол и др.) проявляют значительную противовоспалительную, отхаркивающую, противогрибковую, протистостатическую, антисептическую, спазмолитическую и антиоксидантную активность [13, 14, 17].

Таким образом, экстракты *Thymus vulgaris* ‘Ялос’, *Ocimum basilicum* и *Achillea millefolium* благодаря высоким концентрациям монотерпеновых спиртов и фенилпропаноидов наиболее подходят для использования в лечебно-профилактических целях. Экстракты из *Melissa officinalis*, *H. italicum* ‘ВИМ’ богаты душистыми веществами с приятным запахом, что позволяет рекомендовать их к использованию в качестве ароматизаторов при создании парфюмерно-косметической и пищевой продукции. Более 85% душистых веществ *Thymus vulgaris* сорта ‘Ялос’, выведенного селекционерами ГНБС, приходится на монотерпеновый спирт линалоол, обладающий тонким ароматом ландыша. Необычный запах этого сорта чабреца делает его привлекательным для парфюмерной промышленности.

Содержание фенольных соединений в растительных экстрактах находится в пределах от 0,91 г на 100 г воздушно-сухого сырья до 2,48 г/100 г (табл. 2). Максимальные концентрации выявлены в экстрактах *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare*, и *Levisticum officinale*, минимальные – в *Achillea collina* и *Hissopus officinalis*.

Компонентный состав фенольных соединений исследованных экстрактов представлен в основном флавоноидами и гидроксикоричными кислотами. У видов рода *Artemisia* L. обнаружены кумарины.

В настоящее время установлены многие стороны биологического действия флавоноидных веществ, давно известна их Р-витаминная активность [1]. Флавоноиды стимулируют деятельность сердца и кратковременно снижают артериальное давление вследствие расширения сосудов брюшной полости. Проявляют гепатопротекторное, противоопухолевое и антимикробное действие [8, 21]. Высоким содержанием флавоноидов отличаются экстракты *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* и *Salvia officinalis*.

Флавоноиды исследованных видов представлены гликозидами флавонов: лютеолином, апигенином, акацетином, кроме того, гликозидами флавонола кверцетина. Отдельно следует выделить Шлемник байкальский с уникальным набором флавоноидов – производных скутеллярина и байкалина.

Гидроксикоричные кислоты являются биогенетическими предшественниками большинства других фенольных соединений. Хорошо изучены их иммуностимулирующая, противовирусная и противовоспалительная активности. Установлено выраженное желчегонное действие феруловой, кофейной, хлорогеновой

кислот и особенно цинарина (1,4-кофеилхинная кислота). Сумма кофейной, хлорогеновой, феруловой, кумаровой и других кофеилхинных кислот оказывает гипоазотемический эффект, усиливает функцию почек, стимулирует антитоксическую функцию печени, обладает антимикробным, антибластомным действием [30].

Таблица 2

Фенольные соединения пряно-ароматических и лекарственных растений

	Концентрация, г/ 100 г			Идентифицировано компонентов	Основные компоненты
	Фенольные соединения	Флавоноиды	Гидоксикоричные к-ты		
<i>Achillea millefolium</i>	2,36±0,12	1,44	0,92	11	лютеолин-7-О-гликозид (28,6%), 4-кофеилхинная кислота (18,5%)
<i>A. collina</i>	2,34±0,10	1,32	1,02	11	лютеолин-7-О-гликозид (24,2%), 4-кофеилхинная кислота (20,5%)
<i>Artemisia absinthium</i>	0,83±0,03	0,10	0,70	12	хлорогеновая кислота (27,0%), кемпферол (8,7%)
<i>A. annua</i>	3,99±0,13	1,28	2,72	16	розмариновая кислота (18,9%), хлорогеновая кислота (11,5%)
<i>A. dracunculus</i>	1,49±0,10	0,11±	0,32	14	розмариновая кислота (21,4%), кумарин (15,2%)
<i>A. scoparia</i>	2,75±0,12	0,48±	1,07	16	кумарин (36,8%), хлорогеновая кислота (16,8%)
<i>Echinacea angustifolia</i>	2,41±0,10	0,05	2,29	17	кофеилхинная кислота (5,6%)
<i>E. purpurea</i>	3,27±0,16	0,06	2,70	9	кофеилхинная кислота (71,3 %), <i>n</i> -кумароилхинная кислота (2,3%)
<i>Helichrysum italicum</i>	1,69±0,06	0,93	0,76	6	4-кофеилхинная кислота (40,0%), хлорогеновая кислота (19,6%)
<i>Hissopus officinalis</i>	0,59±0,01	0,16	0,43	17	розмариновая кислота (28,6%), лютеолин-7-О-гликозид (18,9%)
<i>Levisticum officinale</i>	4,18±0,18	3,41	0,77	9	кверцетин бигликозид (79,3%), кофейная кислота (7,9%)
<i>Melissa officinalis</i>	0,91±0,02	0,20	0,72	8	розмариновая кислота (41,8%), гликозид апигенина (21,5%)
<i>M. longifolia</i>	3,00±0,14	1,99	1,61	13	розмариновая кислота (50,2%), лютеолин-7-О-гликозид (13,2%)
<i>Mentha spicata</i>	2,26±0,12	0,85	1,41	17	розмариновая кислота (57,8%), лютеолин-7-О-гликозид (5,7 %)
<i>Nepeta cataria</i>	2,21±0,16	0,84	1,41	12	хлорогеновая кислота (50,2%), апигенин-7-дигликозид (22,5%)
<i>Ocimum basilicum</i>	1,04±0,03	0,16	0,88	11	розмариновая кислота (20,9%)
<i>Origanum vulgare</i>	5,57±0,18	3,01	2,56	12	розмариновая кислота (40,1%), лютеолин-7-О-гликозид (1,5%)
<i>Salvia officinalis</i>	2,49±0,08	2,03	0,46	8	лютеолин-7-О-гликозид (42,0%), апигенин-7-О-гликозид (26,8%)
<i>Satureja montana</i>	1,86±0,15	0,68	0,74	16	розмариновая кислота (32,7%), апигенин (11,3%)
<i>S. hortensis</i>	1,33±0,03	0,59	0,74	16	розмариновая кислота (46,0 %), лютеолин-7-О-гликозид (18,2 %)
<i>Scutellaria baicalensis</i>	18,51±0,50	18,51	-----	15	дигидроскутеллярин (41,3%), скутелляреин-4-О-гликозид (11,7%)
<i>Thymus vulgaris</i>	2,84±0,15	0,92	1,62	15	розмариновая кислота (54,5%), лютеолин-7-О-гликозид (20,0%)
<i>Th. vulgaris</i> 'Ялос'	1,02±0,07	0,92	0,10	11	лютеолин (22,7%), лютеолин-7-О-гликозид (24,1%)

Из гидроксикоричных кислот во всех исследованных видах обнаружены кофейная, хлорогеновая кислота и ее изомеры, в некоторых растениях – изомеры розмариновой кислоты.

Максимальными концентрациями гидрохискоричных кислот характеризуются экстракты *Echinacea angustifolia* и *Origanum vulgare*.

Таким образом, на основании проведенных исследований выделены виды с высоким содержанием БАВ: *Thymus vulgaris*, *Ocimum basilicum*, *Levisticum officinale*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare*, *Salvia officinalis*.

Выводы

Изучен качественный и количественный состав биологически активных веществ ряда пряно-ароматических и лекарственных растений из коллекции Никитского ботанического сада.

Установлено, что содержание летучих соединений в растительных экстрактах составляет от 0,01 до 3,37 г/100 г. Максимальные концентрации определены в экстрактах *Thymus vulgaris* и *Ocimum basilicum*.

Содержание фенольных веществ находится в пределах 0,59 – 18,51 г/100 г. Максимальные концентрации выявлены в экстрактах *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* и *Levisticum officinale*.

На основании проведенных исследований выделены виды с высоким содержанием БАВ: *Thymus vulgaris*, *Ocimum basilicum*, *Levisticum officinale*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare*, *Salvia officinalis*.

Список литературы

1. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. – Киев: Наук. думка, 1976. – 162 с.
2. Браун Д.В. Ароматерапия. – М., 2007. – 272 с.
3. Войткевич С.А. 865 душистых веществ для парфюмерии и бытовой химии. – М., 1994. – 594 с.
4. Дудченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В.В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник. – К., 1989. – 304 с.
5. Зилфикаров И.Н. Дитерпены и полифенолы шалфея лекарственного: перспективы медицинского применения (обзор литературы) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 11. – 2007. – Вып. 3. – С. 149 – 158.
6. Исигов В.П. История создания коллекции технических и лекарственных культур в Никитском ботаническом саду // Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений: материалы международной научной конференции (Ялта, 8 – 12 июня 2009 г.) – Ялта, 2009. – С. 65 – 66.
7. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения: Научно-популярное издание – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
8. Максютин Н.П., Комиссаренко Н.Ф., Прокопенко А.П., Погодина Л.И., Липкан Г.Н. Растительные лекарственные средства. – К.: Здоров'я, 1985. – 280 с.
9. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь, 2002. – 260 с.
10. Попова Н.В., Литвиненко В.И. Вопросы стандартизации лекарственного растительного сырья – мелиссы листьев // Фармаком. – 2009. – № 2. – С. 45 – 50.
11. Хейфиц Л.А., Дашунин В.М. Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии. – М., 1994. – 256 с.

12. Чемесова И.И., Чубарова С.Л., Саканян Е.И., Котовский Б.К., Чижиков Д.В. Спектрофотометрический метод количественного определения содержания полифенолов в сухом экстракте из надземной части *Melilotus officinalis* (L.) Pall. и в его лекарственной форме // Растит. ресурсы. – 2000. – Т. 36. – Вып. 1. – С. 86 – 91.
13. Шкроботько П.Ю., Ткачев А.В., Юсубов М.С., Белоусов М.В., Агафонов В.А., Фурса Н.С. Компонентный состав эфирного масла корневищ с корнями *Valeriana officinalis* L. S. STR. в окрестностях г. Ярославля и *Valeriana collina* WALLR. в окрестностях г. Запорожье // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2009. – № 2. – С. 190 – 197.
14. Ayoughi F., Barzegar M., Sahari M.A., Naghdibadi H. Chemical compositions of essential oils of *Artemisia dracunculus* L. and endemic *Matricaria chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects // Agr. Sci. Tech. – 2011. – Vol. 13. – P. 79 – 88.
15. Bernotienė G., Nivinskienė O., Butkienė R., Mockutė D. Essential oil composition variability in sage (*Salvia officinalis* L.) // Chemija. – 2007. – Vol. 18, N 4. – P. 38 – 43.
16. Böszörményi A., Héthelyi É., Farkas Á., Horváth G., Papp N., Lemberkovics É., Szóke É. Chemical and genetic relationships among sage (*Salvia officinalis* L.) cultivars and judean sage (*Salvia judaica* Boiss.) // J. Agric. Food Chem. – 2009. – Vol. 57, N 11. – P. 4663 – 4667.
17. Christaki E., Bonos E., Giannenas I., Florou-Paneri P. Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds // Agriculture. – 2012. – Vol. 2. – P. 228 – 243.
18. Cowan M.M. Plant products as antimicrobial agents // Clin. Microbiol. Rev. – 1999. – Vol. 12. – P. 564 – 582.
19. El Babili F., El Babili M., Souchard J.-P., Chatelain C. Culinary decoctions: spectrophotometric determination of various polyphenols coupled with their antioxidant activities // Pharm. Crops. – 2013. – Vol. 4. – P. 15 – 20.
20. Hold K., Sirisoma N., Tomoko I., Toshio N., Casida J. α -Thujone (the active component of absinthe): γ -Aminobutyric acid type A receptor modulation and metabolic detoxification // PNAS. – 2000. – Vol. 37, N 8. – P. 3826 – 3831.
21. Janićijević J., Tošić S., Mitrović T. Flavonoids in plants // Proceeding of the 9th Symposium of flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, Nis. – 2007. – P. 153 – 156.
22. Joy P.P., Thomas J., Mathew S., Jose G., Joseph J. Aromatic plants // Tropical Horticulture. – 2001. – Vol. 2. – P. 633 – 733.
23. Kordali S., Kotan R., Mavi A., Cakir A., Ala A., Yildirimd A. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils// J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53, N 24. – P. 9452 – 9458.
24. Lopes-Lutz D., Alviano D.S., Alviano C.S., Kolodziejczyk P.P. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils // Phytochemistry. – 2008. – Vol. 69, N 8. – P. 1732 – 1738.
25. Martins M.R., Tinoco M.T., Almeida A.S., Cruz-Morais J. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of three essential oils from Portuguese flora // Pharmacognosy. – 2012. – Vol. 3, N 1. – P. 39 – 44.
26. Murrough M.I., Hennigan G.P., Loughrey M.J. Quantitative analysis of hop flavonols using HPLC // J. Agric. Food Chem. – 1982. – Vol. 30. – P. 1102 – 1106.
27. Rameshwar Naidu J., Ismail R.B., Yeng C., Sasidharan S., Kumar P. Chemical composition and antioxidant activity of the crude methanolic extracts of *Mentha spicata* // Phytology. – 2012. – Vol. 4, N 1. – P. 13 – 18.

28. Roldan L.P., Diaz G.J, Durringer J.M. Composition and antibacterial activity of essential oils obtained from plants of the *Lamiaceae* family against pathogenic and beneficial bacteria // Rev Colomb Cienc Pec. – 2010. – Vol. 23. – P. 451 – 461.

29. Soković M.D., Vukojević J., Marin P.D., Brkić D.D., Vajs V., van Griensven L.J. Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities // Molecules. – 2009. – Vol. 14. – P. 238 – 249.

30. Suhaj M. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review // Food Composition and Analysis. – 2006. – Vol. 19. – P. 531 – 537.

Paliy A.E., Grebennikova O.A., Rabotyagov V.D., Paliy I.N. Biologically active substances of heady aromatic and medicinal plants of Nikitsky Botanical Gardens collection // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 107 – 115.

The article covers qualitative and quantitative composition of volatile compounds and phenolic substances out of extracts of some heady aromatic and medicinal plants of Nikitsky Botanical Gardens collection. Species with a high content of biologically active substances have been marked out. The concentration of volatile compounds in vegetable extracts makes from 0,01 to 3,37 g/100 g. and its composition is mainly represented by terpenic and aromatic substances. The content of phenolic substances in the vegetables extracts basically presented by flavonoids and hydroxycinnamic acid, is in the range of 0,91 – 2,48 g/100 g.

Key words: heady aromatic and medicinal plants, water-ethanol extracts, volatile compounds, phenolic substances

УДК:574.913:615.835

ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЕЙ Обзор литературы

А.А. ТИХОМИРОВ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

ЭМ используются в медицине как самостоятельные и вспомогательные лекарственные средства при лечении и профилактике различных заболеваний и синдромов.

Обзор литературы содержит сведения о составе, терапевтических концентрациях и принципах безопасного применения эфирных масел в медицинской практике. В статье приводятся разные точки зрения о полезности, безвредности и дозировках эфирных масел. Особое внимание уделяется вопросам безопасности при назначении ароматотерапии: правила хранения, дозировки, токсичность, аллергенность, возможность сочетания эфирных масел с лекарственными средствами. Информация предлагается вниманию практических врачей.

Ключевые слова: эфирные масла, состав, противопоказания, дозировки, токсичность.

Введение

Эмпирический опыт успешного применения эфирных масел как лекарственных средств в настоящее время подтверждается новейшими методами исследований.

Спектр благоприятных воздействий эфирных масел (ЭМ) на живые организмы настолько широк, что сейчас трудно назвать область медицины или заболевание, при котором не проводилось бы исследований по применению ЭМ, поэтому литературные ссылки, приведенные в статье, следует рассматривать только как примеры того или иного действия ЭМ.

Цель обзора – информировать практических врачей о правилах, которые следует соблюдать при работе с ЭМ и возможных побочных эффектах.

Общие сведения об эфирных маслах

В настоящее время известно около 3000 наименований эфирных масел. В медицинской и ветеринарной практике, пищевой, косметической промышленности и в составе товаров бытовой химии широко используется около 300 ЭМ [46]. Эфирные масла – маслянистые жидкости от светло-желтого до коричневого цвета, почти нерастворимые в воде (0,05%), но хорошо испаряющиеся даже при комнатной температуре, как правило, имеют приятный запах.

ЭМ активны против бактерий, микоплазм, грибов, вирусов, простейших и паразитов, обладают противовоспалительным, антиоксидантным, антимутагенным свойствами. Показано, что они замедляют процессы старения, активируют регенерационные процессы в органах и тканях, активируют иммунную систему, препятствуют образованию и росту злокачественных новообразований [21], снижают токсическое воздействие ксенобиотиков [13], ионизирующего излучения [3], оптимизируют работу систем и тканей организма, проявляя свойства адаптогенов и улучшая качество жизни [11].

Однако, используя ЭМ, следует помнить, что это сложнейшие химические смеси, состав которых очень зависит от климатической зоны, в которой выращено сырье, сезона года, погодных условий и других причин [38]. А состав и доза масла определяет выраженность и направленность фармакологических эффектов ЭМ [23].

Следует учитывать также, что эффект при использовании какого-нибудь ЭМ у человека в значительной мере будет зависеть от пола, возраста, типа нервной системы

человека и её состояния (возбуждение, переутомление, состояние покоя) на момент проведения ароматотерапии.

Стандартизация эфирных масел

Для ароматотерапии рекомендуется использовать только натуральные эфирные масла, соответствующие международным стандартам по содержанию основных компонентов [28].

В составе эфирных масел определяется 50-500 и более компонентов, что зависит только от чувствительности аппаратуры. Информацию о составе ЭМ можно получить на сайте Виноградова Б.А. [2]. Как пример, в табл. 1 приведен результат хроматографического анализа компонентов ЭМ мяты перечной из украинского сырья.

Таблица 1

Результат хроматографического анализа ЭМ мяты перечной из украинского сырья

№	Компонент	%	№	Компонент	%
2	α -пинен	0.55	23	карвон	0.04
3	сабинен	0.23	24	пиперитон	1.01
4	β -пинен	0.64	25	линалилацетат	0.14
5	мирцен	0.27	26	неоментилацетат	0.09
6	п-цимен	0.07	28	ментилацетат	7.35
7	1,8-цинеол	0.51	29	тимол	0.04
8	лимонен	3.42	30	изоментилацетат	0.21
9	транс-цимен	0.05	31	α -кубебен	0.05
10	нонаналь	0.07	32	β -боурбонен	0.25
11	линалоол	0.14	33	β -элемен	0.08
12	амилизовалерат	0.08	35	α -гурьонен	0.14
13	3-октилацетат	0.03	36	кариофиллен	2.67
14	ментон	14.4	37	гумулен	0.09
15	цитронеллаль	0.05	38	β -фарнезен	0.17
16	изоментон	2.25	39	гермакрен D	0.64
17	ментофуран	0.29	40	γ -элемен	0.13
18	неоментол	2.97	41	α -фарнезен	0.05
19	ментол	58.7	42	δ -кадинен	0.08
20	изоментол	0.84	43	спатуленол	0.06
21	α -терпинеол	0.15	44	ариофилленокс	0.21
22	пулегон	0.26	45	виридифлорол	0.11

Из таблицы видно, что ментол, его изомеры и производные составляют $\approx 84\%$ масла мяты, еще 3 вещества (пиперитон, кариофиллен и лимонен) представлены количеством от 1 до 3,5% (всего $\approx 7\%$), а остальные 34 компонента представлены десятыми и сотыми долями процента.

В других сортах мяты содержание компонентов может значительно отличаться, но главными компонентами масла мяты останутся ментол и его производные.

Дорогие ЭМ нередко фальсифицируют, разбавляя их более дешевыми эфирными маслами, жирными растительными маслами или продают вместо них синтетические заменители, которые имеют похожий запах, но не имеют фармакологических свойств натуральных компонентов эфирных масел.

При покупке ЭМ желательно получить сертификат и адрес изготовителя. Не исключено, однако, что фальсифицированное масло будет сопровождаться и соответствующими документами.

Исследованием образцов ЭМ из разных климатических зон показаны значительные различия их химического состава и фармакологических свойств. При изучении ЭМ из растений, произрастающих в открытом грунте в Финляндии, где короткий период роста растений (2-3мес.) в значительной степени компенсируется длинным световым днем летом – 19 ч. и более, обнаружено более низкое содержание основных фенольных компонентов, чем в их южных аналогах. Так, карвакрола – одного из основных компонентов, в финском чабреце вовсе не находили [38]. Для сравнения, в ЭМ чабреца крымских сортов карвакрола содержится от 16% в тимольном до 72% в карвакрольном сортах [7].

Образцы ЭМ из листа шалфея, собранного в разные сезоны года, тоже отличались по составу: масло из сырья, собранного в январе, содержало больше камфары (12,3%), туйонов (1,9%) и камфена (4,8%), было более токсично при внутрибрюшинном введении мышам ($LD_{50} = 839$ мг/кг) и оказывало более высокое судорожное действие. Обнаружена высокая степень корреляции между содержанием этих компонентов и токсичностью: масло из весеннего сырья содержало меньше камфары (7,7%), туйонов (1,3%), камфена (3,1%) и было менее токсично ($LD_{50} = 1200$ мг/кг). Поэтому авторы рекомендуют для медицинских целей использовать масло, полученное из сырья весеннего сбора [23].

Т.о. состав и фармакологические свойства эфирного масла, полученного из одного и того же вида растения, колеблются в широких пределах и зависят от генотипа, стадии зрелости растения, климата, места произрастания и других факторов [16, 36, 38, 40, 44].

Стандартизация состава ЭМ проводится по количеству основных компонентов, а лечебный эффект вполне может зависеть от взаимодействия нескольких минорных компонентов. Иногда под действием минорных компонентов снижалась токсичность основных компонентов.

Т.о. из возможных вариантов наиболее надежный путь – приобретение масел у одного и того же надежного изготовителя – это единственная возможность работать с продуктом, действие которого вам уже известно.

Правила хранения и срок годности эфирных масел

В публичной литературе, которая без критики тиражируется и далее цитируется в т.ч. в интернете, можно встретить, например, такие высказывания: «Срок годности эфирных масел не ограничен. Более того, «тонкие» масла – вербена, роза, нероли, шалфей, как и «тонкие» вина, облагораживаются при длительном хранении» [10] – это совершенно неправильное заявление.

Через 3 года хранения при +8-10°C в стеклянной посуде химический состав ЭМ лаванды, мяты и монарды изменился в пределах допустимых стандартом. Абсолю розы и жасмина окислились настолько, что это определялось даже органолептически.

Все ЭМ окисляются и разлагаются на воздухе и на свету: изменяется цвет, запах, вязкость, повышается кислотное число, в маслах образуются резинаты, изомеры и дериваты исходных веществ:

- некоторые компоненты ЭМ атрактилодиса (*Atractylodis macrocephalae* Pall.) самоокисляются в течении первых часов даже при комнатной температуре [26]. После полугода хранения в масле из корня атрактилодиса резко снижалось количество главных компонентов – β -селинена, хинесола, β -евдесмола и α -бисаболола [20];

- при хранении в течении 3 мес. при 37°C в ЭМ корня любистка сычуаньского (*Ligusticum chuanxiong* Hort) снижалось количество основного компонента – лигустилида, увеличилось количество 2-пропилен-1-гексанена и появились изомеры, которых не было в свежем масле [15].

На воздухе и при контакте с окислителями лимонен, линалилацетат, гераниол – окисляются с образованием перекисей, альдегидов, спиртов и кетонов, которые уже обладают высокими аллергенными свойствами (действие продуктов окисления описано ниже).

Поэтому ЭМ следует хранить только в темном стекле, без доступа воздуха, только под стеклянной или корковой пробкой. При длительном контакте с ЭМ нарушается даже структура полиэтилена, а большинство резин разрушается и загрязняет ЭМ продуктами распада.

В практической работе надо иметь флакон с ЭМ для длительного хранения, из которого масло отливают в рабочую емкость по мере необходимости. Не следует покупать ЭМ в количестве большем, чем нужно на 2-3 года работы.

Срок хранения смесей ЭМ друг с другом еще меньше, чем у отдельных ЭМ. Срок хранения смесей ЭМ с жирными маслами и разбавителями прогрессивно уменьшается, а фармакологическое действие таких смесей непредсказуемо меняется.

В настоящее время публикуются сотни рецептов смесей нескольких эфирных масел, рекомендуемых как афродизиаки, составы для «омоложения», «похудения» и проч. Патентуются составы, в которые входит до 40 наименований экстрактов и эфирных масел. Большинство этих составов является рекламной продукцией, не подтвержденной исследованием полезных свойств, безвредности смеси и допустимых сроков хранения. Авторами большинства таких составов являются люди, спекулирующие на интересах определенной группы покупателей.

Меры предосторожности при работе с эфирными маслами

Эфирные масла являются очень активными фармакологическими субстанциями, поэтому перед их использованием всем пациентам следует проводить обонятельную или кожную пробу: человеку дают понюхать пробник с ЭМ или делают мазок разведенным ЭМ на коже внутренней поверхности предплечья. Больного наблюдают минимум 30 мин. (при возможности дольше) и опрашивают на следующий день. Жалобы на першение в горле, чихание, кашель, затруднение дыхания, изменения артериального давления, частоты пульса, зуд и раздражение кожи – появление таких симптомов в день пробы или в более поздние сроки следует считать противопоказаниями для применения ЭМ этому пациенту.

Эфирные масла следует наносить на кожу в разбавленном виде – в составе крема или жирных масел: лесного ореха, миндального, жожобы, кунжута, абрикоса. Исключение составляют точки акупунктуры, куда наносят 1-2 капли цельного масла.

С большой осторожностью следует назначать ЭМ пожилым людям, детям до года и беременным женщинам.

Случаи раздражения кожи нередко связаны с применением старых, окисленных масел. При продолжительном контакте с ЭМ у массажистов нередко возникает повышенная чувствительность, контактный дерматит и непереносимость к нескольким ЭМ. Описан рецидив кожных симптомов после приема *lemongrass* чая. Авторы считают необходимым информировать работников, имеющих продолжительный контакт с эфирными маслами, о возможности повышения чувствительности к этим веществам и риске ограничения их возможности продолжать работу в этой области [17].

Конечно, следует соблюдать осторожность, чтобы масла не попадали на конъюнктиву глаз.

Противопоказания к применению эфирных масел

В литературе встречаются предостережения об использовании ЭМ при некоторых заболеваниях и синдромах:

- ЭМ базилика и кипариса повышают свертываемость крови. Это нужно учитывать при их назначении больным с тромбофлебитом, не назначать эти масла при инсультах и инфарктах.

- ЭМ можжевельника, пихты и сандала противопоказаны при нефрите.

- ЭМ бергамота, иланг-иланга, лимона, нероли, грейпфрута, пти-грейна и апельсина обладают фотосенсибилизирующим действием (повышают чувствительность кожи к УФ лучам). Фотосенсибилизацию и др. нежелательные эффекты после применения бергамота отмечают многие исследователи [25, 30, 55, 56].

Особого внимания заслуживает обзор статей 1994-2006 гг. о лаванде, подготовленный исследовательским объединением Национальных стандартов США. Авторы делают вывод о недостаточности уровня научных данных о безопасности применения эфирного масла лаванды в медицине, особенно при комбинированном применении с другими лекарственными средствами:

- Так, лаванда усиливает действие барбитуратов (фенобарбитала), транквилизаторов и миорелаксантов (лоразепама и диазепама), наркотиков (кодеина), некоторых антидепрессантов (имипрамина), алкоголя и веществ, снижающих уровень холестерина.

- При совместном использовании с антикоагулянтами (аспирином, гепарином, варфарином) или нестероидными противовоспалительными средствами (ибупрофен, напроксен) ЭМ лаванды может усиливать кровоточивость.

- Приводятся сведения о возможности других побочных эффектов – аллергия, дерматиты и др.

Авторы подборки считают так же, что еще нет достаточных доказательств безвредности и обоснованности использования масла лаванды у детей и подростков моложе 18 лет. В статье настоятельно рекомендуется использовать препараты лаванды только после консультации с опытными специалистами [52].

Если у одного из наиболее изученных ЭМ, применяемого сотни лет в медицине разных стран, обнаружены столь многочисленные побочные эффекты, наверное, следует с осторожностью использовать экзотические масла, сведения о которых нередко исчерпываются только их применением в этномедицине.

На ранних сроках беременности не рекомендуют использовать ЭМ вообще, особенно ЭМ базилика, вербены, гвоздики, душицы, иссопа, кедра, кипариса, мирры, можжевельника, пачули, розмарина, тысячелистника, чабреца и шалфея [22].

Пациентам с артериальной гипертензией, эпилепсией, неврологическими расстройствами, заболеваниями почек противопоказаны процедуры с маслами перца черного, розмарина и шалфея. [45].

В официальной медицине в России разрешен приём эфирных масел внутрь только в разведенном виде и только в составе официальных лекарственных форм. В Регистр лекарственных средств включено около 40 препаратов отечественного производства, содержащих эфирные масла и их компоненты [13] в сочетаниях, которые позволяют использовать минимальную эффективную дозу каждого из них и снизить возможность побочных явлений, имеющих место при использовании высоких доз эфирных масел.

Большинство препаратов содержат в своем составе эфирные масла мяты и эвкалипта, реже используются лавандовое, гвоздичное, айрное, пихтовое, сосновое и терпентинное масла. Фармакологический эффект эфирных масел усиливается добавлением в состав препаратов терпеноидов, таких как ментол, тимол и камфора или

спиртовых экстрактов и настоек ромашки, чабреца, тысячелистника, тимьяна, душицы и хмеля. В основном это средства антисептического, противовоспалительного и ранозаживляющего действия, предназначенные для лечения заболеваний дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, почечнокаменной болезни, инфицированных ран и ожогов [6].

В состав зарубежных лекарственных средств кроме мяты и эвкалипта могут входить ЭМ розмарина, розы, корицы, тимьяна, лимона, мелиссы и другие масла [4].

Токсичность эфирных масел

Некоторые авторы рассматривают растения, содержащие ЭМ, как источники потенциально ядовитых веществ [24].

Действительно, токсическое действие паров терпеновых соединений обнаруживали у работников эфиромасличных производств: при длительном воздействии паров ментола и кориандрового масла в концентрациях 50-100 мг/м³ наблюдали признаки хронического отравления в виде изменений в почках, печени, легочной ткани [33], патологию со стороны желудочно-кишечного тракта и сердечнососудистой системы [8, 9]. При сборе эфиромасличного сырья некоторые работники жаловались на головную боль, тошноту, рвоту, конъюнктивит, зуд и высыпания на коже [14].

ЭМ гвоздики давно используется в медицине, косметологии и считается безопасным маслом. Однако при добавлении 0,03% ЭМ гвоздики и 0,25% ЭМ лаванды *in vitro* обнаружен цитотоксический эффект масел и линалилацетата на культуры клеток кожи человека. Токсичность линалилацетата была даже выше, чем у цельного масла лаванды; видимо, его токсическое действие в цельном масле ингибировалось другими компонентами [39].

Для ЭМ лаванды описаны свойства цитотоксичности по отношению к клеткам кожи [27, 39, 41], а ЭМ чайного дерева, мандарина, бензоина и иланг-иланга могут вызывать аллергические реакции при нанесении на кожу [17, 19, 34, 35, 43, 47, 54, 55]. Аллергические реакции описаны и при контакте с отдельными компонентами эфирных масел – бензиловым и циннамиловым спиртами, евгенолом, гераниолом, гидроксцитронеллалем и др.

Линалаол (3,7-диметил-1,6-октадиен-3-ол), присутствующий в больших количествах во многих ЭМ, имеет свежий цветочный запах и поэтому часто используется как отдушка в товарах бытовой химии и косметологии. В чистом виде линалаол является очень слабым аллергеном и не вызывает раздражения кожи. На воздухе или при контакте с окислителями линалаол окисляется с образованием веществ, обладающих аллергенными свойствами.

В модели, имитирующей условия хранения линалаола, его подвергали окислению на воздухе. Через 45 нед. хранения в смеси оставалось только 30% линалаола. Кроме этого смесь содержала: 19% гидроперекисей линалаола (в т.ч. 15% 7-гидроперокси-3,7-диметил-окта-1,5-диен-3-ола, 4% 6-гидроперокси-3,7-диметил-окта-1,7-диен-3-ола, 20% 2-(5-метил-5-винилтетрагидрофуран-2-ил)пропан-2-ола, 4% 2,2,6-триметил-6-винилтетрагидро-2-пирен-3-ола) и др. Сенсибилизирующие свойства были присущи в основном гидроперекисям, эфиры таких свойств не проявляли.

Авторы считают, что контактная аллергия к линалаолу встречается чаще, чем считалось ранее. Так, у пациентов, страдающих кожным дерматитом, в 5-7% случаев обнаружена положительная реакция на линалаол. Такая высокая частота положительных реакций ставит линалаол в ряд самых общих контактных аллергенов [18, 31, 37, 42, 48, 49, 50, 51].

Токсичными компонентами ЭМ являются α - и β -туйоны, ледол, цимол,

пальострол и арбутин. Международной ассоциацией по ароматическим веществам запрещены к использованию в ароматотерапии ЭМ из пижмы, багульника, коричника, руты, сассафраса и туи [29], для которых описана возможность токсического действия на ЦНС, печень и выделительную систему.

Действующие концентрации эфирных масел

У разных авторов показания и рекомендуемые дозы эфирных масел могут значительно отличаться. Поэтому при просмотре литературы следует критически относиться к рекомендациям о применении ЭМ.

При проведении сеансов ароматотерапии пациенты вдыхают испаренные в воздух помещения ЭМ обычно в концентрации 1-3 мг/м³ воздуха. В спокойном состоянии, в положении сидя, человек вдыхает 5-8 л/мин. воздуха. Простейшим арифметическим подсчетом получаем, что при продолжительности сеанса ароматотерапии 20-30 мин. пациент вдохнет 0,1-0,2 м³ воздуха, т.е. ≈ 0,1-0,6 мг ЭМ [13].

Дозы, составляющие десятые доли миллиграмма, уже существенно влияют на самочувствие, частоту сердечных сокращений, артериальное давление, память, внимание, физическую работоспособность, процессы регенерации, иммунную систему и др.

Об этом следует помнить при назначении других процедур с ЭМ – ванн, массажа, лечения ран и ожогов.

Некоторые авторы рекомендуют при массаже использовать неразведенные ЭМ, а это как минимум 5 мл на одну процедуру. Нам представляются более обоснованными рекомендации ароматотерапевтов, которые советуют разводить и использовать гораздо меньшие количества ЭМ. Так, Браун [1] для массажа рекомендует концентрацию 3 капли ЭМ на 10 мл нейтрального масла, а при приеме внутрь – 2-3 капли ЭМ три раза в день не дольше трех недель. Автор считает, что в больших дозах эфирные масла вредны и опасны.

С нашей точки зрения, прием внутрь 6-9 капель масла (50-300 мг) в сутки – это уже слишком много. Дозирование каплями – это вообще весьма условный и неточный метод, так как вес капли зависит от вязкости масла и инструмента, из которого её наносят. При взвешивании на аналитических весах капля масла лаванды из стеклянной пипетки весит 30-35 мг, а капля того же масла из шприца с внутрикожной иглой – 5-7 мг.

ЭМ успешно используются для лечения инфицированных ран и поверхностных повреждений кожи различной природы. Мы наблюдали ускорение приживления трансплантатов после кожной пластики, ускорение эпителизации краев раны, появление островков эпителия на раневой поверхности и снижение образования рубцов [14]. При лечении ран, язв потертостей и др. повреждений кожи следует разводить ЭМ в 5-7 раз [32].

В ванны также не рекомендуется добавлять больше 3-5 капель ЭМ, добавление омыляющих средств при таком количестве масла не обязательно.

Дозо-зависимость различных благоприятных эффектов ЭМ отмечает большинство авторов. Схематически это сводится к обычной последовательности: отсутствие действия низких концентраций, интервал оптимальных концентраций и токсичность высоких доз.

Особенно хорошо это иллюстрируется в многочисленных экспериментах: при добавлении в корм небольших количеств ЭМ душицы и сосны (или свежей травы эфиронос) у животных наблюдали повышение рождаемости, уменьшение смертности молодняка, ускорение набора массы тела, стимуляцию иммунной системы и улучшение эпизоотической обстановки в стаде [5].

Добавление ЭМ шалфея, гвоздики или корицы в количестве 0,25% и душицы до

0,1% в течении 2 нед. в корм самкам мышей сопровождалось эмбриотоксическим эффектом – снижением количества делящихся и увеличением количества мертвых клеток в эмбрионах. Концентрация масел была такой высокой, что в ходе опыта животные отказывались от корма.

Большинство ЭМ, разрешенных к применению, относятся к группе мало- и практически нетоксичных веществ.

По нашим данным, LD₅₀ для ЭМ монарды и эвкалипта составляла 360-600 мг/кг при ингаляционном и 600-1200 мг/кг при внутрибрюшинном введении морским свинкам. При изучении хронической токсичности у животных наблюдали дистрофические изменения внутренних органов, патологические изменения в почках, селезенке, в периферической крови и угнетение иммунитета.

Но величина дозы ЭМ может быть и предметом выбора при экстремальных воздействиях: у животных, облученных смертельной дозой γ -лучей, наблюдали защитный эффект курса ингаляций с эфирным маслом при концентрации паров 20-100 мг/м³ воздуха [3].

Все же мы рекомендуем при проведении ароматотерапии не создавать концентрацию ЭМ в воздухе более 5 мг/м³, с нашей точки зрения, концентрация ЭМ 1-3 мг/м³ воздуха при продолжительности сеанса 20-25 мин является оптимальной.

Выводы

Натуральные ЭМ широко используются как самостоятельные и вспомогательные лекарственные средства при лечении и профилактике различных заболеваний и синдромов.

Ароматотерапия требует специальной подготовки работников: обязательны знание химии, токсикологии и техники безопасности при использовании ЭМ.

Перед назначением ароматотерапии обязательно проведение пробы на индивидуальную переносимость: жалобы на кашель, затрудненное дыхание, покраснение кожи, зуд, сыпь и др. являются противопоказанием для приема ЭМ этим пациентом.

В высоких концентрациях ЭМ токсичны для человека и животных.

Хранить ЭМ следует только в стеклянной таре без доступа света и воздуха. При неправильном хранении эфирные масла теряют лечебные свойства и обретают свойства аллергенов.

Смеси 2-3 масел не рекомендуется хранить и использовать более года. Использовать многокомпонентные смеси не рекомендуется в силу непредсказуемости изменений химического состава и фармакологических свойств.

Список литературы

1. Браун Д.В. Ароматерапия. – М.: Файр-Пресс, 2000. – 272 с.
2. Виноградов Б.А. Получение, состав, свойства и применение эфирных масел: <http://www.viness.narod.ru>
3. Говорун М.И., Шинкарчук И.Ф., Тихомиров А.А. Радиомодифицирующее действие ЭМ при внешнем гамма-облучении // Ароматкоррекция психофизического состояния человека: международн. н.-практ. конф. (Ялта, 4-6 мая 2011 г.). – Ялта, 2011. – С. 6-12.
4. Государственный реестр лекарственных средств. Официальное издание (по состоянию на 1 января 2000 г.). – М., 2000. – 1202 с.
5. Жубер Л., Гаттефосс М. Бактерицидные свойства эфирных масел в ветеринарной практике // Материалы 4-го международного конгресса по ЭМ. – (Тбилиси, сентябрь 1968 г.). – Т. 1. – С. 99-104.

6. *Калинкина Г.И.* Фармакогностическое исследование эфирно-масличных растений флоры Сибири: Автореф. дис. докт. фарм. наук. – М., 1996. – 45 с.
7. *Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А.* Эфиромасличные и пряно-ароматические растения. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
8. *Манджavidзе Р.П. и др.* Некоторые вопросы состояния здоровья рабочих эфиромасличных производств Грузинской ССР // Сб. тр. НИИ гигиены труда и профзаболеваний. – Тбилиси, 1975. – № 14 – С. 143-147.
9. *Мататашвили В.И. и др.* Некоторые вопросы условий труда и состояния здоровья рабочих эфиромасличного производства // Материалы симпозиума «Охрана труда и здоровья сельского населения» (Баку, 16–17 апреля 1977). – Баку, 1977. – С. 30-33.
10. *Миргородская С.* Ароматология: Quantum satis. – Навеус, 1999. – 272 с.
11. *Николаевский В.В., Еременко А.Е., Иванов И.К.* Биологическая активность эфирных масел. – М.: Медицина, 1987. – 144 с.
12. Регистр лекарственных средств России. Изд. 6-е, перераб. и доп. / Гл. ред. Крылов Ю.Ф. – М., 1999. – 1072 с.
13. *Тихомиров А.А.* Перспективные направления использования эфирных масел в медицине и ветеринарии // Эфирные масла и их использование в здравоохранении и народном хозяйстве: материалы конф. Научно-координац. Совет южного научного центра АН УССР, НИИ им. Сеченова (Ялта, декабрь 1988 г.). – Ялта, 1988. – С. 30-31.
14. *Чебанаш М.И.* Вопросы гигиены труда и возделывания мяты, лаванды, шалфея в Молдавии // Матер. конф. гигиенистов, организаторов здравоохранения, эпидемиологов и инфекционистов Молдавской ССР. (Кишинев, 1973 г.). – Кишинев, 1973. – С. 37-38.
15. *Aijun Z.* The extraction and stability of ligustilide // J. of Liaoning University of TCM, 2008. – 10. – P. 162-163.
16. *Arrebola M.L., Navarro M.C., Jimenez J., Ocana F.A.* Yield and composition of the essential oil of *Thymus serpyllodes* subsp. *serpyllodes* // Phytochemistry, 1994. – № 1. – P. 67-72.
17. *Bleasel N., Tate B., Rademaker M.* Allergic contact dermatitis following exposure to essential oils // Australasian J. of Dermatology. – Vol. 43. – Issue 3. – P. 211-213.
18. *Christensson J.B., Matura M., Gruvberger B., Bruze M., Karlberg A-T.* Linalool – a significant contact sensitizer after air exposure // Contact Dermat., 2010. – 62. – P. 32-34.
19. *Crawford G., Sciacca J., James W.* Tea tree oil: cutaneous effects of the extracted oil of *Melaleuca alternifolia* // Dermatitis, 2004. – № 15. – P. 59-66.
20. *Deng S.G., Hu X.J., Li W.Y.* Preliminary studies on the instability of volatile oil in *Rhizoma Atractylodis* with different anti-inflammation effects // Liaoning J. of Traditional Chinese Medicine, 2008. – 35. – P. 3371.
21. *Edris A.E.* Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile Constituents // Phytother. Research 2007, 21(4):308-323.
22. Esoteric oils: <http://www.essentialoils.co.za/pregnancy.htm#Pregnancy> and essential oil
23. *Farhat G.N., Affara N.I., Gali-Muhtasib H.U.* Seasonal changes in the composition of the essential oil extract of East Mediterranean sage (*Salvia libanotica*) and its toxicity in mice // Toxicol., 2001. – Vol. 39. – Issue 10. – P. 1601-1605.
24. *Frohne D., Pfander H.J., Alford I.* Poisonous plants. Second edition. A handbook for doctors, pharmacists, toxicologists, biologists and veterinarians. – DO Department of Emergency Medicine University US, 2005.
25. *Graham P.H., Browne L., Cox H., Graham J.* Inhalation aromatherapy during radiotherapy: results of a placebo-controlled double-blind randomized trial // J. Clin. Oncol.,

2003. – 21(12). – P. 2372-2376.

26. Hao Y.J., Sang Y.L., Li B.L., Jia T.Z. Evaluation of stability of atractylone at ambient temperature // Chinese Traditional Patent Medicine, 2007. – 29. – P. 895-896.

27. Hayes A., Markovic B. Toxicity of Australian essential oil *Backhousia citriodora* (lemon myrtle). Part 2. Absorption and histopathology following application to human skin // Food Chem. Toxicol., 2003. – 41. – P. 1409-1416.

28. International Organization for Standardization. – <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>

29. International Fragrants Research Association (IFRA) http://www.ifraorg.org/en-us/standards-library/s/essential_oils

30. Kaddu S., Kerl H., Wolf P. Accidental bullous phototoxic reactions to bergamot aromatherapy oil // J. Am. Acad. Dermatol., 2001. – 45(3). – P. 458-461.

31. Karlberg A-T, Magnusson K, Nilsson U. Air oxidation of *d*-limonene (the citrus solvent) creates potent allergens // Contact Dermatitis., 1992. – 26. – P. 332-340.

32. Kerr J. The use of essential oils in healing wounds // International J. of Aromatherapy, 2002. – Vol. 12. – Issue 4. – P. 202-206.

33. Kowalski Z., Dutkiericz T., Szymozkiewicz K. Badania and wielkoscia najwyzszego dopuszczalnego stezenia naturalnych olejkow eterwcznych w powietrzu // Medycyna pr., 1962. – N. 2. – P. 69-84.

34. Maddocks-Jennings W. Critical incident: idiosyncratic allergic reactions to essential oils // Complement Ther. Nurs. Midwifery., 2004. – 10. – P. 58-60.

35. Mozelsio N., Harris K., McGrath K., Grammer L. Immediate systemic hypersensitivity reaction associated with topical application of Australian tea tree oil // Allergy Asthma Proc., 2003. – 24. – P. 73-75.

36. Nevas M., Korhonen A., Linndstrom M., Turkki P., Korkeala H. Antibacterial Efficiency of Finnish Spice Essential Oils against Pathogenic and Spoilage Bacteria // J. of Food Protection., 2004. – Vol. 67. – No. I. – P. 199-202.

37. Nilsson U., Bergh M., Shao L. P., Karlberg A-T. Analysis of contact allergenic compounds in oxidized *d*-limonene // Chromatographia., 1996. – 42. – P. 199-205.

38. Piccaglia R., Marotti M., Giovanelli E., Deans S.G., Eaglesham E. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants // Hid. Crop Prod., 1993. – 2. – P. 47-50.

39. Prashar A., Locke I., Evans C. Cytotoxicity of lavender oil and its major components to human skin cells // Cell Prolif., 2004. – 37. – P. 221-229.

40. Rhyu H. Gas chromatographic characterization of sages of various geographic origins. // J. Food Sci., 1979. – 44. – P. 758.

41. Romaguera C., Vilaplana J. Occupational contact dermatitis from ylang-ylang oil // Contact Derm., 2000. – 43. – P. 251-257.

42. Santucci B, Cristaudo A, Cannistraci C., Picardo M. Contact dermatitis to fragrances // Contact Dermatitis, 1987. – 16. – P. 93-95.

43. Scardamaglia L., Nixon R., Fewings J. Compound tincture of benzoin: a common contact allergen? // Australas J. Dermatol., 2003. – 44. – P. 180-184.

44. Sivropoulou A., Papanikolaou E., Nikolaou C., Kokkini S., Laranas T., Arsenakis M. Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils // J. Agric. Food Chem., 1996. – 44. – P. 1202-1205.

45. Sharma S. The secret benefits of aromatherapy / Sterling Publisher PVT.LTD, 2010. – 97 p.

46. Shaaban H.A.E., El-Ghorab A. Shibamoto T. Bioactivity of essential oils and their volatile aroma components: Review // J. of Essential Oil Research, 2012. – Vol. 24. – Issue 2. – p. 203-212.

47. Schnuch A., Lessmann H., Geier J., Frosch P., Uter W. Contact allergy to fragrances: frequencies of sensitization from 1996 to 2002. Results of the IVDK. // Contact Derm., 2004. – 50. – P. 65-76.

48. Schnuch A., Uter W., Geier J., Lessmann H., Frosch P.J. Sensitization to 26 fragrances to be labelled according to current European regulation. Results of the IVDK and review of the literature // Contact Dermatitis, 2007. – 57. – P. 1-10.

49. Skold M., Borje A., Matura M., Karlberg A-T. Studies on the autoxidation and sensitizing capacity of the fragrance chemical linalool, identifying a linalool hydroperoxide // Contact Dermatitis, 2002. – 46. – P. 267-272.

50. Skold M., Borje A., Harambasic E., Karlberg A-T. Contact allergens formed on air exposure of linalool. Identification and quantification of primary and secondary oxidation products and the effect on skin sensitization // Chem. Res. Toxicol., 2004. – 17. – P. 1697-1705.

51. Skold M., Hagvall L., Karlberg A-T. Autoxidation of linalyl acetate, the main component of lavender oil, creates potent contact allergens // Contact Dermatitis, 2008. – 58. – P. 9-14.

52. US National Library of Medicine. Natural Standard Research Collaboration / Lavender. – <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/druginfo/natural/patient-lavender.html>

53. Veien N., Rosner K., Skovgaard G. Is tea tree oil an important contact allergen? // Contact Derm., 2004. – 50. – P. 378-379.

54. Vilaplana J., Romaguera C. Contact dermatitis from the essential oil of tangerine in fragrance // Contact Derm., 2002. – 46. – P. 108-113.

55. Weisenseel P., Woitalla S. Toxic mustard plaster dermatitis and phototoxic dermatitis after application of bergamot oil // MMW Fortschr. Med., 2005. – 147(51-52). – P. 53-55.

56. Zacher K.D., Ippen H. Contact dermatitis caused by bergamot oil // Derm. Beruf. Umwelt., 1984.- 32(3). – P. 95-97.

Tikhomirov A.A. Principles of essential oils use with the medical purposes. A Literature review // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 116 – 126.

Essential oils are used as principal and auxiliary medicines for treatment and prevention of various diseases and syndromes.

A literature review contains data about essential oils contents, therapeutic concentration and rules of use in medical practice. The article also covers different points of views in usefulness, harmlessness and dosages of essential oils. The particular attention is paid to safety making a prescription of the aromatherapy: storage precautions, dosages, toxicity, allergenic capacity, ability to use essential oils with medicines. The information is given for practicing physicians.

Key words: *essential oils, composition, contraindications, dosages, toxicity.*

УДК 582.675.5:581.4

НЕКОТОРЫЕ МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *GLAUCIUM FLAVUM* CRANTZ (PAPAVERACEAE)

С.В. ШЕВЧЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Представлены результаты изучения некоторых аспектов репродуктивной биологии *Glaucium flavum* Crantz. Описаны процессы цветения, опыления, плодо- и семяобразования. Дана характеристика семян, показана потенциальная возможность воспроизведения вида в условиях природного ареала на Южном берегу Крыма.

Ключевые слова: *Glaucium flavum* Crantz., пыльник, семязачаток, цветение, опыление, семяобразование.

Введение

Одной из важнейших проблем современности является проблема сохранения биоразнообразия, в том числе фиторазнообразия. Особенно это касается тех видов растений, которые относятся к различным категориям природоохранного статуса. Так, мачок желтый – *Glaucium flavum* Crantz. В.Н. Голубев [1], В.В. Новосад и Л.И. Крицкая [9] относят к категории редких, а Е.С. Крайнюк [7] находит его уязвимым. Этот вид считается декоративным и лекарственным растением, поскольку содержит алкалоиды, которые используются при лечении заболеваний органов дыхания, но изучен недостаточно. В Крыму он представлен единичными экземплярами или малочисленными популяциями, разбросанными по территории Южного берега [1, 3]. В связи с этим вопросы его биологии и возможностей воспроизведения представляются актуальными и послужили целью наших исследований.

Объекты и методы исследований

Наблюдения проводили на Южном берегу Крыма на галечниках и склонах к морю. Изучение ритмов и сроков цветения проводили в соответствии с методиками А.Н. Пономарева [11], Голубева В.Н. и Волокитина Ю.С. [2]. При определении семенной продуктивности использовали методику Ю.А. Злобина [4]. Постоянные препараты готовили по общепринятой в эмбриологии методике [10], окрашивали по разработанной нами методике [12, 13]. Фотоснимки сделаны с помощью цифровой фотокамеры Canon A 550. Размеры семени и зародыша определяли с помощью программы Axio Vision rel. 4.8.2. с использованием микроскопа Axio Scope A.1 (Carl Zeiss) и системы анализа изображения Axio Cam ERc5s.

Результаты и обсуждение

G. flavum – европейско-средиземноморский вид, входящий в состав рода *Glaucium*, который насчитывает примерно 30 видов [8]. Это двулетнее или многолетнее растение, его природный ареал охватывает побережья морей Европы, Передней Азии и Северной Африки. В Крыму произрастает на Южном берегу по каменистым и песчаным склонам. В первый год жизни образует розетку листьев, во второй год появляются облиственные генеративные побеги. Может образовывать довольно мощные особи с множеством побегов (рис. 1). Цветет в мае – июле с пиком в июне, плодоносит в июле-сентябре. Цветки одиночные, около 5 см в диаметре, располагаются на верхушке побегов или в пазухах листьев. Они ярко-желтого цвета, с двумя закрученными чашелистиками и четырьмя лепестками, расположенными в два круга,

без нектарника. Чашелистики покрыты щетинками, постепенно раскрываются и опадают в начале цветения цветка, поэтому раскрытый цветок представлен лепестками без чашелистиков (рис. 2).



Рис. 1 Общий вид растения *G. flavum*



А

Б

В

Рис. 2 Бутоны (А и Б, Б – с удаленным околоцветником) и раскрытый цветок (В) *G. flavum*

Андроцей представлен многочисленными свободными тычинками, наружные тычинки короче внутренних (см. рис. 2 Б). Пыльники 4-гнездные, двутоковые, раскрываются экстрорзно. Стенка микроспорангия развивается центростремительно и сформированная представлена эпидермисом, эндотецием, двумя средними слоями и тапетумом (рис. 3 А). Тапетум формируется как из клеток вторичного париетального слоя, так и из клеток паренхимы связника. На стадии тетрады микроспор стенка микроспорангия состоит из эпидермиса, эндотеция, одного среднего слоя и тапетума (рис. 3 Б). На этой стадии заметны преобразования клеток тапетума, их оболочки начинают лизировать, и постепенно тапетум становится амебоидным (рис. 3 Б), что согласуется с данными Г.М. Ильиной [5] и О.П. Камелиной [6] по представителям семейства Paraveraceae.

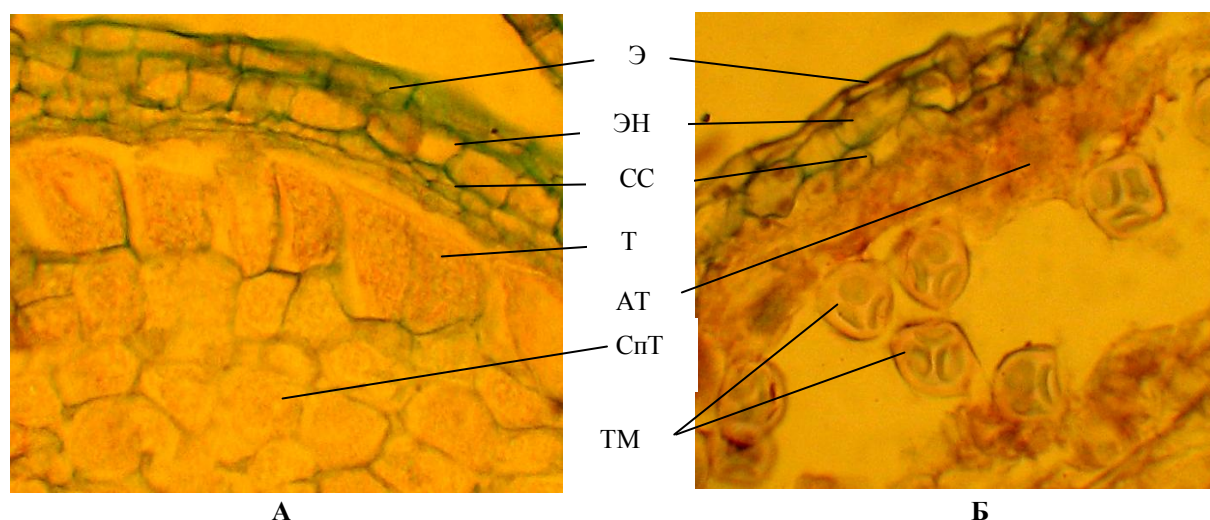


Рис. 3 Фрагменты сформированного микроспорангия (А) и на стадии тетрады микроспор (Б): Э – эпидермис, ЭН – эндотеций, СС – средний слой, Т – тапетум, АТ – амебоидный тапетум, СпТ – спорогенная ткань, ТМ – тетрады микроспор

Стенка зрелого пыльника состоит из сплюснутых клеток эпидермиса, фиброзного эндотеция и остатков среднего слоя. Зрелая пыльца представлена 3-борозднопоровыми 2-клеточными пыльцевыми зёрнами. В пыльнике наряду с морфологически нормальными пыльцевыми зёрнами встречаются аномальные. Следует отметить, что в процессе мейоза и при дифференцирующем митозе отмечены отклонения, которые в конечном итоге приводят к дегенерации некоторого количества пыльцевых зёрен.

Как и у многих видов подсемейства Paraveroideae [5, 6], семязачаток *G. flavum* фуникулярный, кампилотропный, красинуцеллятный, битегмальный (рис. 4). Фуникулус короткий, внизу расширенный, изогнутый, образует рафе, конгенитально срастаясь с интегументом. Интегументы эпидермального происхождения, в апикальной зоне оба интегумента значительно разрастаются, образуя obturators. Obturator внутреннего интегумента постепенно преобразуется в оперкулум, а obturator наружного интегумента в последующем образует ариллоид, входящий в состав семенной кожуры.

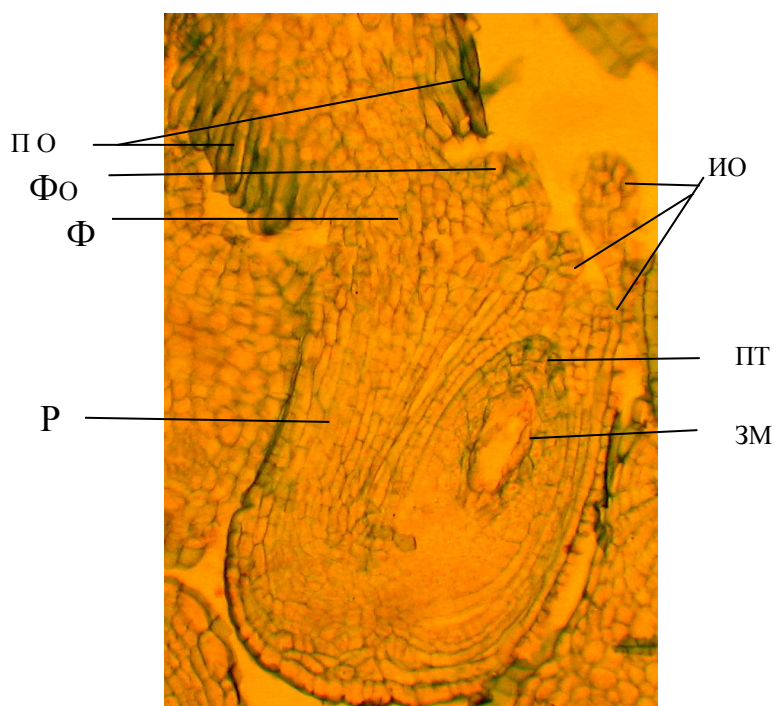


Рис. 4 Семязачаток *G. flavum* (ПО – плацентарные обтураторы, ФО – фуникулярный обтуратор, Ф – фуникулус, Р – рафе, ИО – интегументальные обтураторы, ПТ – парietальные тяжи, ЗМ – зародышевый мешок)

В микропилярной зоне нуцеллуса четко выделяются тяжи клеток парietальной ткани, которые в последующем способствуют прорастанию пыльцевой трубки к зародышевому мешку. В халазальной зоне семязачатка развиваются постамент, подиум и гипостаза, имеется плацентарный обтуратор, клетки которого сосочковидные, крупные, радиально вытянутые (см. рис. 4). Проводящий пучок доходит до халазы. Зародышевый мешок 7-клеточный, моноспорический, формируется по Polygonum-типу, в халазальной зоне сильно сужен. Яйцевой аппарат представлен двумя грушевидными синергидами и яйцеклеткой. Полярные ядра расположены в центральной клетке зародышевого мешка, ближе к антиподам, чем к яйцеклетке. Антиподы крупные, клетки могут быть 2-ядерными или полиплоидными, занимают больше трети зародышевого мешка, сохраняются долго. Часто клетки сильно разрастаются, образуя антиподальный комплекс и выполняя функцию гаусториев (рис. 5).

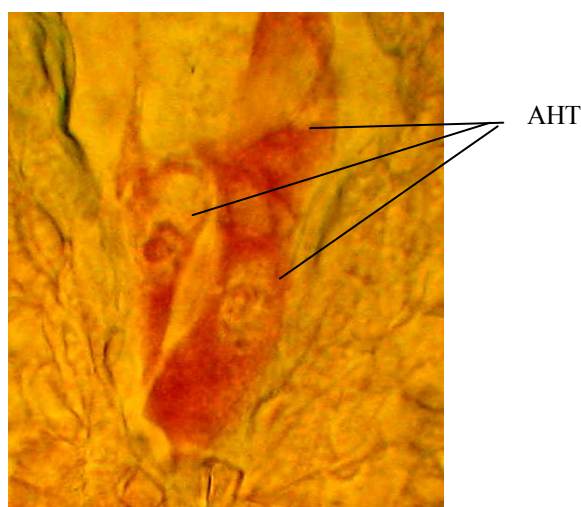


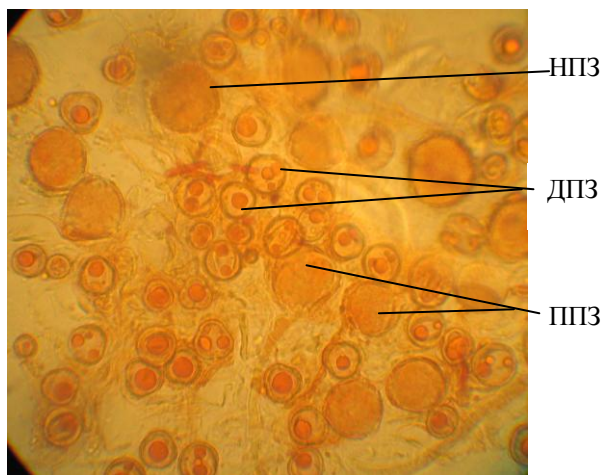
Рис. 5 Халазальная часть зародышевого мешка *G. flavum* с многоядерными антиподами: АНТ – антиподы

Раскрываются цветки *G. flavum* рано утром, к 10-11 часам все цветки раскрыты, чашелистики сразу опадают. Пыльники раскрываются экстрорзно в только что раскрытом цветке. Поскольку тычинки находятся практически постоянно в движении, пыльники отгибаются от пестика в разные стороны, особенно при движении воздуха (рис. 6). Пыльца жиросодержащая, высыпается на лепестки, где большую часть ее съедают насекомые, которых привлекает яркий цвет лепестков и движения тычинок (рис. 7). Насекомые могут питаться пыльниками и их содержимым еще в бутоне (см. рис. 7 Б). При этом пыльца попадает на разные части тела мелких насекомых, жуков и пчел, которые садятся на лепестки или широкие рыльца, и переносится с цветка на цветок, осуществляя опыление (см. рис. 6).



Рис. 6 Цветки *Glaucium flavum* с насекомыми

К концу цветения практически все пыльники без пыльцы, они быстро высыхают. Наблюдались случаи прорастания пыльцевых зерен еще в пыльнике (см. рис. 7 А).



А



Б

Рис. 7 Зрелая пыльца *G. flavum* из пыльников раскрытого цветка (А) и гусеница внутри бутона (Б): НПЗ – нормальные пыльцевые зерна; ППЗ - проросшие пыльцевые зерна; ДПЗ – дефектные пыльцевые зерна с каплями жира

Цветок, раскрывшись рано утром, к вечеру отцветает, лепестки теряют тургор, белеют и увядают. Пестик в это время изгибается, может касаться еще не опавших лепестков и рыльцем снять с них оставшуюся пыльцу, осуществив таким путем автогению, если не произошла аллогения (рис. 8).



Рис. 8 Андроей и гинецей *G. flavum* во время цветения (А) и в конце цветения (Б)

Единицей опыления у *G. flavum* является отдельный цветок. Для данного вида характерны первичные аттрактанты (пыльца и жирные масла) и вторичные (визуальная аттракция в виде яркого цветка и движения тычинок). В качестве обманного аттрактанта могут служить, например, часто растущие рядом растения *Melilotus tauricus* L. (сем. Fabaceae) (рис. 9).



Рис. 9 Растение *G. flavum* рядом с цветущим *Melilotus tauricus*

После попадания на рыльце пестика пыльца прорастает, спермиогенез происходит в пыльцевой трубке. Пыльцевая трубка по тканям пестика достигает зародышевый мешок и через одну из синергид изливает свое содержимое. Происходит двойное оплодотворение: один из спермиев сливается с ядром центральной клетки, образуя первичное ядро эндосперма, другой – с яйцеклеткой. Развивается нуклеарный эндосперм, ядра его располагаются в пристеночных тяжах цитоплазмы. Клетки эндосперма также начинают формироваться на периферии центральной клетки зародышевого мешка. Зародыш развивается по Solanad-типу, Paraver - вариации, когда производные апикальной клетки образуют только апекс побега с предварительным обособлением эпифизарной клетки, а основные органы зародыша сформированы производными базальной клетки.

Плод у *G. flavum* – сухая стручковидная двустворчатая коробочка длиной 18-20 см, раскрывается створками. В среднем, в ней образуется 50-55 штук семян. Семена мелкие, около 1 мм длиной, с двуслойной семенной кожурой и обильным эндоспермом. Клетки эндосперма крупные, рыхлые, содержат капли жирных масел. Зародыш слабо дифференцирован, маленький (около 200 μm длиной), занимает примерно пятую часть семени (рис. 10). Семена в год их генерации и после года хранения не прорастают, необходим период биологического покоя, во время которого происходит их созревание.

Следует обратить внимание на тот факт, что каждая особь *G. flavum* цветет долго (более двух месяцев), в целом образует большое количество цветков, поэтому в период массового цветения в одно и то же время на растении можно наблюдать бутоны, цветки и плоды (рис. 11). Формирование особей с большим количеством генеративных побегов с множеством цветков, длительное цветение, завязывание полноценных семян обеспечивает высокий репродуктивный успех данного вида в условиях его природного ареала.



Рис. 10 Фрагмент семени *G. flavum* (СК – семенная кожура, Э – эндосперм, З – зародыш)



Рис. 11 Растение *G. flavum* в период плодоношения (8 августа 2013)
(ЗП – зеленые плоды, СК – сухие стручковидные коробочки)

Наблюдаемые нами три популяции *G. flavum* различаются по числу особей в них и потенциальным возможностям сохранения. Две популяции (на мысе Мартьян и на крутом склоне к морю в районе Ливадии) имеют по 3 особи. В течение трех лет изменений в их численности не отмечено. Популяция в районе Ялтинского грузового порта в 2013 году насчитывала 48 разновозрастных экземпляров, а в 2014 году их осталось всего 26, остальные были уничтожены, что является свидетельством негативного антропогенного воздействия. Однако большое количество образующихся генеративных побегов, цветков, плодов и семян в них позволяют предположить потенциальные возможности воспроизведения данного вида в естественных условиях его произрастания, но при этом необходимы меры сохранения, каковыми могут быть введение его в культуру и использование в качестве декоративного растения в парках и скверах.

Выводы

Таким образом, *G. flavum* по своим морфо-биологическим признакам незначительно отличается от других представителей семейства *Paraveraceae*. Основными его эмбриологическими чертами являются: центростремительный тип формирования стенки микроспорангия, амебоидный тапетум и двоякое его происхождение; кампилотропный, красинуцеллярный, битегмальный, фуникулярный семязачаток; формирование плацентарного, фуникулярного и интегументального обтураторов; длительная функциональная гаусториальная активность антипод, которая обеспечивается увеличением числа ядер в клетках или их полиплоидизацией; *Solanad* – тип, *Paraver* – вариация формирования зародыша; образование большого количества плодов – сухих стручковидных двустворчатых коробочек, раскрывающихся створками, с полноценными семенами. Образование множества генеративных побегов, продолжительный период цветения особи, формирование большого количества плодов и семян позволяют предположить потенциальные возможности данного вида к естественному возобновлению. Однако, произрастание *G. flavum* в непосредственной близости к морю, где велико антропогенное влияние, может привести к значительному

сокращению вида в природе. Поэтому с целью сохранения *G. flavum*, а также учитывая его высокую декоративность, данный вид можно рекомендовать для введения в культуру и использования в садово-парковом строительстве.

Список литературы

1. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта, 1996. – 126 с.
2. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений. Функционально-экологические принципы организации репродуктивной структуры. – Ялта, 1986. – 38 с.
3. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Ореанда, 2012. – 232 с.
4. Злобин Ю.А. Эмбриология цветковых растений: Терминология и концепции. // «Мир и Семья» СПб. – Т.3. – 2000. – С. 251-258.
5. Ильина М.Н. Семейство Papaveraceae / Сравнительная эмбриология цветковых растений. Winteraceae – Juglandaceae. – Ленинград: Наука, 1981. – С. 142-150.
6. Камелина О.П. Систематическая эмбриология цветковых растений. – Двудольные. – Барнаул: Изд-во «Арктика», 2009. – 501 с.
7. Крайнюк Е.С. Мониторинг редких видов флоры природного заповедника «Мыс Мартыан» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». – Вып. 2. – Ялта, 2011. – С. 43-48.
8. Морозова Н.С. Семейство маковые (Papaveraceae) / В кн.: Жизнь растений. Под ред. А.А. Тахтаджяна. – Москва: Просвещение. – Т. 5, Ч. 1. – С. 217-222.
9. Новосад В.В., Крицька А.І. Мачок жовтий *Glaucium flavum* Crantz (*G. luteum* Scop.) / Червона книга України. Рослинний світ. Под ред. Я.П. Дідуха. – Київ: Глобалконсалтинг, 2009. – 538 с.
10. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М., 1990. – 283 с.
11. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений / Полевая геоботаника: [в 5 т] / Под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.: Наука, 1960. – Т. 2. – С. 9-19.
12. Шевченко С.В., Ругузов И.А., Ефремова Л.М. Методика окраски постоянных препаратов метиловым зеленым и пиронином // Бюлл. Никит. ботан. сада. – 1986. – Вып.60. – С. 99–101.
13. Шевченко С.В., Чеботарь А.А. Особенности эмбриологии маслины европейской (*Olea europaea* L.) // Труды Никит. ботан. сада. – 1992. – Т. 113. – С. 52-61.

Shevchenko S.V. Some morphobiological characteristics of *Glaucium flavum* Crantz (Papaveraceae) // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 127 – 135.

The article presents study results of some aspects of *Glaucium flavum* Crantz reproductive biology. The processes of the blossoming, pollination, fruitification and seed formation have been described. The research also covers characteristic of seeds, potential possibilities of the species reproduction in conditions of South Coast of the Crimea.

Key words: *Glaucium flavum* Crantz., anther, ovule, blossoming, pollination, seed formation.

УДК 582.998.3:581.16

ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *CAMPANULA* L.

Н.Н. МИРОШНИЧЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

В статье изложены результаты изучения процессов формирования мужской и женской генеративной сфер, цветения, опыления, семяобразования и диссеминации трех видов рода *Campanula* L. (*C. sibirica* L., *C. taurica* Juz. и *C. talievii* Juz.). Также описана возрастная структура их популяций, семенное и вегетативное размножение как важнейшие факторы самовоспроизведения видов

Ключевые слова: *Campanula sibirica* L., *C. taurica* Juz. и *C. talievii* Juz., цветение, опыление, диссеминация, семенное и вегетативное размножение.

Введение

В настоящее время одной из важнейших проблем является проблема сохранения биоразнообразия, и для разработки приемов сохранения редких видов растений представляется необходимым знание процессов их репродукции. Семейство Campanulaceae является довольно многочисленным и разнообразным. По данным В.Н. Голубева [4], в Крыму произрастает 22 вида семейства Campanulaceae, в том числе 16 видов рода *Campanula* L., в то же время А.В. Ена [9] указывает, что семейство Campanulaceae в Крыму представлено 17 видами, в том числе 12 видами рода *Campanula* L. Род *Campanula* L. в систематическом отношении весьма сложен, и относительно принадлежности ряда видов вопрос дискутируется [7, 8]. Касательно статуса изучаемых нами видов – *Campanula sibirica* L., *C. taurica* Juz. и *C. talievii* Juz., в литературе также нет единого мнения, и если одни авторы [4, 7, 8] считают их самостоятельными видами, то другие [2, 9] указывают, что *C. taurica* является подвидом *C. sibirica*, как и *C. talievii*. Характеристика структурных элементов репродуктивной сферы данных таксонов может быть полезна при определении и уточнении их систематической принадлежности. Кроме того, представители семейства Campanulaceae очень декоративны и представляют интерес для использования их в озеленении. В связи с вышесказанным, целью наших исследований являлось выявление особенностей воспроизведения и определения черт сходства и различий в репродуктивной системе трех видов рода *Campanula* L. (*Campanula sibirica* L., *C. taurica* Juz., *C. talievii* Juz.), произрастающих в Горном Крыму.

Объекты и методы исследований

Наблюдения проводили в условиях естественного произрастания *C. sibirica*, *C. taurica* и *C. talievii* в горном Крыму на трех участках: 1) на северо-восточном склоне горы Чатыр-Даг, 2) вдоль дороги от трассы Ялта – Севастополь к Байдарским воротам и 3) на северо-восточном склоне горы Челеби. Изучение ритмов и сроков цветения проводили по методикам А.Н. Пономарева [18], Голубева В.Н. и Волокитина Ю.С. [5, 6]. Определение семенной продуктивности определяли по методикам Е.А. Ходачек [21], И.В. Вайнагия [1] и Ю.А. Злобина [11]. Температурные показатели определяли с помощью лабораторного спиртового термометра. Для фиксации растительного материала был использован фиксатор Карнуа (спирт этиловый 96% - 6 частей: хлороформ – 3 части: ледяная уксусная кислота – 1 часть). Постоянные препараты для цитозембриологических исследований были приготовлены по общепринятым

методикам, окраска препаратов осуществлялась метиловым зеленым и пиронином с подкраской алциановым синим [24, 25].

Оценку декоративности проводили согласно методике государственного сортоиспытания декоративных культур [14].

Фотографии получены при помощи цифровой фотокамеры Canon A 3100 IS. Проращивание семян проводили в лабораторных условиях на дистиллированной воде после года хранения в бумажных пакетах при комнатной температуре [17].

Результаты и обсуждение

Семейство Campanulaceae представлено довольно большим количеством жизненных форм, среди которых встречаются травянистые растения, лианы, древовидные формы и древовидные лианы. Изучаемые нами виды рода *Campanula* L. – это, в основном, травянистые растения. *C. sibirica* – это двулетнее растение до 70 см высотой. Стебель одиночный, прямостоячий. Цветки многочисленные (рис. 1 А). *C. taurica* – многолетнее растение до 50 см высотой. Стебли многочисленные, средний из которых прямой. Цветки многочисленные (рис. 1 Б). *C. talievii* – согласно данным Н.Г. Дремлюга и С.Н. Зиман [8] и нашим наблюдениям, многолетний полукустарничек до 25 см высотой, иногда встречаются особи около 50 см высотой (рис. 1 В). Стебли у *C. talievii*, как и у *C. taurica*, многочисленные, сохраняются после перезимовки, средний из них прямостоячий. Цветки также многочисленные. По данным Ан.А. Федорова [20] и В.Н. Голубева [4], *C. talievii* является эндемом Крыма.

Цветут колокольчики в Крыму довольно продолжительное время – с мая по август, включительно. Цветение *C. taurica* и *C. talievii* наступает на 1,5-2 недели раньше, чем у *C. sibirica*. Продолжительность жизни одного цветка у всех трех видов длится 7–10 суток. После этого цветок постепенно увядает, чашечка и венчик не опадают, а засыхают. Цветение одной особи может длиться с мая по август, так что на растении в августе одновременно можно наблюдать бутоны, цветки и плоды. Стадия рыхлого бутона наступает на 4-е сутки. Раскрывается цветок на 7-е сутки. Температурные показатели на г. Чатыр-Даг в период цветения в июне 2013 года на почве составляли +23⁰С, в это время температура воздуха была +21⁰С, в июле – +26⁰С и +24⁰С, в августе – +28⁰С и +25⁰С, соответственно. На г. Челеби в 2013 г в период цветения в июне – +22⁰С и +20⁰С, в июле – +26⁰С и +25⁰С, в августе – +29⁰С и +27⁰С, соответственно. Таким образом, диапазон температур воздуха в период цветения колеблется от +20⁰С до +30⁰С.

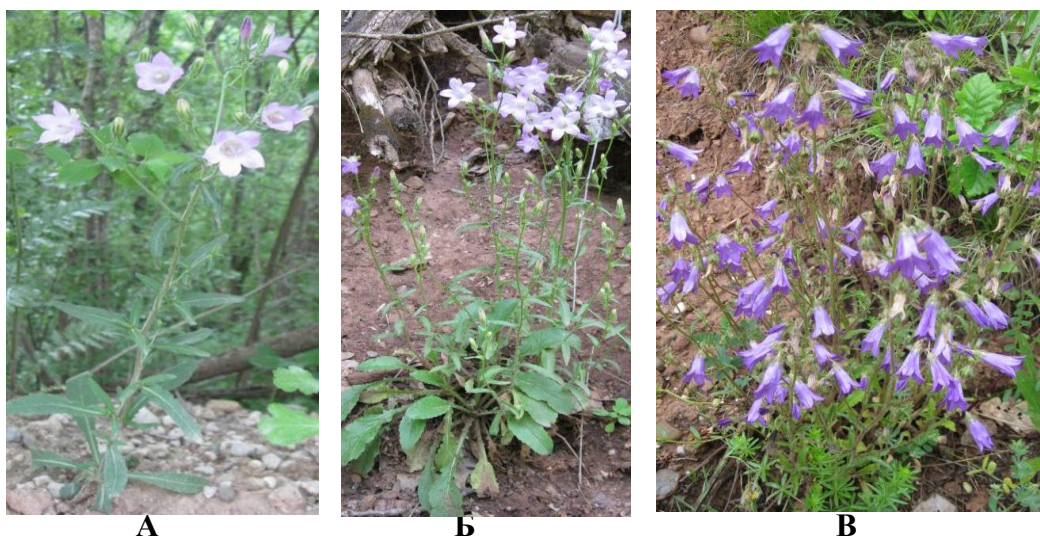


Рис. 1 Общий вид растений *C. sibirica* (А), *C. taurica* (Б) и *C. talievii* (В)

Количество цветков на одном генеративном побеге у *C. taurica* до 17, у *C. sibirica* – до 13 цветков, у *C. talievii* – до 30 цветков, а число цветков на растении может достигать до 45 у *C. taurica*, до 35 у *C. sibirica* и до 70 – у *C. talievii*.

Цветок актиноморфный, полный, обоеполый. Это характерная особенность семейства Campanulaceae [3]. Цветки имеют довольно длинную цветоножку (8-10 мм). Для исследуемых видов это важно, поскольку в зрелом плоде плодоножка играет роль дополнительного приспособления для диссеминации [16]. Цветоложе выпуклое. Чашелистики отогнуты. Чашечка зубчатая, увядающая, непадающая, имеются отогнутые придатки. Лепестки зубчатые. Венчик колокольчатый, опушенный (рис. 2)



Рис. 2 Цветок *C. taurica* с опушенным венчиком и опылителем

Окрашивание бутона происходит, при достижении бутоном 10-15 мм длиной. Окраска цветков варьирует от светло-сиреневой до темно-фиолетовой (см. рис.1). Цветки *C. talievii* имеют самую насыщенную темно-фиолетовую окраску, а *C. taurica* и *C. sibirica* – значительно светлее.

У всех 3-х изучаемых нами видов андроцей представлен 5-ю тычинками. Тычинки прямые и равные, прикреплены к основанию нектарного диска (рис. 3). Тычиночные нити имеют расширенные основания, которые, смыкаясь, образуют купол с отверстием сверху.

Гинецей синкарпный, однопестичный. Нектарник внутрицветковый, в виде диска над завязью. Столбик центральный, прямостоячий, прямой, увядающий, непадающий, покрыт множеством одноклеточных волосков эпидермального происхождения (см. рис. 3). У изучаемых видов рыльце верхушечное, расчлененное, 3-лопастное, отвернутое, в раскрытом цветке выходит за его пределы. Завязь трехгнездная, опушенная, нижняя, с большим количеством семязачатков.

Пыльник 4-гнездный, 2-тековый. Имеется плацентоид – радиальный вырост ткани связника, который вдаётся вовнутрь каждого гнезда. Развитие стенки микроспорангия идет центробежно [13, 23]. Сформированная стенка состоит из эпидермиса, эндотеция, одного среднего слоя и секреторного тапетума. Стенка микроспорангия зрелого пыльника состоит из сплюснутых клеток эпидермиса и эндотеция с фиброзными утолщениями.

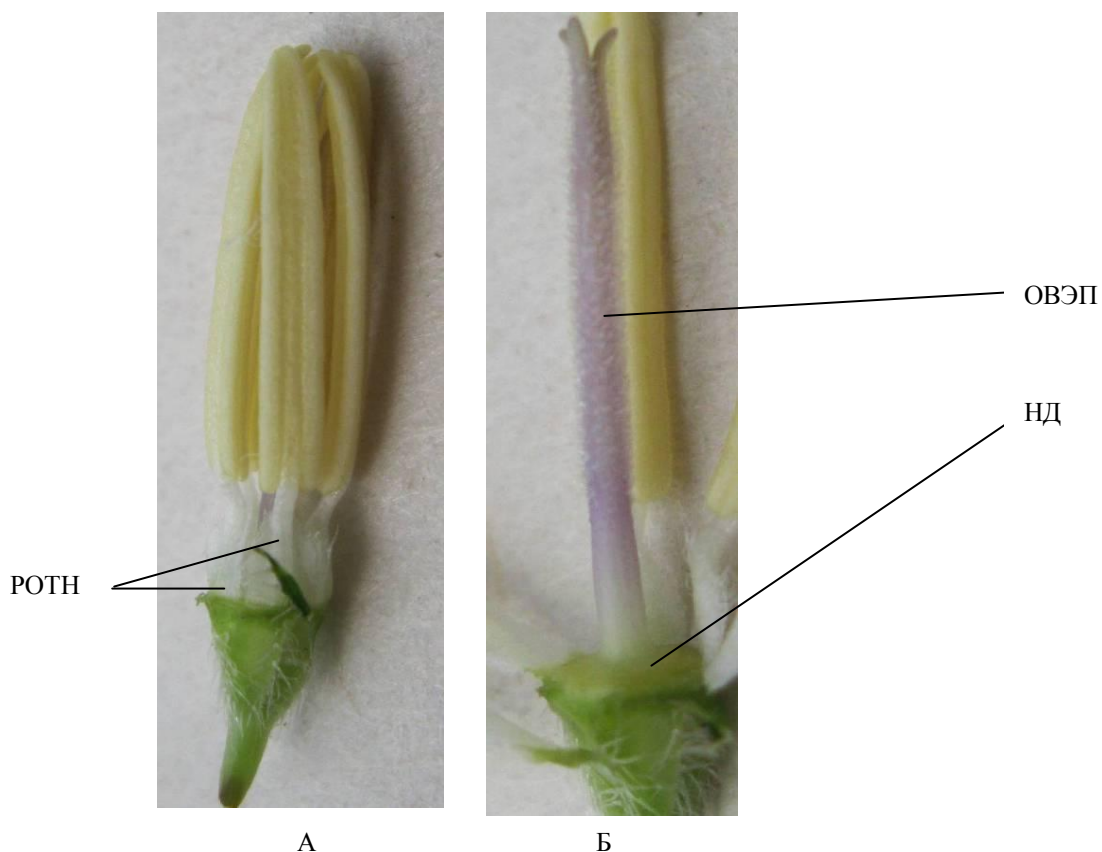


Рис. 3 Фрагменты цветка *C. taurica* (РОТН – расширенные основания тычиночных нитей; НД – нектарный диск; ОВЭП – одноклеточные волоски эпидермального происхождения на пестике)

Эндотеций может быть двурядным, фиброзные утолщения откладываются как на стенках эндотеция с внешней стороны микроспорангия, так и на стенках клеток со стороны связника. В результате этого каждое гнездо оказывается окруженным фиброзным слоем. Зрелые пыльцевые зерна 3-клеточные, 3-борозднопоровые. Наряду с нормальными в пыльниках встречаются дефективные пыльцевые зерна (рис. 4).

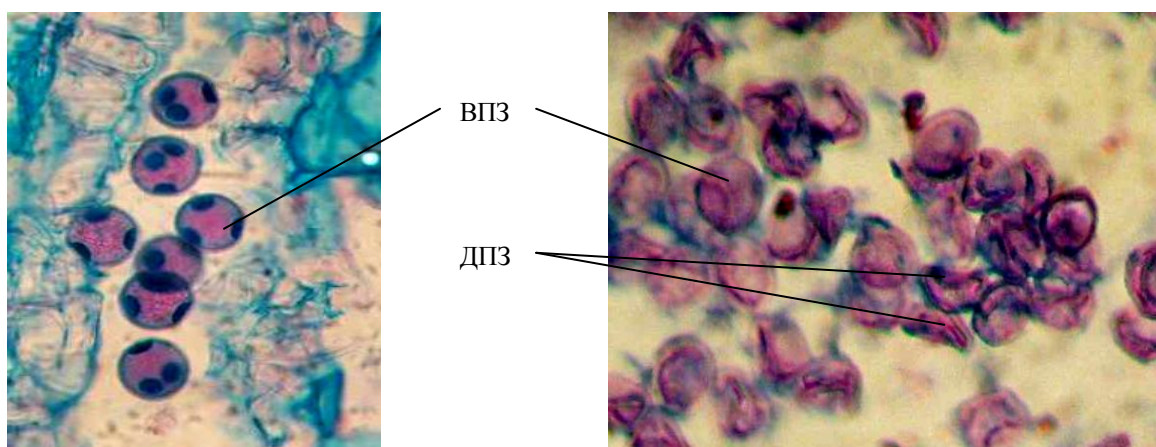


Рис. 4 Пыльцевые зерна *C. taurica* (ВПЗ – выполненные пыльцевые зерна, ДПЗ – дефективные пыльцевые зерна)

Семязачаток анатропный, медионуцеллатный, унитегмальный. Интегумент эпидермального происхождения, представлен 6-8 рядами клеток. Микропиле простое, узкое, прямое. Фуникулус короткий, имеется фуникулярный обтуратор. Образуется рафе. Интегументальный тапетум сильно развит, достигает уровня яйцевого аппарата и представлен таблитчатыми клетками с ядрами и ядрышками. Археспориальная клетка дифференцируется в субэпидермальном слое и после ее первого деления отделяются париетальная клетка и спорогенная, которая трансформируется в мегаспороцит. В результате мейоза образуется тетрада мегаспор, из которых халазальная развивается в зародышевый мешок (рис. 5).

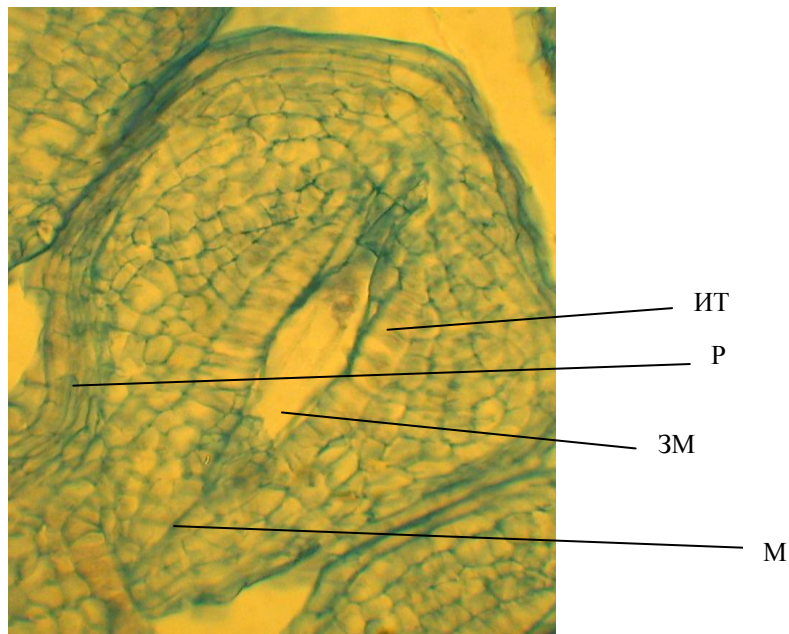


Рис. 5 Общий вид семязачатка *C. taurica* (П – рафе, ИТ – интегументальный тапетум, М – микропиле, ЗМ – зародышевый мешок)

Зародышевый мешок 7-клеточный, моноспорический, Polygonum – типа. Яйцевой аппарат представлен двумя синергидами с крючковидными выростами и нитчатым аппаратом и грушевидной яйцеклеткой. Полярные ядра сливаются до оплодотворения. Антиподы расположены Т-образно и сохраняются довольно долго. Между зародышевым мешком и гипостазой формируется постамент-подиум, клетки которого отличаются от окружающих более толстой оболочкой [23].

Процесс опыления у *Camptulula* очень специфичен. В закрытом бутоне тычинки полностью закрывают столбик – пыльники плотно охватывают столбик пестика, а расширенные в нижней своей части тычиночные нити, как уже указывалось выше, смыкаясь, образуют своеобразный купол (см. рис. 3, А). Раскрываются пыльники в закрытом бутоне интрорзно, в этот период лопасти рыльца сомкнуты.

По мере роста пестика волоски, покрывающие столбик, поддевают пыльцевые зерна и извлекают их из пыльников, в результате чего весь столбик покрывается пылью. В верхней части купола имеется отверстие, через которое опылитель хоботком достигает нектарного диска. Окраска нектарного диска от молочно-белой до ярко-лимонной, происходит по достижению цветками размеров 14-16 мм.

По мере продвижения к нектарному диску, насекомое лапками, брюшком, а иногда и крыльями, снимает пыльцу, находящуюся на столбике. Возвращаясь назад, опылитель повторно касается столбика, дополнительно собирая пыльцу, что способствует еще большему ее закреплению на теле насекомого (рис. 6).

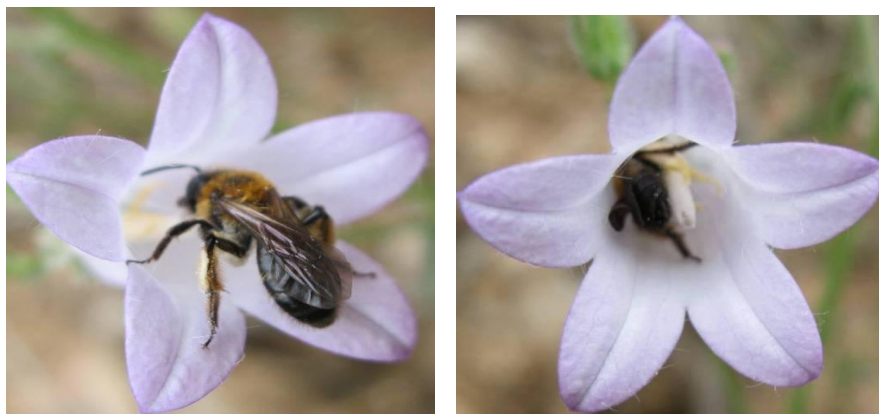


Рис. 6 Опылители на цветках *C. sibirica*

После поллинии тычинки увядают, скручиваются еще до раскрытия рыльца пестика, так что в раскрытом цветке наблюдаются только остатки пыльников. В полностью раскрытом цветке лопасти рыльца разворачиваются. Изучаемым видам свойственна аллогамия (гейтоно- и ксеногамия), иногда возможна и автогамия, что также отмечал S. Vogel [27] у *C. rotundifolia* L. В процессе опыления после поллинии происходит втягивание волосков в покровы столбика, то есть наблюдается явление инвагинации, или ретракции.

Следует отметить, что изучаемым видам свойственна протерандрия, мужские генеративные структуры в своем развитии значительно опережают женские, и пыльники вскрываются еще в закрытом бутоне. После попадания на рыльце пестика пыльца прорастает, пыльцевая трубка достигает зародышевого мешка, проходит через одну из синергид, лопаются и изливают свое содержимое. Осуществляется оплодотворение. После двойного оплодотворения происходит развитие эндосперма и зародыша. Эндосперм, согласно характеристике семейства Campanulaceae [10, 13], целлюлярный. По нашим наблюдениям, в соответствии с классификацией О.П. Камелиной [12], он тубифлоральный, характеризующийся поперечными делениями первичного ядра эндосперма и образованием микропилярного и халазального гаусториев. Собственно эндосперм формируется из клеток, расположенных между гаусториями. По мнению И.И. Шамрова [22], такое формирование эндосперма может быть определено, как микропилярно-халазальный с терминальными гаусториями подтип целлюлярного типа.

Зародыш развивается по Solanad-типу. Зрелый зародыш прямой, дифференцированный, с 2-мя семядолями. У *C. taurica* была отмечена клеважная полиэмбриония.

Практически все цветки исследуемых видов образуют плоды, но с разным количеством семян [15]. Процессы созревания семян и диссеминации происходят постепенно и длятся с августа по сентябрь. Осыпание семян происходит постепенно вследствие баллистохории, которая, как известно, является одним из наиболее эффективных способов рассеивания семян на небольшие расстояния. В частности, данным видам свойственна баллистоанемохория, когда при воздействии ветра приходят в движение сухие побеги и коробочки, что приводит к высыпанию семян из коробочек. Характерна для них также баллистозоохория, когда в движение элементы растения приходят в результате касания их животными. Данным видам свойственна также эпизоохория, когда сухие коробочки с помощью крючочков прикрепляются непосредственно к животным и разносятся на значительные расстояния. Кроме того, после высыпания из коробочки семена (они мелкие и легкие) разносятся на

значительные расстояния порывами ветра, которые характерны для горного Крыма, то есть в данном случае имеет место анемохория. Все эти способы рассеивания семян способствуют их распространению и колонизации данными видами новых территорий.

У всех видов семена мелкие, около 1 мм длиной, светлокорицевые. Семенная кожура двуслойная, эндосперм представлен крупными клетками. Зародыш занимает примерно третью часть семени, четко выраженная зародышевая полость не полностью занята зародышем. Жизнеспособность семян возрастает с хранением, свежесобранные семена практически не прорастают, что, видимо, связано с недоразвитием зародыша. Всхожесть семян, собранных в 2011 году, после хранения при комнатной температуре в течение года, составила у *C. sibirica* более 50%, у *C. taurica* 65%, у *C. talievii* – 35%. Всхожесть семян, собранных в 2012 году, при проращивании в декабре 2013 года составила у *C. sibirica* около 90%, у *C. taurica* – более 85%, у *C. talievii* – 65%.

Плод у исследуемых нами видов – поникающая, трехгнездная, многосемянная, покрытая жесткими волосками коробочка. Она образована высохшей чашечкой и расположенными между ними отогнутыми вниз придатками (рис. 7).

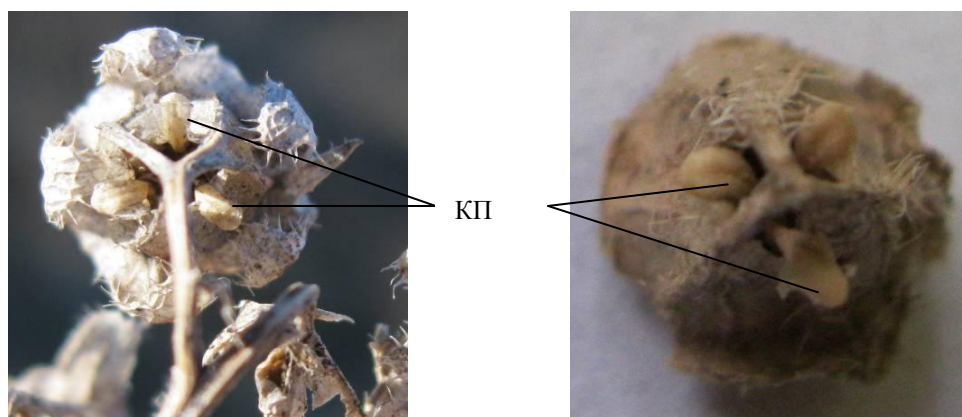


Рис. 7 Сухие коробочки *C. talievii* (КП – крышечка поры)

У основания коробочки имеются три поры, образующиеся с помощью аксикорнов, которые представляет собой структуру в виде полумесяца, прикрепленную к центрально-осевой колонке плода. По мере высыхания плода аксикорн одним из кончиков прорывает покров между ребрами в основании коробочки и таким путем образует пору и крышечку (рис. 8).

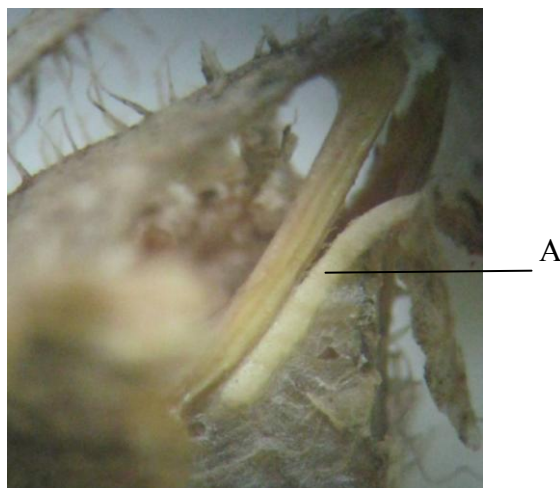


Рис. 8 Фрагмент плода *C. taurica* с аксикорном (А – аксикорн)

Подобные поникающие коробочки с порами в основании отмечены у *C. rotundifolia* L., в отличие от *C. carpatica* L. с прямостоячей коробочкой и порами, расположенными на ее верхушке [26, 27]. Также для распространения семян вспомогательным приспособлением являются покрывающие чашечку жесткие волоски, которые после засыхания превращаются в крючки и, как и сухая плодоножка, способствуют прикреплению плодов к проходящим мимо животным.

Процесс образования плодов и созревания семян у наблюдаемых видов также длительный, диссеминация начинается с середины августа и продолжается до конца сентября. Семена через поры высыпаются при незначительном движении побегов.

По нашим наблюдениям и согласно литературным данным *C. talievii* после увядания стебли засыхают, но не опадают. Весной следующего года эти увядшие особи дают новые розетки листьев, то есть помимо семенного, у *C. taurica* и у *C. talievii* также возможно вегетативное размножение, в то время как у *C. sibirica* нами такой функции не обнаружено (рис. 9 и 10).



Рис. 9 Фрагменты корневой системы *C. sibirica* (А), *C. taurica* (Б) и *C. talievii* (В), (ВП – вегетативные побеги, НР – новая розетка)

Количество новых розеток в наблюдаемых популяциях варьирует от 2 до 4-х. У *C. taurica* встречаются особи как с 2-мя, так и с 4-мя вегетативными побегами. У *C. talievii* нами были обнаружены особи только с 2-мя вегетативными побегами. Наблюдаемые ценопопуляции изучаемых видов неполночленные, левосторонние, большая часть особей виргинильные и генеративные, сенильные растения нам пока не встречались. Это свидетельствует о потенциальных возможностях самовозобновления и размножения данных видов.



А



Б

Рис. 10 *C. talievii* на стадии увядшего растения (А) в ноябре 2013г. и с новым генеративным побегом (Б) в мае 2014

Изучаемые виды рода *Campanula*, как и многие другие представители Campanulaceae, весьма декоративны. Большинство признаков, согласно 5-балльной оценке декоративности по методике государственного сортоиспытания декоративных культур [14], имеют оценку 4, в 5 баллов оценена длительность цветения (табл.)

Таблица

Оценка декоративности (в баллах)

Название признака	Оценка		
	<i>C. sibirica</i>	<i>C. taurica</i>	<i>C. talievii</i>
Окраска цветка	4	4	5
Аромат	4	4	4
Цветonos (длина, прочность)	4	4	4
Соцветие	4	4	4
Обилие цветения	4	4	5
Длительность цветения	5	5	5
Устойчивость цветков к неблагоприятным погодным условиям	4	4	4
Декоративность вегетативной части растения	4	4	4

Учитывая декоративность растений, продолжительность цветения и количество образующихся семян, данные виды могут быть использованы в парковых экспозициях.

Выводы

1. Основными эмбриологическими признаками изучаемых видов можно считать следующие: центробежный тип формирования стенки микроспорангия, наличие плацентида, 3-клеточные 3-борозднопоровые пыльцевые зерна, анатропный

семязачаток, развитие интегументального тапетума, 7-клеточный, моноспорический, Polygonum-типа зародышевый мешок, тубифлоральный эндосперм с микропиллярным и халазальным гаусториями, Solanad-тип формирования зародыша, наличие явления протерандрии.

2. Цветение *C. sibirica*, *C. taurica* и *C. talievii* в естественных условиях произрастания продолжительное и длится с мая по август при среднесуточной температуре от +20⁰С до +30⁰С. *C. sibirica* зацветает на 1,5-2 недели позже. При этом образуется большое число цветков как на одном генеративном побеге, так и на растении в целом.

3. Изучаемым видам свойственна аллогамия, хотя возможна и автогамия, извлечение пыльцы из пыльников происходит при помощи одноклеточных волосков эпидермального происхождения, которые расположены на столбике. Наблюдается явление инвагинации, или ретракции.

4. Плод у исследуемых нами видов – поникающая, трехгнездная, многосемянная, покрытая жесткими волосками коробочка с тремя порами, расположенными у основания, и большим количеством семян. Для созревания семян необходим период биологического покоя.

5. Основным типом размножения является семенной, у *C. taurica* и *C. talievii* также возможно вегетативное размножение.

6. Длительный период цветения *C. sibirica*, *C. taurica* и *C. talievii*, формирование большого количества плодов и семян, данные по семенной продуктивности и прорастанию семян, приспособления для успешной диссеминации данных видов свидетельствуют о потенциальных возможностях их возобновления, размножения и расселения.

7. Учитывая высокую декоративность и хорошие показатели всхожести семян данные виды можно рекомендовать для использования в декоративном садоводстве.

Список литературы

1. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журнал. – 1974. – Вып. 59(6). – С. 826-831.
2. Викторов В.П. Род Колокольчик // Биологическая флора Московской области / Под ред. В.Н. Павлова. – Москва, 2000. – Вып. 14. – С. 181-211.
3. Вульф Е.В. Campanulaceae Juss. В кн.: Флора Крыма. – Ялта, 1969. – Т. 3 (3). – С. 146-153.
4. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта, 1996. – 126 с.
5. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений. Морфологическое описание репродуктивной структуры. – Ялта: ГНБС, 1986. – 44 с.
6. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений. Функционально-экологические принципы организации репродуктивной структуры. – Ялта: ГНБС, 1986. – 38 с.
7. Дремлюга Н.Г. Рід *Campanula* L. у флорі України: Автореферат ...канд. біол. наук: 03.00.05. – Київ, 2013. – 20 с.
8. Дремлюга Н.Г., Зиман С.М. *Campanula talievii* Juz. – рідкісний ендемічний вид у флорі Криму // Укр. ботан. журн. – 2010. – Вып. 67(2). – С. 225-230.
9. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Ореанда, 2012. – 232 с.
10. Жинкина Н.А. Сравнительная эмбриология представителей семейства Campanulaceae: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Санкт-Петербург, 1995. – 17 с.

11. Злобин Ю.А. Эмбриология цветковых растений: Терминология и концепции. // «Мир и Семья» СПб. – Т.3. – 2000. – С. 251-258.
12. Камелина О.П. О возможности выделения тубифлорального типа развития эндосперма // Эмбриология цветковых растений: Терминология и концепции: в 3 т. / ред. Батыгина Т.Б. – СПб.: Мир и семья. – Т.2: Семья. – 1997. – С. 281-284
13. Коробова С.Н., Жинкина Н.А. Сем. Campanulaceae // Сравнительная эмбриология цветковых растений. – Л.: Наука, 1987. – С. 300-308.
14. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1960. – 182с.
15. Мирошниченко Н.Н. Семенная продуктивность и размножение некоторых видов рода *Campanula* L. // Біологічний вісник МДПУ – 2012. – №2. (2). – С. 48-51.
16. Мирошниченко Н.Н. Особенности цветения и опыления *Campanula sibirica* L. и *Campanula talievii* Juz. в Крыму // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 49. – С. 117-122.
17. Николаева Н.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян / Отв. ред. Данилова М.Ф. – Л.: Наука ЛО, 1985. – 347 с.
18. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника: [в 5 т.] / под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.: Наука, 1960. – Т. 2. – С. 9-19.
19. Пономарев А.Н., Демьянова Е.И. Антэкология // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 2000. – С. 72-73.
20. Фёдоров Ан. А. Семейство Колокольчиковые – Campanulaceae // Флора СССР. В 30 т. / Ред. тома Б.К. Шишкин и Е.Г. Бобров. – Т. XXIV. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 126-450.
21. Ходачек Е.А. Семенная продуктивность и урожай семян растений в Тундрах Западного Таймыра // Бот. журнал. – 1970. – Вып. 55(7). – С. 995-110.
22. Шамров И.И. Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение / Под ред. Т.Б. Батыгиной. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 350 с.
23. Шевченко С.В., Мирошниченко Н.Н. Некоторые данные о репродуктивной биологии *Campanula taurica* Juz. (Сем. Campanulaceae) // ЦВЕТОВОДСТВО: материалы VI международной научной конференции (Волгоград, 15 – 18 мая 2013г) – Волгоград, 2013. – С. 400-403.
24. Шевченко С.В., Ругузов И.А., Ефремова Л.М. Методика окраски постоянных препаратов метиловым зеленым и пиронином // Бюлл. Никит. ботан. сада. – Вып. 66. – С. 99-101.
25. Шевченко С.В., Чеботарь А.А. Особенности эмбриологии маслины европейской (*Olea europaea*) // Тр. Гос. Никит. бот. сада. – 1992. – Т.113. – С. 52-61.
26. Leins P. Blüte und Frucht: Aspekte der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion, Ökologie. Unter Mitarb. von C.Erbar. – Stuttgart: Schweizerbart, 2000 – 390 s.
27. Vogel S. *Campanula rotundifolia* (Campanulaceae). Pollination durch *Apis mellifica* (Hymenoptera), Melittophilie // Encyclopaedia cinematographica E 2049. – 1975. – 7 pp.

Myroshnichenko N.N. Special features of reproductive biology characterizing certain varieties of *Campanula* L. genus // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 136 – 146.

The article reveals research results of male and female generative spheres formation, blossoming, pollination, seed formation and dissemination of three species of *Campanula* L. genus (*C. sibirica* L., *C. taurica* Juz. and *C. talievii* Juz.). Furthermore the age structures of their populations, seed and vegetative propagation as the most important factors of species self-reproduction have been described.

Key words: *Campanula sibirica* L., *C. taurica* Juz. and *C. talievii* Juz., blossoming, pollination, dissemination, seed and vegetative propagation.

УДК 582.971.1:58.036.5(477.75)

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ВИДОВ РОДА *LONICERA* L. И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ЛИМИТИРУЮЩИХ ИХ ЗИМОСТОЙКОСТЬ

В.А. БРАЙЛКО, Т.Б. ГУБАНОВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

В статье приводятся данные относительно анатомо-морфологических и физиолого-биохимических характеристик некоторых видов рода *Lonicera*, рассмотрены особенности их развития при интродукции в условия Южного берега Крыма. В качестве критериев для оценки зимостойкости жимолостей предложены структурно-функциональные перестройки однолетних побегов, установлены сроки биологического покоя, определены температуры начального повреждения и критические температуры. Рекомендованы на основании системного физиологического анализа адаптивных реакций зимующих надземных органов жимолостей при условиях низкотемпературного стресса надежные маркеры для прогноза зимостойкости декоративных видов жимолостей.

Ключевые слова: *Lonicera*, потенциальная морозостойкость, биологический покой, структурно-функциональные перестройки, внутривидовое развитие, углеводный обмен

Введение

Среди всех факторов внешней среды, влияющих на рост, развитие и сохранение декоративных свойств интродуцентов, важным является климат территории в целом, погодные условия конкретного места и времени года. Как известно, атмосферные процессы в Крыму в зимнее-весенний период отличаются повышенной нестабильностью [1, 12] и часто создают неблагоприятные агрометеорологические ситуации, оказывающие решающее влияние на сохранение декоративности интродуцентов из субтропических и тропических регионов. Это определяет необходимость детального анализа погодных условий и уровня криорезистентности растений с целью выявления как оптимальных, так и экстремальных условий, влияющих на реализацию адаптационных возможностей листопадных и вечнозеленых декоративных интродуцентов, к которым относятся представители рода *Lonicera* L. [2, 5]. Актуальность вопроса связана также с обеспечением парковых насаждений Крыма ассортиментом растений, устойчивых к экстремальным факторам зимы, сочетающих декоративный эффект цветения и плодоношения в те периоды вегетационного сезона, когда спектр цветения культур довольно ограничен [3, 5]. Род жимолость (*Lonicera*) объединяет более 200 видов, большинство из которых декоративны [2, 3, 13], широко используются в озеленении и садово-парковом строительстве, некоторые – в медицине, обладают ценными пищевыми свойствами [9, 13]. В природе жимолости распространены в основном в тропических и субтропических районах, лишь единичные виды встречаются в умеренной зоне [9], и сохранение жизнеспособности данных растений в условиях интродукции требует мобилизации имеющихся у них адаптивных механизмов.

Таким образом, мы изучали потенциальную морозостойкость некоторых видов жимолости для выяснения особенностей внутривидовых анатомо-морфологических и физиолого-биохимических адаптивных приспособлений их побегов и почек в связи с интродукцией в климатические условия Южного берега Крыма.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований из рода *Lonicera* нами были выбраны 9 видов и 2 садовые формы жимолости, произрастающие в Арборетуме Никитского ботанического сада: *Lonicera tatarica* L., *L. maackii* (Rupr.) Maxim. (листопадные

прямостоячие виды), *L. pileata* Oliv., *L. pileata* 'Variegata', *L. nitida* Wils., *L. nitida* 'Elegant' (вечнозеленые прямостоячие и стелющиеся), *L. caprifolium* L., *L. etrusca* Santi., *L. henryi* Hemsl., *L. japonica* Thunb. (вьющиеся жимолости) и *L. fragrantissima* Lindl. et Paxt. (зимнезеленая прямостоячая жимолость). Период исследований – 2012-2014 гг.

Оценку потенциальной морозостойкости проводили благодаря методу прямого промораживания изолированных однолетних побегов при различных температурах в климатической камере «Gruland» (градиент понижения температуры 2°C/час) в разные периоды перезимовки [11]. Данный метод применялся в нашей модификации для декоративных кустарников, которая заключалась в оптимизации режимов промораживания и закали для интродуцентов. Перед проведением оценки повреждений объекты медленно оттаивали (побеги выдерживали сутки при температуре -2...0°C и столько же при 0...+2°C).

Глубина и продолжительность биологического покоя почек определена в лабораторных условиях по методу Елмановой, Ахматовой [4]. Фазы внутривидового развития определены по Куперман [6]. Диагностика морозоустойчивости определялась также по анатомо-морфологическим признакам вызревания древесины и показателям углеводного обмена. Для определения степени вызревания побегов нами был проведен гистохимический анализ тканей однолетних побегов с помощью перманганатной реакции Меуле [8].

Результаты и обсуждение

По нашим данным, в условиях Южного берега Крыма морозостойкость различных тканей жимолостей неодинакова. Более низкие температуры, особенно после оттепелей в феврале, повреждают не только почки, но являются губительными и для вегетативных частей растений. Наиболее чувствительна из них верхняя часть однолетних побегов. Устойчивость побегов коррелирует с сезонным ходом температуры воздуха, в связи с чем, к весне повреждающее действие низких температур проявляется сильнее.

По результатам прямого промораживания в камере переменных температур при -12°C осенью в побегах отмечались повреждения клеток проводящей системы, перимедуллярной зоны, иногда сердцевинных лучей, в феврале при -20°C отмечены повреждения тканей коровой паренхимы, которые не превышали 30% площади поперечного среза. Меньше повреждаются побеги прямостоячих листопадных и вечнозеленых жимолостей по сравнению с вьющимися видами данного рода, что, вероятно, связано со степенью вызревания побегов. Как считает ряд авторов [11, 14, 15], зимостойкость растений и успешность перенесения ими низкотемпературного стресса зависит не только от зимнего периода, но и от подготовки их во время лета и осени. К данным процессам относится фаза одревеснения побегов, которой предшествуют формирование и вызревание древесины. Проведенные анатомические исследования тканей однолетних побегов позволили выделить ряд структурных особенностей, характерных для прямостоящих и вьющихся жимолостей. Так, первичная кора представлена эпидермисом, пластинчатой колленхимой, расположенной субэпидермально и коровой паренхимой. Эпидермис однослойный, колленхима в зависимости от погодных условий вегетационного периода имеет различную степень развития и может состоять из 2-3 (*L. tatarica* и *L. maackii* в 2012 г.) до 4-6 (*L. tatarica* в 2013 г.) слоёв клеток. В год с более выраженным напряжением гидрометеорологических факторов летнего периода – воздушной и почвенной засухой эпидермис сформирован меньшим числом слоев. Коровая паренхима гетерогенна. Она представлена двумя рядами клеток округлой или изодаметрической формы, прилегающих к колленхиме. На границе с флоэмой клетки паренхимы имеют

несколько удлиненную форму. Важно отметить, что у прямостоящих жимолостей округлые клетки коровой паренхимы располагаются цельным кольцом по цилиндру побега, а у вьющихся – группами, которые соединяются клетками паренхимных клеток вытянутой формы. Для всех видов характерно наличие в клетках эпидермиса коры друз оксалата кальция. Оболочки клеток первичной коры прямостоящих видов жимолости одревесневают и могут наряду с лубяными и склеренхимными волокнами выполнять функции механической ткани.

У жимолостей, по данным Л.И. Лотовой и А.К. Тимохина [7], вторичная покровная ткань – перидерма – образуется глубоко в первичной коре или во внешних слоях центрального цилиндра. В процессе исследований было установлено, что перидерма у некоторых видов жимолости в условиях ЮБК формируется глубоко в первичной коре (четко видна у *L. tatarica*, *L. maackii*, *L. pileata* и *L. fragrantissima*), однако степень её сформированности различна. У одних видов феллоген образуется на границе с флоэмой в виде целого кольца по всему цилиндру (*L. tatarica* и *L. maackii*), а у вечнозеленых и зимнезелёных прямостоящих жимолостей эта ткань сформировалась в нижней и средней частях побега из 3-4 слоёв флоэмы и 1-2 феллодермы. У вьющихся видов жимолости, независимо от степени листопадности или вечнозелености, образование перидермы слабо отмечено, у *L. caprifolium* и *L. etrusca* она состоит из 1-2 слоёв клеток.

Как показали наши исследования, у всех видов прямостоящих жимолостей клетки вторичной коры лигнифицированы, у вьющихся – степень лигнификации однолетних побегов значительно ниже, что может быть связано с ростовыми процессами, которые продолжаются весь период вегетации. У прямостоящих видов деятельность камбия с образованием вторичной флоэмы (толстый луб и склеренхимные волокна) длится до перехода растений в глубокий покой (это характерно только для *L. tatarica* и *L. maackii*). У *L. henryi* и *L. japonica* древесина дифференцирована слабо, склеренхимные кольца и флоэмные волокна сформированы только в базальной части годовых побегов. Большую часть структуры побега жимолостей-лиан занимает стела.

Для благополучной перезимовки деревьев и кустарников своевременное и полное вызревание побегов имеет исключительно большое значение [7, 10]. Микроскопирование показало, что у однолетних побегов *L. tatarica*, *L. maackii*, *L. fragrantissima*, *L. pileata* и *L. nitida* одревесневают оболочки клеток ксилемы, сердцевины, коровой паренхимы изодиаметральной формы, склеренхимных волокон флоэмы и очень редко – колленхимы.

В результате проведенного гистохимического анализа мы выделили 4 вида с высокой степенью лигнификации – это листопадные и вечнозеленые кустарники: *L. tatarica*, *L. maackii*, *L. fragrantissima* и *L. nitida*. Средний уровень характерен для 3 видов *L. caprifolium*, *L. pileata*, *L. henryi* и 2 садовых форм вечнозеленых жимолостей – при проведении реакции Меуле у 50% побегов наблюдалась грань между камбием древесиной. У вьющихся видов *L. etrusca* и *L. japonica* отмечена наименьшая степень лигнификации.

Как известно, в качестве диагностического показателя предлагают использовать накопление олигосахаридов в коре однолетних побегов [8, 14]. Изучение сезонных изменений содержания крахмала в растительных тканях показало, что у большинства видов жимолости наблюдается два максимума: осенний и весенний. Запасающими тканями являются сердцевидные лучи ксилемы и перимедулярная зона. Во флоэме углеводов накапливается в 3-4 слоях клеток у первичной коры, то есть в непроводящей части.

В осеннее время (сентябрь – октябрь) крахмал чаще всего локализуется в коровой паренхиме и сердцевинных лучах, гидролизуетсся сначала во флоэме. В

холодный период ноября-января зёрна крахмала обнаружены только у *L. fragrantissima*, *L. nitida*, *L. pileata* и *L. caprifolium* в сердцевинных лучах, сердцевине и перимедулярной зоне. В периоды оттепели небольшое количество крахмала отмечается в сердцевинных лучах (февраль – март). Изменения накопления и ресинтеза крахмала у *L. maackii* в условиях зимы 2012-2013 гг. показаны на рис.1.

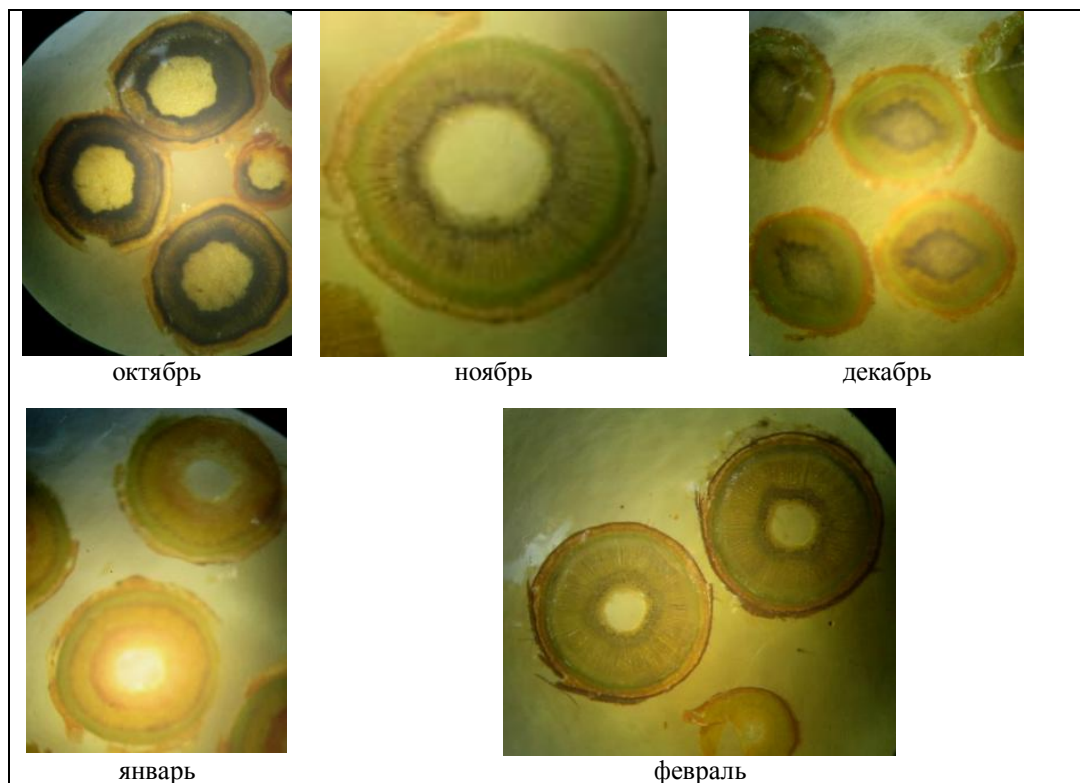


Рис. 1 Крахмал в побеге *L. maackii* в осенне-зимний период 2012 – 2013 года

Нами установлено, что усиленный гидролиз крахмала начинается при среднесуточных температурах воздуха $+11,5...+10,3^{\circ}\text{C}$ в ноябре. Скорее всего, таким образом углеводы в мономерном состоянии могут выступать в роли криопротекторов для тканей зимующих органов, и вследствие повышать их потенциальную морозостойкость.

Состояние глубокого покоя характерно только для листопадных прямостоящих кустарников жимолости – *L. tatarica* и *L. maackii*. Вхождение в это состояние соответствовало фенофазе естественного листопада (вторая декада ноября 2012 г. и третья декада ноября 2013 г.). Исследования показали, что глубокий покой для этих видов составляет в среднем 68-72 дня. За этим следует период вынужденного покоя, который продолжается до начала набухания почек. Продолжительность вынужденного покоя колеблется в пределах 20-23 дней, и тесно связана с температурным режимом воздуха.

В ноябре 2012 г. были проведены исследования глубины биологического покоя почек жимолостей. Так, наименьшая концентрация гибберелловой кислоты, снимающая покой у *L. tatarica* и *L. maackii* составила 200 мг/л; через 10-14 дней эксперимента полностью распустились терминальные и нижние сериальные почки равномерно по побегу.

Для вьющихся и вечнозеленых жимолостей состояние глубокого покоя не характерно. Начиная с конца октября – начала ноября почки выше указанных видов

находились в вынужденном покое, и при помещении побегов в условия, благоприятные для роста, у большинства почек отмечались интенсивные формообразовательные процессы. Подобное явление, но в более замедленном темпе, наблюдалось и в природе, особенно при оттепелях. Для набухания и распускания их почек достаточно в течение 5 дней выдерживать побеги указанных видов в растворе 50 мг/л гибберелловой кислоты. При этом у жимолостей-лиан набухают все почки, первыми распускаются расположенные на ортогональной стороне побега у базального края. У вечнозеленых видов *L. nitida* и *L. pileata* и их садовых форм *L. pileata* 'Variegata' и *L. nitida* 'Elegant' быстрее распускаются терминальные почки и следующие за ними на апикальной части побега.

Наиболее раннее вхождение в состояние покоя отмечено для зимнецветущего вида *L. fragrantissima* (конец августа – сентябрь). Закладка почек у данного вида происходит в апреле – мае, далее следует стремительная дифференциация тканей и формирование зачаточных цветков. К сентябрю проходит мейоз и образование микроспор (при этом важно отметить, что у этого вида наблюдается также пролонгированное развитие почек: на одном растении в период сентября – ноября протекают этапы от закладки органов цветка до формирования спорогенной ткани пыльника). В зимний период наблюдается продолжительное цветение (начало цветения: вторая декада декабря, массовое цветение: январь – февраль, конец цветения – вторая декада апреля).

Искусственное промораживание при различных режимах позволило установить температурные параметры, под действием которых появляется тот или иной тип повреждений, а также определить критические температуры для каждого вида. Установлено, что для *L. nitida* и *L. pileata* температура $-12,5^{\circ}\text{C}$ является критической, а для садовой формы *L. nitida* 'Elegant' $-14,0^{\circ}\text{C}$. Вьющиеся жимолости и зимнецветущая *L. fragrantissima* проявили среднюю степень морозостойкости, значения критических температур для них в пределах $-18,0^{\circ}\text{C}$. Наивысшая морозостойкость характерна для *L. maackii* и *L. tatarica* (критические температуры $-20,0^{\circ}\text{C}$ и $-24,0^{\circ}\text{C}$ соответственно).

Осенью, до наступления первого похолодания, почки *L. tatarica* и *L. maackii*, в которых прошли процессы формирования зачаточных цветков и началось формирование органов цветка, были способны выдерживать морозы до $-10,0^{\circ}\text{C}$ без существенных повреждений (морозостойкость почек составляла 82,8% – 88,5%)(рис.2). На этом этапе развития поврежденными структурами являлись ткани основания почек, вероятно, вследствие значительной оводненности. В дальнейшем (ноябрь), когда завершились процессы органогенеза цветка и началось воздействие закалывающих температур в природных условиях, эти виды жимолости переносили воздействие температур $-12,0^{\circ}\text{C}$... $-14,0^{\circ}\text{C}$ также с высоким уровнем морозостойкости – 64,1% – 88,1%. По мере вхождения в состояние глубокого покоя потенциальная морозостойкость повышалась, максимальной она была в конце периода покоя (декабрь). В это время почки *L. tatarica* и *L. maackii* выдерживали морозы $-18,0^{\circ}\text{C}$ – $-20,0^{\circ}\text{C}$; наиболее часто повреждались ткани генеративной сферы, конуса нарастания и листовых примордиев (не более 20 – 30% от площади среза почки).

Во время вынужденного покоя (конец января – февраль), когда происходит усиленный рост элементов цветка, формирование спорогенной ткани, в пыльниках – мейоз и образование микроспор, криорезистентность значительно снизилась. Гибель почек при промораживании на данном этапе внутрипочечного развития составила 52,8% – 56,9% при температуре $-20,0^{\circ}\text{C}$. По нашим наблюдениям, в феврале-марте наступает фенофаза набухания почек и разворачивания первых листьев. При воздействии температуры $-12,0^{\circ}\text{C}$ в течении 48 часов живыми остаются 63,2% – 66,2% почек, при этом характерны более частые повреждения почек нижней серии (для

жимолостей характерно пролонгированное развитие, при чем более продвинуты в росте и развитии почки нижней серии), обмерзают распутившиеся листья, однако повреждений в генеративной сфере, которая обычно более чувствительна к действию морозов, не отмечено. Как видно из рис. 2, *L. tatarica* проявляет более высокую потенциальную морозостойкость на всех этапах внутрпочечного развития по сравнению с *L. maackii*.

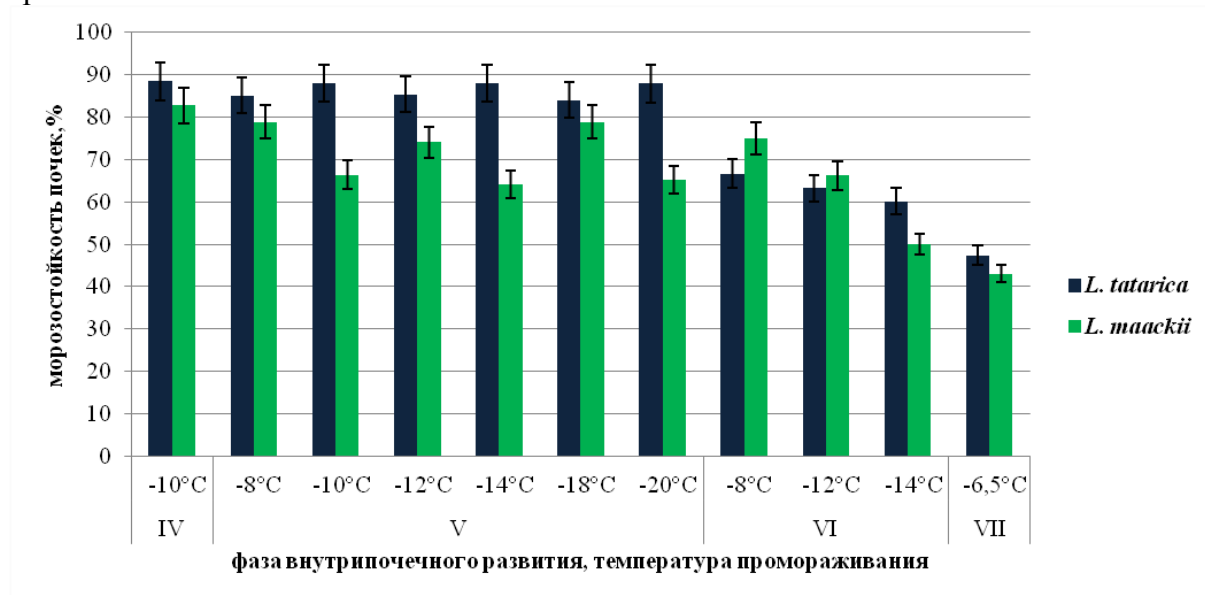


Рис. 2 Изменение морозостойкости почек листопадных прямостоящих жимолостей в зависимости от фазы их развития: IV - формирование зачаточных цветков, начало закладки органов цветка; V - последовательное заложение органов цветка: формирование спорогенной ткани пыльника; VI- усиленный рост элементов цветка, в пыльниках мейоз и образование микроспор; VII – пыльца.

Среди вечнозеленых прямостоящих и стелющихся жимолостей изучали *L. nitida*, *L. pileata*, садовые формы – *L. nitida* 'Elegant' и пестролистную – *L. pileata* 'Variegata'. У данных видов морозостойкость снижалась в ряду сердцевина – коровая паренхима побегов – почки – листья. При промораживании в температурном режиме -7,0°C... -10,0°C характерными повреждениями тканей листа были некротические пятна, которые проявлялись в основном на нижней абаксиальной стороне листовой пластинки в межжилковом пространстве. При воздействии температур -12,5°C...-14,0°C на протяжении 12 часов полностью обмерзают листья *L. pileata* 'Variegata'; у *L. pileata* повреждается основание листовой пластинки, некрозы составляют более 40% листовой поверхности; у *L. nitida* и *L. nitida* 'Elegant' при воздействии указанной температуры отмечен точечный некроз межжилковой паренхимы и жилок.

Более всего подвержены действию низкотемпературного стресса в течение холодного периода листья *L. pileata* 'Variegata' с частичной утратой декоративности: некротические пятна локализуются на бесхлорофилльной части листа. У остальных вечнозеленых видов в природных условиях перезимовки повреждения листьев составляют не более 10% (точечный некроз), при этом листья способны сохранять тургесцентность, декоративность и восстанавливаться после действия морозов. В конце декабря – январе морозостойкость листьев выше, чем в осенний период, что, вероятно, связано с перераспределением воды в сторону увеличения осмотически-связанной. Снежный покров на кустарниках в течение нескольких дней вызывает появление хлорозных пятен, однако через некоторое время листья способны к репарации.

Начальная повреждающая температура почек вечнозеленых жимолостей составляет -8,5°C. К началу холодного периода в почках проходит формирование

генеративного побега, последовательное заложение органов цветка, в этот период они способны переносить мороз $-10,0^{\circ}\text{C}$, однако при температуре $-12,0^{\circ}\text{C}$ неповрежденными сохраняются не более 20% почек, а для *L. pileata* 'Variegata' данная температура на фазе органогенеза цветка является критической. Характерные повреждения – некроз тканей основания терминальных почек и генеративных структур.

В начале января происходит усиленный рост элементов цветка и образование микроспор, отмечается увеличение морозостойкости почек при искусственном промораживании – в температурном режиме $-12,0^{\circ}\text{C}$ она составляет 29,7 – 44,3%. *L. nitida* 'Elegant' способна проявлять низкотемпературную устойчивость к температуре $-13,5^{\circ}\text{C}$, при этом морозостойкость почек составляет 48,1%. Критической температурой для выше описанных вечнозеленых прямостоящих и стелющихся жимолостей является $-14,0^{\circ}\text{C}$.

Весь зимний период вечнозеленые жимолости находятся в состоянии вынужденного покоя, однако при длительных оттепелях активизируются их выход из покоя и ростовые процессы. В 2012-2014 гг. фенофаза набухания почек и распускания первых листьев наблюдалась в январе – феврале (в связи с погодными условиями теплой зимы и длительного безморозного периода), в генеративной сфере сформирована зрелая пыльца, начинали рост молодые побеги. В это время почки вечнозеленых жимолостей гибнут при температуре $-6,5^{\circ}\text{C}$: повреждается сердцевина побегов, проводящая система и основание почек, листовые примордия и цветки. Среди описанных видов наиболее устойчивы к действию низкотемпературного стресса садовые формы *L. nitida* 'Elegant' и *L. pileata* (табл. 1).

Таблица 1

Морозостойкость почек вечнозеленых видов рода *Lonicera* L. в период перезимовки

Фаза внутрипочечного развития	Последовательное заложение органов цветка: формирование спорогенной ткани пыльника		Усиленный рост элементов цветка, в пыльниках мейоз и образование микроспор		Зрелая пыльца
	-10°C	-12°C	-10°C	-12°C	
Виды, формы / Температурный режим промораживания					
<i>L. nitida</i>	83,6 $\pm$ 5,3	14,4 $\pm$ 1,2	68,4 $\pm$ 4,4	29,7 $\pm$ 2,3	31,5 $\pm$ 2,6
<i>L. nitida</i> 'Elegant'	84,7 $\pm$ 4,9	20,8 $\pm$ 0,8	81,8 $\pm$ 3,6	44,3 $\pm$ 3,1	15,6 $\pm$ 1,2
<i>L. pileata</i> '	71,0 $\pm$ 3,1	15,3 $\pm$ 1,9	72,2 $\pm$ 4,1	39,4 $\pm$ 2,0	10,7 $\pm$ 0,9
<i>L. pileata</i> 'Variegata'	86,5 $\pm$ 9,4	0,0	93,6 $\pm$ 5,1	28,4 $\pm$ 1,3	12,6 $\pm$ 1,5

Вероятность годовых минимумов $\leq -7^{\circ}\text{C}$ на ЮБК составляет 69%, такие морозы наблюдаются почти каждые 7 лет из 10 [12]. Таким образом, в наших условиях у *L. pileata* 'Variegata' всегда частично повреждаются листья. Морозы -12°C довольно редки, вероятность их составляет 26%, при этом могут быть повреждены зимующие надземные органы всех вечнозеленых жимолостей. Установлено, что абсолютный минимум температуры воздуха $-14,6^{\circ}\text{C}$ является критической температурой для выше описанных видов в условиях интродукции, однако, как известно из литературных источников [3, 13], для данных видов возможно восстановление от неповрежденных корневой системы и почек осевых побегов.

Отдельного внимания заслуживает зимнезелёный в условиях ЮБК и зимнецветущий вид *L. fragrantissima*. Как и для других жимолостей, для данного вида также характерно пролонгированное внутрипочечное развитие. Полностью сформированы двуцветники у основной части почек в сентябре. Фаза покоя не

продолжительна. В условиях суровой для ЮБК зимы 2011-2012 гг. (минимальная опускалась до $-11,9^{\circ}\text{C}$, температура воздуха в пределах $9,4\ldots 11,9^{\circ}\text{C}$ удерживалась более 12 часов подряд, понижение температуры воздуха сопровождалось штормовым ветром 21-24 м/с) *L. fragrantissima* сбросила листья и лишь в микроклиматических условиях Нижнего парка НБС-ННЦ сохранилось около 40% листы. Зимние периоды 2012-2013 гг. и 2013-2014 гг. были более теплыми, и *L. fragrantissima* сохранила облиственное состояние. При проведении искусственного промораживания определено влияние отрицательных температур на сохранение декоративности листьев данного вида жимолости: при $-12,0^{\circ}\text{C}$ повреждений не отмечено, мороз $-14,0^{\circ}\text{C}$ способен вызвать повреждения паренхимы листа вдоль жилок, проявляется на абаксиальной стороне листовых пластин; при воздействии температуры $-20,0^{\circ}\text{C}$ в течении 12 часов характерным является обмерзание более 70% площади листа, локализованное по краю. Молодые листья появляются после массового цветения и очень неустойчивы к морозам.

Почки *L. fragrantissima* в октябре выдерживали температуру $-8,0^{\circ}\text{C}$, морозостойкость их составляла 98,2%. В конце ноября – декабре у основной части почек наблюдается усиленный рост элементов цветка и образование микроспор; при $-14,0^{\circ}\text{C}$ морозостойкость составляет 80,6%, а после воздействия мороза $-20,0^{\circ}\text{C}$ живыми остаются 30,9% почек. В период образования пыльца и цветения криорезистентность значительно снижается. Температура $-15,0^{\circ}\text{C}$ является критической для *L. fragrantissima* на данной фазе развития. Характерными повреждениями были некроз тканей проводящего моста почек, генеративной сферы и листовых примордиев. Также заметно увеличивается растрескивание коры между супротивно расположенными почками. Наблюдения за повреждениями цветков в природных условиях отмечены при среднесуточной температуре $-2,5^{\circ}\text{C}$. Наиболее сильно при этом повреждался пестик, самая устойчивая структура – пыльники. Было установлено, что цветки гибнут при температуре $-3,5^{\circ}\text{C}$, бутоны выдерживают понижение до $-4,0 \ldots -4,5^{\circ}\text{C}$ и полностью гибнут при $-5,0^{\circ}\text{C}$.

Значительной декоративностью отличаются вьющиеся виды жимолости [2, 9]. Мы проводили исследования низкотемпературной устойчивости двух листопадных – *L. caprifolium* и *L. etrusca*, зимнезелёной *L. henryi* и вечнозелёной *L. japonica* жимолостей-лиан. Как указывалось выше, они отличаются от прямостоящих жимолостей продолжительным ростом побегов, невызревшая часть которых обмерзла в условиях зимы 2011-2012 гг. У *L. japonica* также наблюдались зимнее иссушение и растрескивание коры, вследствие чего терминальная часть побегов усыхала. При искусственном промораживании в температурах $-10,0^{\circ}\text{C} \ldots -12,0^{\circ}\text{C}$ отмечены повреждения тканей коровой паренхимы.

Листья *L. japonica* и *L. henryi* при воздействии низкотемпературного стресса теряют тургор, скручиваются ($-8,0^{\circ}\text{C}$); на их поверхности появляются некротические пятна ($-10,0^{\circ}\text{C}$) и полностью обмерзает лист при $-14,0^{\circ}\text{C}$. В условиях перезимовки 2011-2012 гг. листья этих видов были повреждены и более 50% опали. Часто наблюдались хлорозы, некрозы верхушечной части листа и межжилковой паренхимы.

Почки жимолостей-лиан длительное время находятся в недифференцированном состоянии – вегетативные или будущие генеративные. На этом этапе внутрипочечного развития наиболее морозостойкой являются *L. henryi* и *L. etrusca*. Температуру $-20,0^{\circ}\text{C}$ в конце декабря – январе в период вынужденного покоя способны выдержать *L. caprifolium* (морозостойкость почек 65,7%), *L. etrusca* (36,0%), *L. henryi* (33,9%) (табл.2).

В момент набухания почек происходит этап дифференциации главной оси генеративного побега, уплощение и обособление конуса нарастания. При этом

низкотемпературная устойчивость резко снижается, ткани почек сильно оводнены (57,7% – 72,0%, 1 г сухого вещества способен удерживать 1,36 – 2,56 г воды). При промораживании в температурном режиме -12,0°C в течение 12 часов наивысшая морозостойкость характерна также для видов *L. henryi* и *L. etrusca* (73,4% и 65,7% соответственно); температура -18,0°C вызывает повреждения более 60% почек; -20,0°C является критической для всех жимолостей-лиан на данном этапе внутривушечного развития (табл. 2). Характерны повреждения основания почек и конуса нарастания.

Когда начинают распускаться первые листья, стремительно расти побеги и формироваться зачаточные цветки, морозостойкость повышается. Это может быть связано с высокой фотосинтетической активностью молодых листьев, что способствует накоплению пластических веществ, увеличению концентрации клеточного сока, способности связывать воду (1 г сухого вещества распустившихся почек способен удерживать 2,13 – 3,42 г воды).

Таблица 2

**Изменение потенциальной морозостойкости вьющихся жимолостей
в зависимости от фазы их развития**

Фаза внутривушечного развития	t	Листопадные		Зимнезелёные	Вечнозелёные
		<i>L. caprifolium</i>	<i>L. etrusca</i>	<i>L. henryi</i>	<i>L. japonica</i>
Вегетативные или будущие генеративные почки	-8,0°C	90,4±5,8	94,4±2,1	86,7±5,9	89,3±5,0
	-12,0°C	48,9±3,3	87,9±5,0	77,5±4,1	63,9±3,4
	-14,0°C	34,2±2,1	75,3±4,8	71,8±4,4	65,9±4,2
	-20,0°C	15,7±1,4	36,0±2,1	33,9±2,8	0,0
Дифференциация главной оси, уплощения и обособление конуса нарастания	-10,0°C	89,2±5,8	66,7±4,8	81,3±5,0	68,8±3,9
	-18,0°C	42,3±2,8	43,5±2,7	32,1±2,1	38,7±2,3
	-20,0°C	6,8±0,7	1,8±0,6	3,0±0,5	0,0
Формирование зачаточных цветков	-6,5°C	88,2±5,2	96,4±2,1	91,9±4,2	85,6±5,9
	-12,0°C	49,2±3,0	72,4±4,2	90,7±5,8	89,5±5,5
Органогенез цветка	-12,0°C	86,4±5,9	70,6±5,3	*	85,7±4,2

* – определения не было

Вследствие этого вьющиеся жимолости получают возможность выдерживать без значительных повреждений температуру -12,0°C (морозостойкость 49,2%-90,7%). Также способность противостоять гипотермическому стрессу остается при последовательном заложении органов цветка у *L. caprifolium*, *L. etrusca* и *L. japonica* в конце марта. Наиболее чувствительной к морозу остается вегетативная сфера – конус нарастания, листовые примордии и молодые листья. После действия температуры -6,5°C наблюдается утрата тургора листьев, однако через 5 дней после промораживания листья полностью восстанавливаются.

По мнению многих авторов, гибель растений в холодное время года часто происходит не потому, что внешние условия сложились исключительно сурово, а вследствие того, что растения в этот период оказались недостаточно устойчивыми [14, 15]. Чтобы защитить себя от вредных зимних воздействий, растения должны своевременно перейти из растущего состояния, когда они отличаются малой устойчивостью, в другое, закаленное состояние и тем самым приобрести высокую криорезистентность. Таким образом, недостаточное вызревание и значительная оводненность зимующих органов (побегов и почек) вьющихся видов жимолости

обуславливает их невысокий уровень морозостойкости по сравнению с прямостоящими листопадными видами.

Выводы

Сопоставление потенциальной морозостойкости однолетних побегов различных видов жимолости, интродуцированных на Южном берегу Крыма, с изменениями минимальной температуры воздуха в осенне-зимне-весенний период позволило выделить наиболее перспективные для экспозиции в парках ЮБК виды, а также оценить вероятность их повреждения весенними заморозками. На основании полученных данных изучаемые виды объединены в три группы в соответствии со степенью морозоустойчивости. В первую группу отнесены виды с минимальной устойчивостью к отрицательным температурам: *L. nitida*, *L. pileata* и *L. fragrantissima*. Опасным явлением для их удачной перезимовки и дальнейшей вегетации будет наступление температур абсолютного минимума ЮБК в зимне-весенний период. Ко второй группе можно отнести вьющиеся жимолости: утрата декоративности возможна при наступлении абсолютного минимума в феврале, особо чувствительны в этот период *L. etrusca* и *L. japonica*, а в начале периода перезимовки – *L. caprifolium*. Однолетние побеги отличаются невысокой степенью сформированности и дифференциации тканей: феллоген закладывается под перециклом (то есть он не отделяет часть флоэмы с пучками твердого луба). Наиболее морозостойки *L. tatarica* и *L. taackii*, для которых характерны развитые покровные ткани однолетних побегов. Феллоген закладывается из паренхимных клеток вторичной флоэмы с несколькими пучками твердого луба, увеличивая при этом покровный изоляционный слой. Нами было установлено, что данные листопадные виды способны выдерживать понижение температур до $-20,0^{\circ}\text{C}$ в начале зимнего периода, и сохранять высокий уровень криорезистентности до конца января. Критической фазой их внутривидового развития можно считать период формирования микроспор после выхода из состояния покоя. Полученные результаты расширяют существующие представления о формировании механизмов адаптации жимолостей к негативным факторам среды обитания, а также могут быть теоретической основой оптимизации выращивания декоративных экзотов при условии действия экзогенных стрессоров в новых климатических условиях.

Список литературы

1. Агрокліматичний довідник по території України / Під ред. Т.І.Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільський, 2011. – 108 с.
2. Варлацук Л.Г. Интродуковані види роду *Caprifoliaceae* Juss. та використання їх в озелененні // Труды Никит. ботан. сада. – 2008. – Том 130. – С. 31-33.
3. Галушко Р.В., Кузнецова В.М., Ежов В.М. Древесные растения с красивыми плодами и листьями в декоративном садоводстве – К.: Аграрна наука, 2005. – С. 18.
4. Елманова Т.С., Ахматова З.П. Продолжительность и глубина покоя у вегетативных почек персика // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада. – 1984. – Вып. 55. – С. 95-99.
5. Куминов Е.П. Нетрадиционные садовые культуры. – М.: Фолио, 2003. – 255 с.
6. Куперман Ф.М. Морфологическая изменчивость растений в онтогенезе. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 65 с.
7. Лотова Л.И. Микроструктура коры основных лесобразующих лиственных деревьев и кустарников Восточной Европы. – М.: КМК Лтд, 1998. – 114 с.
8. Методы определения морозостойкости винограда и плодовых // Под ред. М.Д.Кушниренко. – Кишинев: «Штиинца», 1981. – 57 с.
9. Музика Г.І. Виткі жимолості. – Умань: Уманський дендропарк «Софіївка», 2002. – 144 с.

10. Нилова М.В. Сравнительная анатомия коры представителей семейства *Caprifoliaceae* // Ботанич. Журнал. – Т. 86, № 11. – 2001. – С. 37-51.
11. Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур // Под ред. Лищука А.И. – М., 1991. – С. 29 – 31.
12. Фурса Д.И., Корсакова С.П., Фурса В.П. Арогклиматическая характеристика морозоопасности территории Никитского ботанического сада по данным агрометеостанции Никитский сад за 1930-2000 гг. // Труды Никит. ботан. сада. – 2004. – Том 124. – С. 113–121.
13. Шкарлет О.Д., Улейская Л.И., Васильева Е.А. Жимолостные в декоративном садоводстве Крыма. – Ялта, 1999. – 33с.
14. Hinch D.K., Zuther E., Hundertmark M., Heyer A.G. The role of compatible solutes in plant freezing tolerance: a case study of raffinose // Cold hardiness in plants: molecular genetics, cell biology and physiology. Seventh International Plant Cold Hardiness Seminar (Sapporo, Japan, 10-15 July 2004): Abstr. – Pécs, 2004. – P. 203.
15. Pucciariello C., Perata P. Flooding tolerance in plants // Plant stress physiology – 2008. – Chapter 7. – P. 148 – 171.

Brailko V.A., Gubanova T.B. Potential frost resistance of species of *Lonicera* L. genus and analysis of limiting their winter hardiness factors // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 147 – 157.

The article gives data about anatomic and morphological, physiological and biochemical characteristics of some species of *Lonicera* genus, results of some studied features of their growth under conditions on South Coast of the Crimea. Structural and functional reorganization in the annual shoots have been suggested as criteria for assessment of *Lonicera* species winter hardiness, terms of their biological repose and temperatures of initial and lethal damages have been determined as well. Reliable markers for ornamental *Lonicera* species winter hardiness prognosis have been recommended on the base of complex physiological analyses of some adaptive reactions in their overground wintering organs under the low temperature stress conditions.

Key words: *Lonicera*, potential winter hardiness, biological repose, structure-functional reorganization, intrabud development, carbohydrate exchange.

УДК 632.4

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ГРИБОВ НА ДЕРЕВЬЯХ И КУСТАРНИКАХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА

В.П.ИСИКОВ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Приведены данные о микофлоре 117 видов деревьев и кустарников из 45 семейств и 81 рода, произрастающих на Черноморском побережье Кавказа от Анапы до Батуми. Большинство древесных экзотов являются потенциальными интродуцентами для Южного Крыма. Выявлено 98 видов грибов из трех классов: Deuteromycetes – 37 видов, Ascomycetes – 26, Basidiomycetes – 36 видов. Доминируют грибы, вызывающие болезни листьев – 24 вида, некротические и раковые заболевания побегов – 40, корневые гнили – 10 видов. Для каждого вида гриба указаны его распространенность и интенсивность развития.

Ключевые слова: *древесные экзоты, интродуценты, микофлора, болезни, распространенность, специализированные виды*

Введение

На 117 видах деревьев и кустарников в 9 населенных пунктах Черноморского побережья Кавказа выявлено 98 видов грибов из трех классов: Deuteromycetes – 37 видов грибов на 42 видах растений, Ascomycetes – 26 видов грибов на 42 видах растений, Basidiomycetes – 35 видов грибов на 92 видах растений. Доминируют грибы, вызывающие мучнистую росу – 17 видов грибов, некротические болезни побегов – 35, корневые гнили – 10 видов. Наибольшее распространение имеют грибы из родов *Oidium* – на 19 видах растений, *Cytospora* – 4, *Diaporthe* – 5, *Phyllactinia* – 3, *Ganoderma* – 14, *Stereum* – 9 видов растений.

Объекты и методы исследования

Изучение видового состава грибов на деревьях и кустарниках проводилось в 9 населенных пунктах Черноморского побережья Кавказа: Анапе, Адлере, Сочи, Новом Афоне, Сухуми, Зугдиди, Очамчире, Пицунде, Батуми. Исследования проводились в ботанических садах, городских насаждениях, декоративных питомниках, дендрариях, естественных насаждениях. Всего была изучена микофлора 117 видов интродуцированных и аборигенных древесных пород из 81 рода. Доминировали семейства Fabaceae – 8, Rosaceae – 9, Oleaceae – 4, Pinaceae – 4 рода. По количеству видов в родах преобладали *Pinus* – 8, *Quercus* – 7, *Salix* – 4. Микологические исследования проводились в осенний период. Они заключались в экспедиционных маршрутных обследованиях насаждений, где учитывались распространенность заболевания по числу поражаемых растений в насаждении и интенсивность развития гриба по 5-балльной шкале: 1 балл – единичные плодовые тела на органах растений; 2 – слабая интенсивность, гриб выявлен не более чем на 25% листьев, побегов; 3 – средняя интенсивность, грибом поражено 50% листьев, побегов; 4 – сильная интенсивность, поражено около 75% органов; 5 – гриб выявлен по всему дереву в соответствующих экологических нишах.

Результаты и обсуждение

По своим экологическим условиям многие районы Черноморского побережья Кавказа имеют большое сходство с Южным берегом Крыма, поэтому эти районы рассматриваются как потенциальные источники интродукции в Крым новых экзотов. Однако с интродукцией древесных растений происходит и занос симбиотрофно

связанных с ними грибов, в том числе и патогенных, которые в новых условиях могут представлять большую опасность для жизни растений. Поэтому знание видового состава фитопатогенных грибов имеет научный и практический интерес для успешной интродукции. Микофлора потенциально новых для Крыма экзотов на Черноморском побережье Кавказа практически не изучена. В литературе имеется информация о трутовых грибах Кавказа [1, 2, 9], грибах рода *Cytospora* [4], болезнях лавра благородного [8] и субтропических растений [3, 5], о микобиоте некоторых интродуцированных и аборигенных видах сопредельных регионов [6, 7, 10, 11]. С связи с этим и было проведено изучение микобиоты новых для Крыма интродуцентов в местах их естественного произрастания и культивирования.

Класс **DEUTEROMYCETES**

Порядок **Moniliales**, семейство **Moniliaceae**

Oidium sp. – мучнисто-росяной гриб, развитие которого зафиксировано в конидиальной стадии. Выявлен на листьях *Hydrangea arborescens* L., встречается редко, на отдельных растениях, интенсивность развития гриба средняя (Адлер).

Oidium sp. – выявлен на некоторых видах *Eucalyptus* sp., поражаются только верхушечные листья на пневой поросли, встречается единично (Адлер).

Oidium sp. – отмечен на листьях порослевых побегов у *Laurocerasus officinalis* Roem., интенсивность развития гриба слабая (Адлер).

Oidium sp. – гриб поражает 100% листьев порослевых побегов *Quercus ilex* L., интенсивность развития сильная, встречается часто в затененных местах (Сухуми).

Oidium sp. – встречается редко на *Mahonia fortune* (Lindl.) Fedde, мучнистый налет образуется на нижней стороне листьев, на отдельных растениях поражает до 30% листьев (Сухуми).

Oidium sp. – 100%-ное поражение листьев отмечено на *Carpinus betulus* L., гриб встречается на разновозрастных растениях, интенсивность развития сильная, особенно в сырых и влажных местообитаниях (Сухуми).

Oidium sp. – гриб выявлен на листьях порослевых побегов у *Robinia pseudoacacia* L., встречается редко, интенсивность развития слабая (Сухуми).

Oidium sp. – гриб выявлен на листьях летних приростов у *Platanus orientalis* L., встречается редко (Сочи).

Oidium sp. – гриб широко распространен на *Lagerstroemia indica* L., встречается на листьях, цветках, плодах и молодых побегах. Распространенность гриба достигает 100% во всех местах произрастания растения-хозяина, интенсивность развития высокая (Сочи).

Pseudoidium tuckeri (Berk.) Paul et Kap. – гриб выявлен на листьях *Euonymus japonica* Thunb., встречается часто во всех местах произрастания растения, развитие гриба обычно слабое, но в затененных местах достигает средней степени развития (Сочи).

Порядок **Moniliales**, семейство **Dematiaceae**

Stigmata platani (Fuck.) Sacc. – фитопатогенный гриб, вызывает бурую пятнистость листьев у *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd., повреждает до 70% поверхности листьев, интенсивность высокая, встречается редко (Адлер).

Порядок **Moniliales**, семейство **Tuberculariaceae**

Tubercularia vulgaris Tode – выявлен на отмерших однолетних побегах *Kerria japonica* (L.) DC., встречается на отдельных растениях, интенсивность развития гриба средняя (Сухуми). Вид также отмечен на усохших многолетних стволах и скелетных

ветках *Pittosporum eugenioides* A.Cunn. Встречается на единичных растениях, интенсивность развития гриба высокая (Адлер).

Порядок **Melanconiales**, семейство **Melanconiaceae**

Gloeosporium platani (Lev.) Oudem. – специализированный патогенный гриб, вызывает увядание и преждевременное осыпание листьев у разных видов *Platanus* L. На *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. развитие гриба зафиксировано в слабой степени (Сочи); на *Platanus occidentalis* L. гриб поражает до 50% листьев на дереве при слабой степени развития (Адлер); на *Platanus orientalis* L. гриб встречается на порослевых побегах и имеет среднюю степень развития (Сочи).

Pestalotia funerea Desm. – патогенный гриб, выявленный на *Pinus* sp., поражает в сильной степени хвою на приростах текущего года. Пораженная хвоя становится светлой, серой, преждевременно опадает (Очамчира).

Pestalotia quepini Desm. – гриб вызывает бурую пятнистость листьев, выявлен на *Acca selloviana* (Berg.) Burr., встречается редко (Сухуми). Гораздо чаще гриб отмечен на *Pterostyrax hispida* Sieb. et Zucc., на первом этапе развития вызывает сильную (до 25% поверхности листьев) коричневую, затем светлую пятнистость, чаще встречается на осенних листьях (Очамчира).

Coryneum depressum Kze et Schum. – фитопатогенный некротрофный гриб, выявлен на разновозрастных деревьях *Quercus suber* L., поражает до 15% однолетних побегов, интенсивность развития гриба высокая (Сочи).

Порядок **Sphaeropsidales**, семейство **Sphaeropsidaceae**

Phyllosticta mahoniae Sacc. et Speg. – гриб вызывает бурую пятнистость листьев на *Mahonia bealei* (Fortune) Carr., встречается редко, интенсивность развития гриба слабая (Батуми).

Phyllosticta arbuti-unedonis Pass. – выявлен на листьях *Arbutus unedo* L., на отдельных деревьях отмечено 100%-ное поражение листьев, интенсивность развития гриба средняя (Адлер).

Cytospora leucosperma Fr. – один из самых распространенных некротрофных грибов на древесных растениях, выявлен на *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd., поражает побеги IV-I порядков, встречается на всех растениях этого вида, интенсивность развития гриба высокая (Адлер).

Cytospora leucostoma Sacc. – некротрофный микромицет, выявлен на *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl., поражает 10-летние побеги, интенсивность развития слабая (Сочи).

Cytospora sacculus (Schw.) Gvrit. – выявлен на побегах IV-III порядка у *Castanea sativa* Mill., встречается на всех особях данного вида, развитие гриба среднее (Батуми). Этот вид имеет более широкое распространение на *Punica granatum* L., вызывает некроз 1–2-летних побегов, интенсивность развития гриба сильная (Сочи).

Cytospora chrysosperma Fr. – некротрофный гриб, широко распространен на многих видах *Salix* L. Выявлен на сильно ослабленных растениях *Salix alba* L., поражает однолетние побеги, интенсивность развития гриба невысокая (Анапа).

Phoma berberidis Sacc. – специализированный фитопатогенный гриб, вызывающий некроз побегов на *Berberis thunbergii* DC., вызывает отмирание однолетних побегов по всему дереву. Распространен на растениях данного вида, степень развития гриба слабая (Адлер).

Phomopsis laschi v. Hohn. – выявлен на *Euonymus wilsonii* Sprague, вызывает некроз побегов I-II порядков, интенсивность развития гриба средняя (Батуми).

Phomopsis dearnesiana (Sacc.) Arx. – отмечен на цветоносных побегах *Zanthoxylum piperitum* DC., поражает побеги I порядка, степень развития гриба высокая (Батуми).

Phomopsis magnoliicola f. ***macrosporophora*** Dias. ex Camar – отмечен на *Magnolia delavayi* Franch., вызывает некроз 2–3-летних побегов, встречается редко (Батуми).

Cytosporina stellulata Sacc. – некротрофный гриб, выявлен на однолетних побегах *Berberis thunbergii* DC., интенсивность развития гриба слабая (Адлер).

Coniothyrium concentricum (Desm.) Sacc. – гриб вызывает кольчатую пятнистость на стеблях *Jucca* sp., распространен на всех растениях этого рода, имеет слабую степень развития (Адлер). Этот вид также отмечен на всех особях *Hedera helix* L., где поражает до 70% листьев (Сухуми).

Fusicoccum sp. – гриб выявлен на 3–5-летних побегах *Broussonetia papyrifera* (L.) L. Her., имеет слабое распространение по кроне дерева, степень развития гриба средняя (Сочи).

Sphaeropsis ellisii Sacc. – специализированный некротрофный гриб, имеющий эпифитотийный характер развития. Вызывает массовое усыхание молодых деревьев *Pinus pytiusa* Stev., встречается во всех местах произрастания вида. Интенсивность развития гриба высокая (Пицунда).

Camarosporium laburni Sacc. et Roum. – специализированный гриб к *Laburnum anagyroides* Medic., плодовые тела обильно встречаются на 1–3-летних побегах, распространен на всех особях данного вида (Сухуми).

Paradiplodia ribis Zer. – гриб выявлен на отмерших двухлетних побегах *Hedera colchica* K. Koch, встречается редко, интенсивность развития гриба средняя (Сочи).

Diplodia rutaecola Thum. – некротрофный гриб, выявлен на побегах III порядка *Phellodendron amurense* Rupr., интенсивность развития гриба высокая (Батуми).

Diplodia sp. – гриб выявлен на побегах III–IV порядка *Paulownia tomentosa* Steud., имеет слабую степень развития (Батуми).

Diplodia buxi Fr. – специализированный некротрофный гриб, выявлен на *Buxus sempervirens* L., вызывает отмирание однолетних побегов. Встречается на всех особях данного вида растения, интенсивность развития гриба средняя. На отдельных растениях отмечена сумчатая стадия этого гриба ***Oothia*** sp. (Адлер).

Порядок **Sphaeropsidales**, семейство **Leptostromataceae**

Malasmia acerinum Lev. – патогенный гриб, вызывает черную пятнистость листьев у *Acer platanoides* L. Распространенность гриба невысокая (5%), встречается во влажных местах, преимущественно на шарообразной форме этого вида (Сочи).

Порядок **Excipulales**, семейство **Excipulaceae**

Dinemasporium decipiens Sacc. – гриб выявлен на всех отмерших побегах *Collecia cruciata* Gill. et Hook., интенсивность развития гриба высокая (Сухуми).

Класс **ASCOMYCETES**

Порядок **Erysiphales**, семейство **Erysiphaceae**

Microsphaera alphitoides Griff. et Maubl. – мучнисто-росяной гриб в стадии телеоморфы. Выявлен на листьях *Quercus iberica* Stev., поражает до 100% листьев в сильной степени (Зугдиди). Гриб распространен на этом виде растения и в других местообитаниях, отмечен на 150-летних деревьях, в нижней части кроны (Адлер). На *Quercus castaneifolia* С.А.М. мучнистая роса отмечена на поросли (Адлер), а на *Quercus*

petraea Liebl. гриб выявлен на молодых деревьях и сильно – на поросли (Сочи). Интенсивность развития гриба во всех случаях высокая.

***Microsphaera* sp.** – мучнистая роса выявлена в загущенных посадках и затененных местах на *Viburnum tinus* L., гриб поражает до 80% листьев, интенсивность высокая (Сочи).

***Phyllactinia fraxini* (DC.) Fuss** – специализированный мучнисто-росяный гриб, отмечен на *Fraxinus excelsior* L., распространен на всех особях данного вида, интенсивность развития гриба высокая. Встречается также на декоративных формах этого вида – *Fraxinus excelsior* “*monofila-pendula*”, где также поражает 100% листьев (Сочи).

***Phyllactinia roboris* (Gachet) Blum.** – мучнисто-росяной гриб, выявлен на всех особях *Fagus orientalis* Lipsky во всех местах произрастания растения, распространенность по дереву достигает 50%, интенсивность развития гриба сильная (Зугдиди).

***Phyllactinia guttata* (Wallr.:Fr.) Lev.** – один из наиболее распространенных мучнисто-росяных грибов на *Corylus avellana* L., встречается повсеместно, распространенность гриба по дереву в затененных местах составляет 70%, интенсивность высокая (Сочи). ***Uncinula adunca* (Wallr.:Fr.) Lev.** – мучнисто-росяной гриб, выявлен на *Salix caprea* L., поражает 100% листьев, интенсивное развитие наблюдается во влажных местах (Сочи).

***Sphaerotheca pannosa* (Wallr.:Fr.) Lev.** – гриб вызывает мучнистую росу на *Rosa canina* L., встречается повсеместно, интенсивность развития гриба высокая (Адлер).

Порядок **Helotiales**, семейство **Dermateaceae**

***Cenangium abietis* (Pers.) Rehm.** – некротрофный гриб, имеющий эпифитотийный характер развития. Вызывает отмирание молодых растений (до 15-летнего возраста) *Pinus sylvestris* L., распространенность по дереву составляет 100%, интенсивность высокая (Сочи).

Порядок **Hypocreales**, семейство **Nectriaceae**

***Nectria magnusiana* Rehm** – облигатный сапротроф, выявлен на отмерших скелетных ветках *Pteroceltis tatarinovi* Maxim, развитие гриба происходит после разрушения плодовых тел патогенных видов грибов (Батуми). Этот же вид выявлен на *Magnolia grandiflora* L., развитие его происходит аналогично (Зугдиди).

***Nectria cucurbitula* (Tode) Fr.** – облигатный сапротроф, выявлен на отмерших побегах *Pinus pytiusa* Stev., встречается часто, интенсивность развития средняя (Пицунда).

Порядок **Hysteriales**, семейство **Hysteriaceae**

***Hysterographium fraxini* (Pers.) de Not.** – фитопатогенный некротрофный гриб, специализированный на растениях семейства Oleaceae, реже – на Bignoniaceae. В частности, гриб выявлен на *Catalpa steciosa* Ward, поражает скелетные ветки, интенсивность развития гриба очень высокая. Гриб выявлен также на *Ligustrum chinensis* Koehne во всех местах его произрастания, поражает побеги диаметром 2–5 мм, интенсивность развития высокая (Батуми). Имеет небольшую распространенность на усыхающих побегах 3-летнего возраста *Osmanthus fragrans* Lour. (Сочи, Батуми). Наибольшее распространение гриб имеет на *Olea europaea* L., встречается во всех местах произрастания вида. В насаждениях поражается до 100% деревьев, в кроне – до 30% побегов, интенсивность высокая (Новый Афон).

Hysterographium biforme (Fr.) Rehm. – сапротроф, выявлен на оголенной древесине стволов *Hibiscus mutabilis* L., *Xylosoma racemosa* Miq., *Pittosporum tobira* Ait., *Cornus iberica* G.Woron., а также на скелетных ветках *Ulmus parvifolia* Jacq. Встречается редко, интенсивность развития гриба слабая (Батуми).

Hysterium pulicare Pers. – сапротроф, выявлен на однолетних побегах *Genista hispanica* L., встречается часто, интенсивность высокая (Сочи).

Порядок **Diaporthales**, семейство **Diaporthaceae**

Cryptodiaporthe hranicensis (Petr.) Wehm. – фитопатогенный некротрофный гриб, выявлен на однолетних порослевых побегах *Ligustrum lucidum* Ait., встречается редко, интенсивность развития гриба высокая (Сухуми).

Cryptodiaporthe pyrrocystis (Berk. et Br.) Wehm. – фитопатогенный некротрофный гриб, выявлен на *Osmanthus fortune* Carr., распространен на молодых однолетних побегах, встречается редко (Адлер).

Cryptosporella aurea Sacc. – некротрофный гриб, широко распространен на 8–10-летних побегах *Sophora japonica* L. Встречается на всех особях данного вида, распространенность по дереву достигает 25%, интенсивность развития очень высокая (Сочи).

Diaporthe leiphaemia (Fr.) Sacc. – некротрофный гриб, выявлен на однолетних порослевых побегах *Quercus myrsinaefolia* Blume. Анаморфой данного вида являются грибы из рода ***Phomopsis***. Встречается во всех местах произрастания растения, интенсивность развития гриба высокая (Очамчира).

Diaporthe eres Nits. – некротрофный гриб, выявлен на всех однолетних побегах *Staphylea colchica* Stev. Распространен повсеместно, везде имеет высокую степень развития (Пицунда). Этот вид выявлен также на побегах IV порядка *Magnolia delavayi* Franch, интенсивность развития гриба средняя. Одновременно с этим грибом отмечена и его анаморфа ***Phomopsis magnoliicola*** f. ***macrosporophora*** (Адлер). Значительное распространение гриб получил *Magnolia grandiflora* L., встречается на скелетных ветках (диаметром 16 мм), интенсивность развития гриба высокая (Зугдиди).

Diaporthe medusae Nits. – некротрофный гриб, выявлен на побегах диаметром 4–7 мм *Vitis vinifera* L., встречается на всех особях данного вида, интенсивность развития гриба высокая (Батуми). Этот же вид отмечен и на побегах *Desmodium tiliaefolium* (D.Don) G.Don, где интенсивность развития была средняя (Сухуми).

Diaporthe oncostoma (Duby) Fuck. – некротрофный гриб, выявлен на побегах диаметром 8–10 мм *Robinia pseudoacacia* L., распространен повсеместно, интенсивность гриба очень высокая. Развитие гриба происходит исключительно в стадии телеоморфы (Пицунда).

Порядок **Diaporthales**, семейство **Valsaceae**

Valsa ceratosperma (Tode:Fr) Maire – телеоморфа некротрофного гриба из рода ***Cytospora***. Данный гриб выявлен на побегах I порядка *Pretoceltis tatarinovi* Maxim, интенсивность развития гриба очень высокая (Батуми).

Порядок **Diatrypales**, семейство **Diatrypaceae**

Diatrypella verruciformis (Ehrh.) Nits. – некротрофный гриб, анаморфой которого являются грибы из рода ***Phoma***. Гриб выявлен на скелетных ветках *Hibiscus mutabilis* L., интенсивность развития гриба средняя. Этот же вид отмечен и на скелетных ветках диаметром 15 мм *Phellodendron amurense* Rupr., интенсивность развития гриба была высокой (Батуми).

Порядок **Rhytismatales**, семейство **Phacidiaceae**

Rhytisma acerinum (Pers.) Fr. – фитопатогенный гриб, вызывает черную пятнистость листьев *Acer platanoides* L. Встречается совместно с анаморфой ***Malasmia acerinum***, распространенность гриба в насаждениях составляет 100%, интенсивность развития средняя (Сочи).

Порядок **Xylariales**, семейство **Xilariaceae**

Daldinia concentrica (Bolt.) Ces. et de Not. – ксилотрофный микромицет, выявлен на оголенной древесине *Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc., встречается редко. Этот же вид отмечен и на скелетных ветках *Phellodendron amurense* Rupr., интенсивность его развития на растении очень высокая (Батуми). Кроме того, гриб встречается и на побегах II-III порядка *Desmodium tiliacifolium* (D.Don) G.Don, где отмечается сильная степень его развития (Сухуми).

Hypoxylon fuscum Fr. – ксилотрофный микромицет, выявлен на толстых скелетных ветках *Photinia serrulata* Lindl., встречается редко (Сочи).

Класс **BASIDIOMYCETES**Порядок **Uredinales**, семейство **Pucciniaceae**

Phragmidium tuberculatum Mull. – ржавчинный фитопатогенный гриб, выявлен на разных сортах *Rosa canina* L., поражает листья, встречается повсеместно, интенсивность развития гриба высокая (Адлер).

Tranzschelia pruni-spinosae (Pers.) Diet. – ржавчинный гриб, выявлен на *Prunus divaricata* Ldb., во всех местах произрастания растения-хозяина наблюдается слабая степень развития. В местах с повышенной влажностью воздуха поражается 100% листьев с сильной интенсивностью развития гриба (Сочи).

Порядок **Aphyllorphales**, семейство **Poryporaceae**

Abortiporus biennis (Bull. ex Fr.) Sing. – трутовый гриб, вызывающий корневую гниль. Выявлен на пнях *Trachycarpus fortune* (Hook.) H.Wendl. во влажных условиях, встречается редко (Адлер). Этот гриб выявлен также на оставленных пнях *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., единичная находка (Сухуми).

Antrodia albida (Fr.) Donk. – ксилотрофный макромицет, выявлен на отмирающих стволах *Laurocerasus officinalis* Roem., встречается редко (Адлер).

Bjercandera fumosa (Pers. ex Fr.) Karst. – ксилотрофный макромицет, отмечен на сломанных стволах *Chamaecyparis lawsoniana* (Murr.) Parl., встречается редко (Адлер).

Coriolus versicolor (L. ex Fr.) Quel. – один из широко распространенных ксилотрофных макромицетов на лиственных и некоторых хвойных породах. Выявлен на стволах и усыхающих скелетных ветках *Laurus nobilis* L., в местах механических повреждений стволов *Pittosporum tobira* Ait. (Сухуми), на пнях и оголенной древесине *Castanea sativa* Mill., массово на пнях *Sapindus mucorossii* Gaerth., повсеместно на поваленных стволах *Fagus orientalis* Lipsky, редко на пнях *Cryptomeria japonica* D.Don. (Батуми), часто на крупном валежнике *Carpinus betulus* L. (Адлер).

Daedalea guercina L. ex Fr. – специализированный к растениям рода *Quercus* ксилотрофный макромицет, выявлен на пнях старых деревьев, видовую принадлежность которых установить не удалось, встречается редко (Сочи).

Fomitopsis cytisina (Berk) Bond. et Sing. – ксилотрофный макромицет, вызывает корневую гниль, плодовые тела появляются у основания отмерших старых деревьев *Populus pyramidalis* Roz. и *Platanus orientalis* L. (Зугдиди), у основания живых стволов диаметром 60 см *Sapindus drummondii* Hook. et Arn. (Сухуми), а также выявлен на стволах диаметром 130 см у *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. (Новый Афон).

Fomitopsis ulmarius (Sow. ex Fr.) Bond. et Sing. – ксилотрофный макромицет, вызывает стволовую гниль у отмерших деревьев *Cinnamomum camphora* (L.) Nees. et Eberm. (Сухуми) и *Platanus orientalis* L. (Зугдиди).

Fomitopsis pinicola (Sw. ex Fr.) Karst. – факультативный макромицет, вызывает стволовую и корневую бурую гниль, выявлен на пнях отмерших стволах *Pinus* sp. (Адлер, Сухуми).

Gloeophyllum abietinum (Bull. ex Fr.) Karst. – ксилотрофный макромицет, специализированный к хвойным видам деревьев, выявлен на валежных стволах *Pinus* sp. (Адлер).

Hirschioporus pergamenus (Fr.) Bond. et Sing. – ксилотрофный макромицет, вызывает интенсивную белую периферическую гниль у отмерших стволов, выявлен на пнях, поваленных стволах лиственных пород, встречается часто (Сухуми).

Lenzites betulina (L. ex Fr.) Fr. – ксилотрофный макромицет, выявлен на поваленных стволах лиственных пород, встречается редко (Батуми).

Polyporus squamosus Huds. ex Fr. – чешуйчатый трутовик, паразитирует на живых стволах лиственных пород, вызывает центральную стволовую гниль, выявлен на стволах *Salix purpurea* L. и в местах срезов толстых боковых стволов *Eucalyptus viminalis* Labill. (Сухуми).

Fomes fomentarius (L. ex Fr.) Gill. – настоящий трутовик, вызывает центральную стволовую гниль, выявлен на отмерших старых деревьях (диаметром 100 см) *Populus pyramidalis* Roz. (Новый Афон), на усыхающих деревьях *Salix matsudana* Koidz. (Сухуми), повсеместно на *Fagus sylvatica* L. (Адлер), редко на *Platanus orientalis* L. (Сочи).

Laetiporus sulphureus (Bull) Bond. et Sing. – серно-желтый трутовик, вызывает интенсивную стволовую гниль, выявлен в городских насаждениях на стволах с повреждениями у *Salix matsudana* Koidz., а также на живых деревьях с механическими повреждениями ствола *Eucalyptus viminalis* Labill. (Сухуми).

Tyromyces sp. – ксилотрофный макромицет, выявлен на пнях срезанных молодых стволов *Pinus pytiusa* Stev., встречается редко (Пицунда).

Порядок **Aphyllorphales**, семейство **Stereaceae**

Stereum hirsutum (Willd.) Pers. – ксилотрофный макромицет, вызывает периферическую гниль отмерших стволов и скелетных веток, выявлен в сырых местах на валежной древесине и на старых деревьях с механическими повреждениями стволов *Eucalyptus viminalis* Labill. (Адлер, Батуми), на отмерших стволах *Callistemon salignus* DC. (Батуми), массово на пнях *Cerasus vulgaris* Mill. (Батуми), редко на пнях *Phyllostachys edulis* (Carr.) A. et C. Riviere (Сухуми), в местах срезов скелетных веток на *Quercus bicolor* Willd. (Сухуми), на пнях *Osmanthus fortunei* Carr. (Адлер), обильно на пнях *Acacia dealbata* Link (Сочи), редко на отмерших скелетных ветках *Carpinus betulus* L. (Адлер), на стволах *Jubaea spectabilis* H.B. et K. (Сочи).

Порядок **Aphyllorphales**, семейство **Corticiaceae**

Schizopora paradoxa Vel. – ксилотрофный макромицет, вызывает слабую периферическую гниль древесины, выявлен на отмерших стволах *Carpinus betulus* L. (Адлер).

Порядок **Aphyllorphales**, семейство **Hymenochaetaceae**

Phellinus punctatus (Fr.) Pil. – трутовик точечный, вызывает периферическую гниль стволов на растущих деревьях, выявлен редко на стволах старых деревьев *Buxus sempervirens* L., редко на стволах старых деревьев *Phillyrea latifolia* L. (Сухуми), редко

на отмерших стволах *Ligustrum lucidum* Ait. (Новый Афон), редко на старых деревьях *Olea europaea* L. (Сухуми), на пнях старых деревьев *Osmanthus fortunei* Carr. (Адлер), редко на отмерших стволах декоративных видов *Acer* sp. (Адлер), в местах обломов толстых стволов *Platanus orientalis* L. (Адлер).

Phellinus contiguus (Pers.:Fr.) Pat. – ксилотрофный макромицет, вызывает раневую гниль на живых стволах *Eucalyptus* sp., встречается редко (Сухуми).

***Phellinus* sp.** – трутовик, выявлен на вывернутом комле *Carpinus caucasica* A.Grossh., единичная находка (Зугдиди).

Phellinus tuberosus (Baumg.) Niem. – сливовый трутовик, паразитирует на представителях семейства Rosaceae, часто встречается на стволах старых деревьев *Prunus domestica* L. (Сухуми) и *Persica vulgaris* Mill. (Пицунда).

Phellinus tremulae (Bond.) Bond. et Borisov in Bond. – специализированный ксилотрофный макромицет к виду *Populus tremula* L., паразитирует на живых деревьях, вызывает белую стволовую гниль, встречается во всех местах произрастания хозяина (Адлер).

Phellinus torulosus (Pers.) Bourd. et Galz. – бугристый трутовик, вызывает корневую гниль у растущих деревьев, выявлен на *Laurocerasus officinalis* Roem., встречается редко (Батуми).

Phylloporia ribis (Schum.:Fr) Ryv. – смородиновая губка, гриб вызывает корневую гниль у кустарниковых пород, выявлен на *Euonymus latifolia* Mill. (Сухуми).

Порядок **Aphyllophorales**, семейство **Caloporaceae**

Phaeolus schweinitzii (Fr.) Pat. – трутовик Швейнитца, гриб вызывает корневую гниль у хвойных деревьев, выявлен у основания живых стволов *Pinus* sp., *Pinus strobus* L., *Pinus radiata* Don (Сухуми), на пнях *Pinus nigra* Arn. (Адлер, Сочи).

***Oxyporus* sp.** – ксилотрофный макромицет, выявлен на пнях *Eucalyptus rubida* Deane et Maid., встречается редко (Батуми).

Порядок **Aphyllophorales**, семейство **Clavariaceae**

Sparassis crispa (Fr.) Fr. – ксилотрофный факультативный макромицет, выявлен на поваленных стволах *Pinus* sp., встречается очень редко (Сухуми).

Порядок **Aphyllophorales**, семейство **Ganodermataceae**

Ganoderma lucidum (Fr.) Karst. – лакированный трутовик, вызывает бурую корневую гниль у лиственных пород, выявлен редко на пнях *Fagus sylvatica* L. (Адлер), единично в местах механических повреждений стволов *Quercus ilex* L. (Сочи), часто на старых деревьях *Quercus iberica* Stev. (Сочи), редко на отмирающих деревьях *Salix matsudana* Koidz. (Сухуми).

Ganoderma applanatum (Pers. ex Wallr.) Pat. – плоский трутовик, вызывает белую корневую гниль у многих лиственных и хвойных древесных пород, выявлен на старых деревьях *Cinnamotum camphora* (L.) Nees. et Eberm. (Батуми, Сухуми, Сочи, Новый Афон), на стволах с повреждениями *Populus simonii* Carr. (Сухуми), на старых деревьях, диаметром 100 см *Gleditschia triacanthos* L. (Сухуми), на отмирающих растениях *Hibiscus syriacus* L. (Новый Афон), массово в городских насаждениях на *Salix matsudana* Koidz., на пнях диаметром 50 см *Cedrus atlantica* Manetti, на деревьях в возрасте 50 лет *Elaeagnus multiflora* Thunb., на 30–40-летних деревьях *Acacia dealbata* Link, на старых деревьях *Cercis canadensis* L. и *Cercis siliguastrum* L. (Сухуми), обильно на пнях *Picea smithiana* (Wall.) Boiss. и *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach, на старых деревьях *Carpinus betulus* L. (Адлер), часто в сырых местах на пнях *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K.Koch (Сочи).

Порядок **Aphyllorphorales**, семейство **Schizophyllaceae**

Schizophyllum commune Fr. – ксилотрофный макромицет, вызывает слабую поверхностную гниль отмерших стволов и веток, встречается редко на отмерших стволах *Cupressus sempervirens* L. (Зугдиди), часто на *Hedera helix* L. (Сухуми), редко на пнях *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. (Адлер), единично на черешках листьев *Jubaea spectabilis* H.B. et K. и часто на отмерших стволах *Acacia dealbata* Link (Сочи).

Порядок **Auriculariales**, семейство **Auriculariaceae**

Auricularia mesenterica Pers. – ксилотрофный дрожалковый макромицет, выявлен на отмерших скелетных ветках *Davidia vilmoriana* Wagh. (Батуми) и на пнях *Ligustrum lucidum* Ait. (Сухуми).

Порядок **Agaricales**, семейство **Lepiotaceae**

Armillaria mellea (Fr.) Kumm. – опенок, вызывает гниль корней, выявлен на пнях *Carpinus caucasica* A.Grossh. (Зугдиди).

Порядок **Tricholomatales**, семейство **Pleurotaceae**

Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kumm. – ксилотрофный макромицет, выявлен на отмерших стволах *Nerium oleander* L., часто встречается на ослабленных деревьях *Salix matsudana* Koidz. (Сухуми), единично – в местах срезов боковых стволов на *Cordyline australis* Hook. (Батуми).

Выводы

Таким образом, на 117 видах древесных растений, произрастающих в разных районах Черноморского побережья Кавказа, выявлено 98 видов грибов, относящихся к трем классам: Deuteromycetes – 37 видов на 42 видах растений, Ascomycetes – 26 видов грибов на 42 видах растений и Basidiomycetes – 35 видов грибов на 92 видах растений. В классе Deuteromycetes выявленные грибы относятся к 4 порядкам, 7 семействам и 20 родам. Доминирует грибы порядка Sphaeropsidales – 20 видов, преимущественно это грибы, вызывающие некротические болезни. Самое большое распространение в этом классе получили мучнисто-росяные грибы из рода *Oidium* – 9 видов и некротрофы из рода *Cytospora* – 4 вида. Грибы класса Ascomycetes представлены 4 порядками, 8 семействами и 16 родами. Здесь доминируют грибы порядка Diaporthales – 9 видов, которые являются сумчатой стадией основных некротрофных грибов, а также порядка Erysiphales – 7 видов, являющиеся телеоморфами мучнисто-росяных грибов. В классе Basidiomycetes грибы относятся к 5 порядкам, 12 семействам, 27 родам, преобладают грибы порядка Aphyllorphorales – 22 вида, из семейств доминирует Polypogaceae – 15 видов, из родов *Phellinus* – 6 видов, по числу растений-хозяев *Ganoderma* – 14 и *Stereum* – 9 видов растений. Преобладают в этом классе грибы, вызывающие корневые гнили.

Список литературы

1. Бондарцев А.С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. – М.-Л: изд. АН СССР, 1953. – 1106 с.
2. Воронихин Н.Н. Материалы к микологической флоре Кавказа // Изв. Кавказ. музея. – Тифлис, 1916. – Т. 10. – С. 1-35
3. Воронихин Н.Н. К флоре грибов «черни» Крыма и Кавказа // Ботан.журн. – 1934. – Т. 19. – № 6. – С. 551-561.

4. Грвйтишвили М.Н. Грибы рода *Cytospora* Fr. В СССР – Тбилиси: Собчата Сакартвело, 1982. – 214 с.
5. Джалагония К.Т. Паразитные грибы главнейших субтропических декоративных растений Абхазии. – Тбилиси, 1965. – 72 с.
6. Лозовой В.Д. Вешенка на Черноморском побережье Кавказа // Микология и фитопатология, 1977. – Т. 11. – Вып. 5. – С. 382-385.
7. Мелек-Хачатрян Дж. Г. Анализ микофлоры северо-восточной Армении // Изв. АН АрмССР, сер. Биол. науки, 1960. – Т. 13. – № 4. – С. 89-96.
8. Мкервали В.Г. Грибные болезни благородного лавра // Субтропич. культуры. – 1962. – Вып. 2. – С. 115.
9. Николаева Т.Л. К монографии некоторых родов из сем. Polyporaceae Европейской части Союза и Кавказа (*Trametes*, *Daedalea*, *Lenzites*) // Труды ботан. ин-та АН СССР, сер. 2, Спорывые растения. – 1938. – Вып. 4. – С. 377-431.
10. Симонян С.А. Микофлора ботанических садов и дендропарков Армянской ССР – Ереван: изд. АН АрмССР, 1981. – С. 142-143.
11. Шавлиашивили И.А., Тавадзе Б.Л. О патогенности гриба *Endotia parasitica* (Murr.) And. et And. в отношении дубов – грузинского и длинноножкового: материалы IV конф. по спорывым растениям. – Тбилиси, 1983. – С. 108-109

Isikov V.P. Annotated list of fungi inhabiting tree and bushes of the Black Sea Coast of the Caucasus // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 158 – 168.

The article contains data about mycoflora of 117 tree and bush species from 45 families and 81 genera, growing along the Black Sea Coast of the Caucasus on the area from Anapa till Batumi. Most of tree aliens are potential introduced species for South Crimea. There have been found out 98 species of fungi from three classes: Deuteromycetes – 37 species, Ascomycetes – 26, Basidiomycetes – 36. The number of fungi causing leaf illnesses are prevailed - 24, canker and cancer disease of shoots – 40, root rot – 10. Each of the fungi species has its own characteristics for its dissemination and development rate.

Key words: tree aliens, introduced species, mycoflora, diseases, dissemination, special sorts.

УДК 631.4:632.11:635.6(477.75)

ОБ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ СТЕПНОГО И ПРЕДГОРНОГО КРЫМА ПОД ПЛОДОВЫЕ КУЛЬТУРЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Н.Е. ОПАНАСЕНКО, И.В. КОСТЕНКО, А.П. ЕВТУШЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Дана агроклиматологическая оценка и проведено районирование территории Крыма, в том числе и со скелетными почвами, под сады на принципах соответствия агроклиматических ресурсов различных территорий и плодородия почв биологическим особенностям плодовых культур и их сортов.

Ключевые слова: агроэкологическое районирование, агроклиматические ресурсы, плодородие почв, плодовые культуры.

Введение

Крым – колыбель садоводства и уникальный плодородческий регион России. Плодоводство было и останется приоритетной отраслью Республики, но для этого только в ближайшее время необходимо и реально заложить порядка 7 тыс. га садов.

Важно отметить, что в стратегии адаптивной интенсификации развития плодородства центральное место должно занять, в первую очередь, агроэкологическое (т.е. почвенно-климатическое) районирование Степного и Предгорного Крыма, оптимизация размещения сортов плодовых культур на основе системных многолетних агроэкологических исследований. При таком подходе повысится уровень и стабильность урожаев, долговечность плодовых насаждений без дополнительных финансово-энергетических затрат.

Существующие методы и подходы районирования территорий, в том числе и Крыма, для плодородства основывались на сельскохозяйственной оценке климата по таким факторам, как тепло, влага, солнечная радиация, ветер [5, 7, 8, 12, 13] и с учётом ряда специфических для плодовых культур показателей, лимитирующих их выращивание (сумма эффективных температур, максимальные и минимальные температуры воздуха, морозоопасность территории) [1, 3, 4].

На принципе сходных и различающихся между собой по климатическим показателям территорий В.И. Вазовым [2] было осуществлено агроклиматическое районирование Крыма с указанием вероятности повреждения морозами семечковых и косточковых культур в целом. В дальнейшем В.А. Рябов, В.В. Антюфеев, Н.Е. Опанасенко [10] оценили агроклиматический потенциал в относительных величинах (баллах) всех административных районов Крыма по степени их пригодности для конкретных плодовых культур по показателям-регуляторам, влияющим на рост растений.

Выделение районов по их агроэкологической однородности на основе многолетних почвенно-биологических комплексных исследований, физико-химических параметров климата, физиологических и эмбриологических показателей роста, развития и урожайности сортов плодовых культур в сочетании с почвенными и почвенно-гидрологическими особенностями территорий Степного и Предгорного Крыма не проводилось.

Цель исследований. На основе широкого климатического, почвенного и сортового разнообразия, урожайности различных генотипов плодовых культур, большого конкретного по годам и пунктам исследования банка метеорологических и почвенно-биологических данных провести агроэкологическое районирование Степного и Предгорного Крыма для абрикоса, алычи, персика, черешни, сливы, яблони, груши и миндаля.

Объекты и методы исследований

Объектами стационарных почвенно-биологических исследований были почвенно-климатические (агроэкологические) ресурсы, промышленные плодовые сады в Степной и Предгорной зонах в 46 хозяйствах Крыма.

В основу исследований почв, климата и их влияния на рост и урожайность плодовых деревьев положен метод почвенно-биологических исследований П.Г. Шитта [14], дополненный С.Ф. Неговеловым [9] и В.Ф. Ивановым [6]. Используются агроклиматические методы Г.Т. Селянинова [11] и Н.В. Гулиновой [5], а также статистические методы в операционной системе “Windows XP” – Statistica 6.0.

Агроклиматические показатели взяты из декадных агроклиматических бюллетеней всех метеостанций степного и предгорного Крыма, а ежедневные метеонаблюдения – по данным метеопостов Степного отделения НБС, совхоза-завода «Евпаторийский» Сакского района.

При почвенном обследовании использованы сравнительный профильно-генетический, лабораторно-аналитический, картографический и исторический методы, корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов.

Результаты и обсуждение

В итоге усовершенствовано почвенно-климатическое зональное и агроклиматическое районирование Крыма для целей плодводства (рис. 1).

При агроклиматической оценке территорий преимущественно всех административных районов Степного и Предгорного Крыма за 25-35-летние периоды нами взяты главные агроклиматические показатели, большая часть которых ранее количественно не учитывалась:

- абсолютные минимальные температуры воздуха декабря, января, февраля, марта, °С и их повторяемость;
- степень суровости зимы;
- вероятность провокационных оттепелей в январе – феврале, % и их глубина;
- последние весенние заморозки, °С и самая поздняя дата прекращения весенних заморозков в марте – апреле;
- число пасмурных, дождливых и туманных дней в период цветения деревьев;
- осадки и гидротермические коэффициенты Селянинова за май, июнь, июль, август и за весь вегетационный период.

На основе достоверной зависимости урожайности и физиолого-эмбриологических показателей (водоемкости, оводненности, водного дефицита листьев, фаз морфогенеза цветковых почек и др.) установлены основные климатологические показатели, которые оказывали наибольшее влияние на растения. Определены их допустимые параметры (табл. 1, на примере абсолютных минимальных температур зимне-весеннего периода). Эти показатели также легли в основу при агроэкологическом районировании Крыма под плодовые культуры.

Обобщены 40-летние результаты почвенно-биологических исследований почвоведов Никитского сада и дана детальная агрономическая характеристика и оценка плодородия почв Степного и Предгорного Крыма.

В Присивашье в зоне Сухой степи изучены темно-каштановые почвы различной степени солонцеватости, засоленности, гидроморфизма.

В зоне Южной степи детально исследованы черноземы южные солонцеватые, черноземы южные мицеллярно-карбонатные, черноземы южные карбонатные скелетные и маломощные.

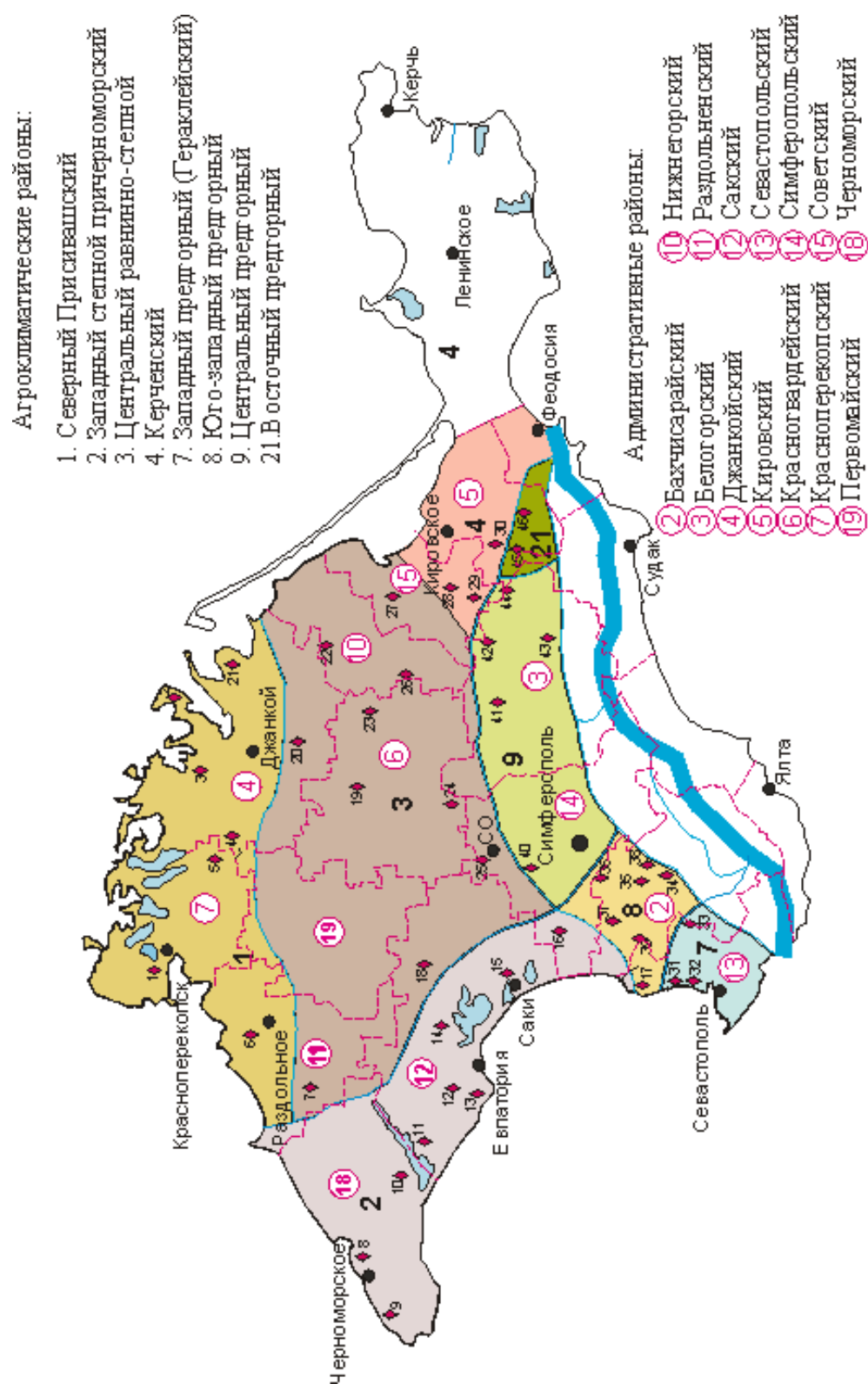


Рис. 1 Агроклиматические и административные районы и обследованные сады Крыма (♦ 1 ... 46)

По речным долинам и террасам рек Черная, Бельбек, Кача, Альма, Западный и Восточный Булганак, Салгир, Большая и Малая Карасевка, Зуя, Бурульча, Индол детально охарактеризованы аллювиально-луговые, черноземно-луговые и лугово-черноземные почвы, в том числе и галечниковые почвы в пределах пойменных и низких террас.

Таблица 1

Допустимые для плодовых культур абсолютные минимальные температуры воздуха зимне-весеннего времени в Степном и Предгорном Крыму

Месяцы	Декады	Плодовые культуры						
		Персик	Абрикос	Алыча	Черешня	Слива	Яблоня	Груша
Январь	I	–22°	–22°	–24°	–28°	–28°	–28°	–28°
	II	–22°	–21°	–23°	–27°	–28°	–27°	–27°
	III	–21°...–20°	–20°	–22°	–25°	–26°	–26°	–26°
Февраль	I	–20°...–19°	–19°	–22°	–25°	–25°	–25°	–25°
	II	–18°	–17°	–20°	–21°	–24°	–23°	–23°
	III	–18°...–17°	–16°	–19°	–21°	–23°	–22°	–22°
Март	I	–16°	–15°	–17°...–16°	–20°	–21°	–22°	–21°
	II	–15°	–13°	–14°	–17°	–20°	–20°	–20°
	III	–12°	–10°	–12°	–14°	–16°	–16°	–15°
Апрель	I	–9°...–8°	–5°	–7°	–7°	–9°	–10°	–8°
	II	–5°	–1°...–3°	–5°	–3°	–5°	–5°	–5°
	III	–1°...–2°	–1°	–2°	–1°	0°	–3°	–2°

В предгорной степи и лесостепи исследованы черноземы обыкновенные предгорные мицеллярно-карбонатные, черноземы обыкновенные скелетные, дерново-карбонатные и коричневые почвы.

В изученных преимущественно плантажированных почвах в плодовых садах установлены лимитирующие рост и урожайность плодовых культур показатели и определены допустимые и оптимальные почвенные параметры, которые служили основой оценки плодородия и пригодности почв под сады и нормативной базой при составлении проектов на закладку садов (табл. 2, на примере скелетных почв).

В Никитском саду накоплен большой опыт по освоению под сады маломощных скелетных почв (каменисто-щебнистых и галечниковых) траншейным способом, а также по возделыванию плодовых культур на высококарбонатных, засоленных, солонцеватых и на почвах с близким к поверхности залеганием пресных и минерализованных грунтовых вод.

За период с 1957 по 2005 гг. всего было учтено 4300 учетных урожай лет. Средняя урожайность косточковых культур в исследованных садах на орошении составила 118 ц/га, семечковых – 136 ц/га. Однако урожайность многих сортов была значительно выше. Таковая сортов абрикоса Парнас, Олимп, Форум колебалась от 185 до 160 ц/га, сортов персика Остряковский Белый, Краснощекий, Маяковский от 320 до 225 ц/га, сортов яблони Крымское Зимнее, Ренет Симиренко от 265 до 190 ц/га, сортов груши Крымская Зимняя, Бере Арданпон более 205 ц/га. Сейчас внедрены в производство и более урожайные сорта.

Все вышеизложенное позволило осуществить агроэкологическое районирование Степного и Предгорного Крыма под абрикос, персик (рис. 2), алычу, черешню, сливу, яблоню и грушу (рис. 3), миндаль, а также осуществить агроклиматическое районирование скелетных почв Крыма под сады (рис. 4).

Таблица 2

Эталоны плодородия скелетных тяжелосуглинистых и легкосуглинистых почв для промышленных садов плодовых и орехоплодных культур в различных почвенно-климатических зонах Крыма (среднее по изученным почвам, сортам, подвоям)

Основные агрономически значимые почвенные показатели	Абрикос, алыча, миндаль, персик, орех грецкий для плодородия, черешня				Груша, орех грецкий для промышленных садов, слива, яблоня		Груша, яблоня	
	Предгорная степь		Предгорная и Горная лесостепь		Южная степь		Предгорная степь	
			Автоморфные почвы				Гидроморфные почвы	
Содержание скелета, % от объема почвы, в слоях: 0-50 см 50-100 см и глубже	<15	<20	<25	<20	<15	<20	<35	<40
Глубина залегания плотных подстилающих пород, см	<30	<35	<45	<35	<30	<35	<50	<60
Запасы в корнеобитаемом слое: мелкозема, т/га продуктивной влаги, мм	>127	>117	>117	>117	>150	>145	Пресные грунтовые воды на глубине 170-180 см (лето)	>9000 >70
Запасы в корнеобитаемом слое гумуса, т/га	>9900 >65	>9000 >60	>9000 >55	>9000 >55	>13200 >75	>11900 >70	>9500 >70	>9000 >70
Содержание CaCO ₃ , %, в слоях: 0-50 см 50-150 см	>155	>140	>140	>140	>175	>160	>120	>125
Запасы валовых форм N, P, K ¹ в слое 0-100 см, т/га	<30	<25	<25	<25	<25	<20	<15	<15
	<40...45	<35...40	<35...40	<35...40	<35	<30	<20	<20
Примечание. Запасы подвижных форм основных элементов питания в скелетных почвах в течение вегетации должны быть не менее: N-NO ₃ – 60, P ₂ O ₅ – 55, K ₂ O – 2200 кг/га.	Не менее 7...8; 8...9; 80...100				Не менее 7; 16; 115			

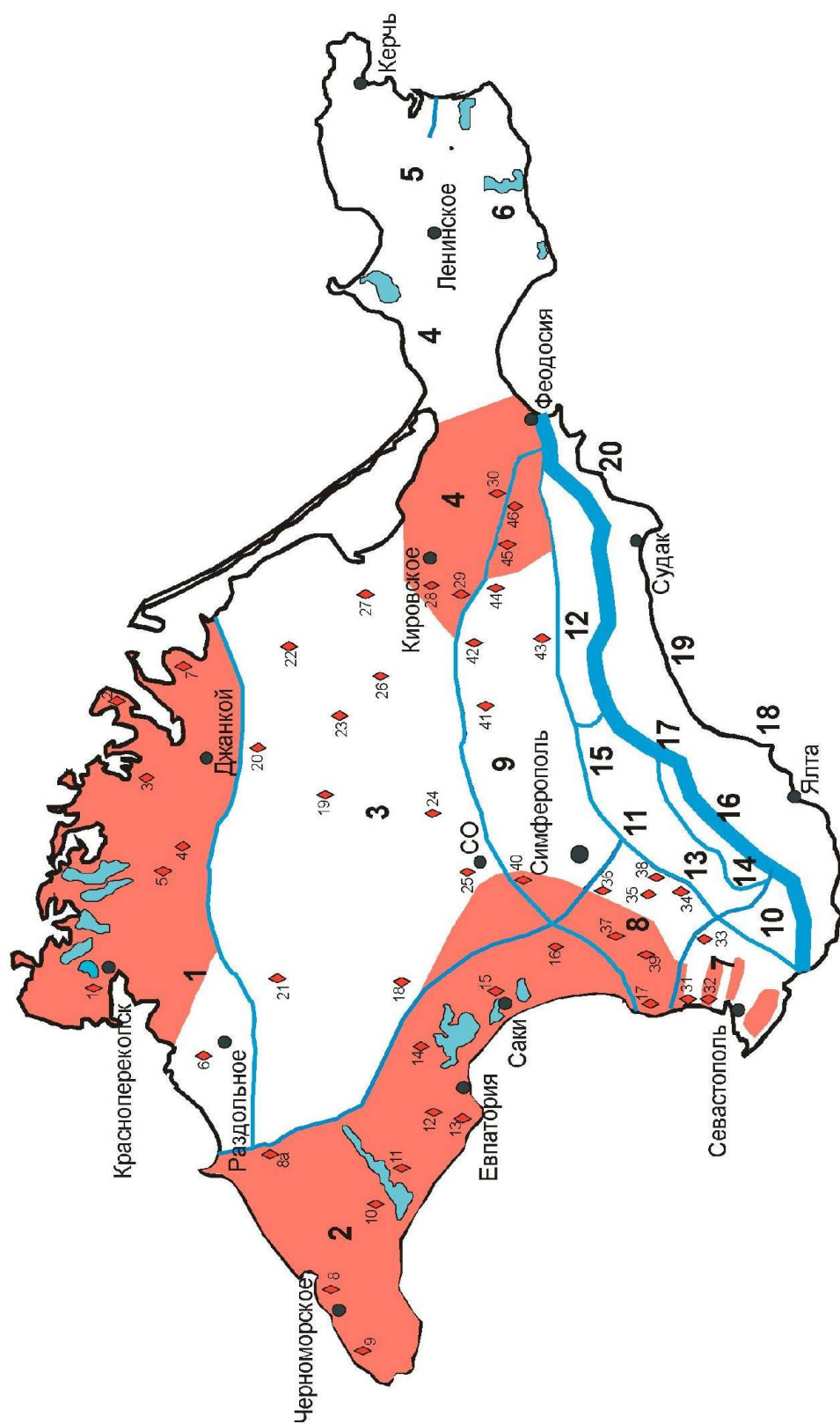


Рис. 2 Природные под абрикос и персик территории агроклиматических районов степного и предгорного Крыма

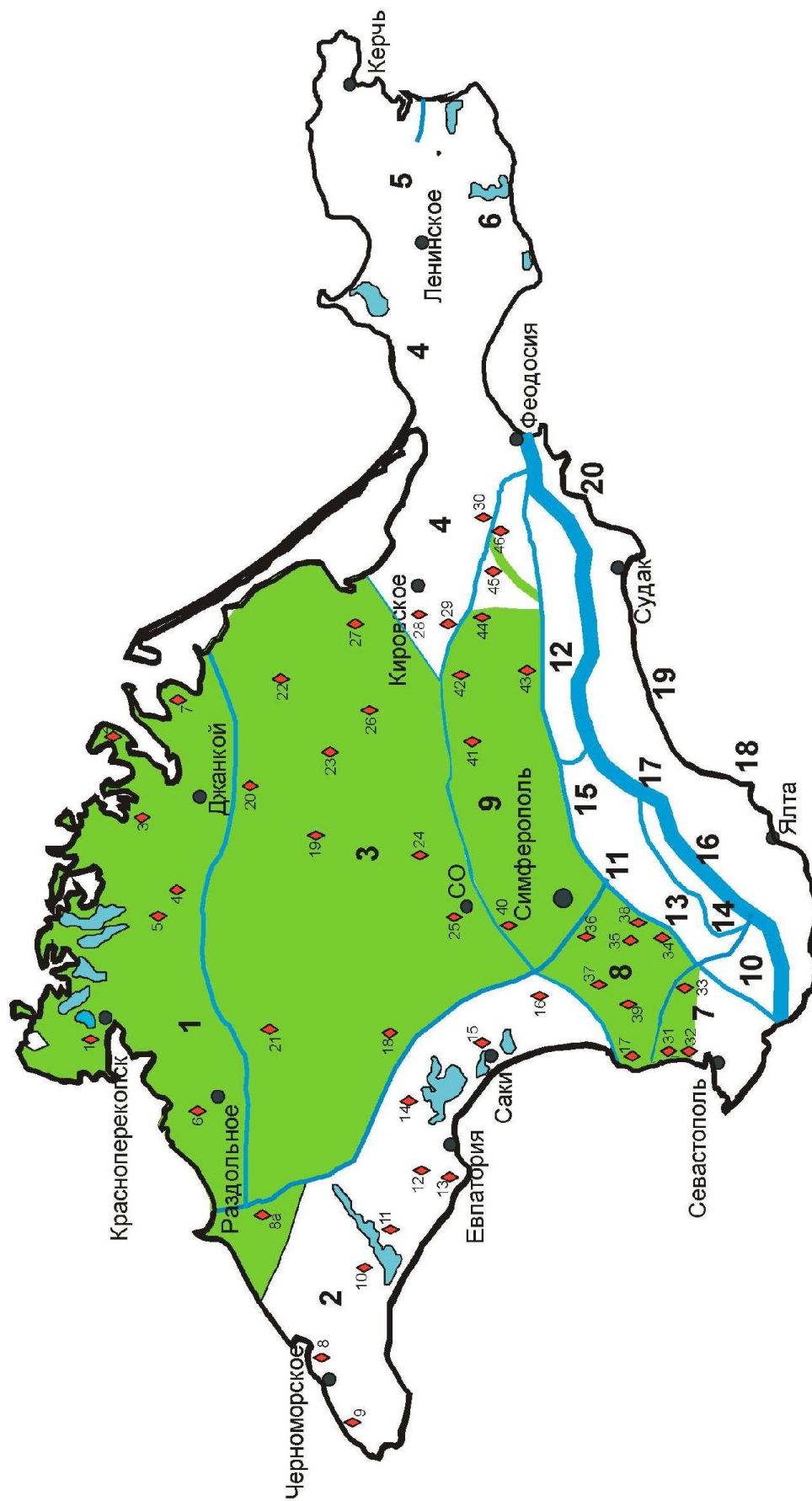


Рис. 3 Пригодные под яблоко и грушу территории агроклиматических районов степного и предгорного Крыма

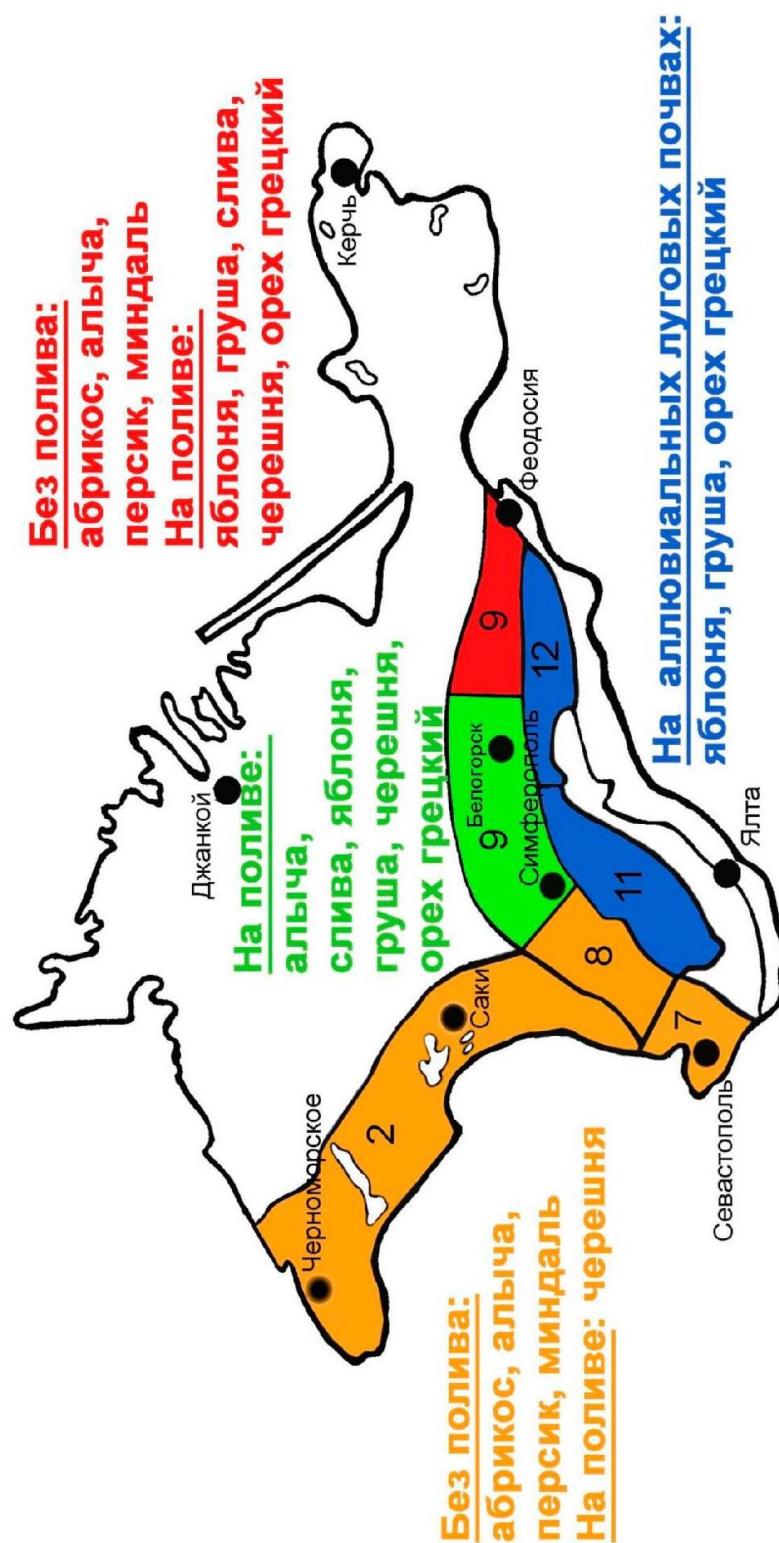


Рис. 4 Агроклиматическое районирование территории скелетных почв Крыма под плодовые и орехоплодные культуры

Агроклиматические районы Крыма: 2 – Западный степной причерноморский; 7 – Западный (Герacleйский) предгорный; 8 – Юго-Западный предгорный; 9 – Центральный предгорный; 11 – Качинско-Салгирский низкогорный; 12 – Восточный низко- и среднегорный; 21 – Восточный предгорный

В ближайшие годы рекомендуется освоить под сады на нераспаеванных землях госпредприятий 160 га в Красноперекопском районе, 520 га в Джанкойском, 105 га в Первомайском, 1000 га в Раздольненском, 530 га в Черноморском, 1000 га, в том числе 130 га на траншеях, в Сакском, 1160 га в Симферопольском, 100 га в Бахчисарайском, 850 га в Нижнегорском, 640 га в Белогорском и 600 га в Кировском районах Крыма. Итого порядка 7 тыс. га.

Выводы

1. Дана агроклиматологическая оценка и проведено районирование территории Крыма, в том числе и со скелетными почвами, под сады на принципах соответствия агроклиматических ресурсов различных территорий и плодородия почв биологическим особенностям плодовых культур и их сортов.

2. По результатам многолетних агроэкологических исследований обоснованы и представлены картограммы размещения восьми плодовых культур в пределах агроклиматических районов Степного и Предгорного Крыма.

3. Размещение сортов плодовых культур в выделенных районах реального экологического оптимума позволит рационально использовать природные условия Крыма и имеющиеся генетические ресурсы плодовых растений, повысить их урожайность.

Список литературы

1. *Важов В.И.* Агроклиматические аспекты оценки территории Крыма для абрикоса // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1987. – Вып. 62. – С. 85 – 90.
2. *Важов В.И.* Агроклиматическое районирование Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 1977. – Т. 70. – С. 92 – 120.
3. *Важов В.И.* Урожайность плодовых косточковых культур и ее динамика в различных агроклиматических районах Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1979. – Вып. 3(40). – С. 63 – 68.
4. *Важов В.И.* Эколого-климатическая оценка территориальных комплексов для целей садоводства // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1991. – Вып. 73. – С. 84 – 90.
5. *Гулинова Н.В.* Методы агроклиматической обработки наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 151 с.
6. *Иванов В.Ф.* Почва и плодовое растение. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.
7. *Колосков П.И.* Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1971.
8. *Кочкин М.А., Важов В.И., Иванов В.Ф., Молчанов Е.Ф., Донюшкин В.И.* Основы рационального использования почвенно-климатических условий в земледелии. – М.: Колос, 1972. – 303 с.
9. *Неговелов С.Ф.* Методы оценки садопригодности почв при выборе участков под плодовые насаждения (на примере яблони в условиях Северного Кавказа и Нижнего Дона): Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук: 06.532 – почвоведение. – Краснодар, 1972. – 39 с.
10. *Рябов В.А., Опанасенко Н.Е., Антюфеев В.В.* Агроклиматологическая оценка условий произрастания плодовых культур в Крыму. – Ялта, 2002. – 28 с.
11. *Селянинов Г.Т.* Методика сельскохозяйственной оценки климата в субтропиках // Мат-лы по агроклиматическому районированию субтропиков СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1936. – Вып. 1. – С. 7–18.
12. *Селянинов Г.Т.* Принципы агроклиматического районирования СССР / Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Гидрометеиздат, 1958.
13. *Шаико Д.И.* Агроклиматическое районирование СССР. – М.: Колос, 1967.

14. Шитт П.Г. Метод и программа биологического обследования плодовых насаждений. – М.: Садвинтрест, 1930. – 125 с.

Opanasenko N.E., Kostenko I.V., Yevtushenko A.P. Current agroecological zoning of Steppe and Piedmont Crimea for fruit-bearing plants growing // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 169 – 178.

The article covers agroclimatological assessment, results of the Crimean area zoning, including skeletal soil, with the purpose of orchards development, counting correspondence principle of different territories agroclimatic resources and soil fertility to biological special features of fruit-bearing plants and their species.

Key words: *agroecological zoning, agroclimatic resources, soil fertility, fruit-bearing plants.*

УДК 635.925:582.711.711:631.53.03

ЭЛЕМЕНТЫ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ *SPIRAEA* x *VANHOUTTEI* (BRIOT) ZAB. В ПРОМЫШЛЕННОМ ПИТОМНИКЕ

О.Е. КЛИМЕНКО, Н.И. КЛИМЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

В статье приведены данные трехлетних исследований по применению микробных препаратов различного спектра действия и органо-минерального удобрения при выращивании саженцев *Spiraea* x *vanhouttei* (Briot) Zab. в промышленном питомнике. Установлено, что введение этих элементов в технологию выращивания саженцев *S.* x *vanhouttei* повышало приживаемость одревесневших черенков, улучшало их рост, способствовало образованию боковых побегов, усиливало цветение, повышало выход стандартных саженцев. Лучшие результаты по всем этим показателям получены при обработке одревесневших черенков перед посадкой Фосфоэнтерином и Комплексом микробных препаратов совместно с Компонентом 2.

Ключевые слова: микробные препараты, *Spiraea* x *vanhouttei* (Briot) Zab., промышленный питомник, элементы технологии

Введение

Вегетативное размножение имеет большое значение при интродукции растений. Попадая в новые почвенно-климатические условия, интродуцированные растения могут поздно вступать в фазу плодоношения, давать неполноценные семена, плодоносить редко или слабо, или совсем не плодоносить, что делает невозможным их размножение семенным способом. Кроме того, при семенном размножении не всегда наследуются декоративные признаки, которые привлекают интродукторов и дизайнеров. Поэтому вегетативное размножение является наиболее эффективным способом получения посадочного материала в достаточном количестве. Его можно получать из маточных растений, не достигших возраста плодоношения. Н.Ф. Довбыш [4] отмечала, что это способствует дальнейшему ароморфозному развитию интродуцированных видов, поскольку организмы получают качественно новые возможности для освоения ресурсов внешней среды.

В почве и ризосфере растений распространены микроорганизмы, способные синтезировать вещества, улучшающие питание, стимулирующие рост и развитие растений. Эти вещества воздействуют на различные стороны жизнедеятельности растений, регулируют отдельные этапы роста и развития, позволяют качественно изменять хозяйственно-полезные признаки растений [1]. Применение активных штаммов микроорганизмов (МО) в растениеводстве основано на симбиозе и ассоциации растения и МО. МО действуют на растение комплексно: улучшают питание растений азотом за счет азотфиксации, фосфором – фосфатмобилизации [7, 9]; стимулируют рост за счет выделения стимуляторов роста – индолилуксусной кислоты, гиббереллинов, ауксинов и др. [8, 11]; улучшают состояние растений, выделяя другие биологически активные вещества – витамины, ферменты, антисептики и др. [12].

В настоящее время на основе активных штаммов бактерий создаются микробные препараты (МП), которые успешно применяются при выращивании зерновых, овощных и кормовых культур [2]. МП используются для обработки семян при посеве или бактеризации почвы во время вегетации растений. Они безвредны для окружающей среды и позволяют снизить применение минеральных удобрений на 20 – 30%.

В меньшей мере МП используются при выращивании декоративных растений. Имеются сведения по применению препарата фитостимифос на основе штамма

Agrobacterium radiobacter 2258 СМФ для улучшения приживаемости рассады однолетних и многолетних цветочных культур [1] и повышения всхожести семян лекарственных и декоративных культур [3]. В плодовом питомнике для повышения выхода посадочного материала персика и черешни используют фосфоэнтерин [5]. Таким образом, применение полезных микроорганизмов для улучшения роста, питания и адаптации растений к абиотическим стрессам имеет практическое значение. В литературных источниках мало информации об использовании МП при выращивании саженцев декоративных кустарников. В связи с этим изучение активных штаммов бактерий, обладающих стимулирующим и рострегулирующим эффектом и позволяющих повышать выход посадочного материала декоративных культур является актуальным.

Целью исследований было оценить влияние МП на агрохимические свойства почвы, укореняемость, рост, развитие растений и выход стандартных саженцев *Spiraea x vanhouttei* (Briot) Zab. [13] в промышленном питомнике.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были растения *S. x vanhouttei*, МП и агрохимические свойства почвы. Исследования проводили в питомнике НБС (отдел Степного растениеводства) в 2012 – 2014 гг. в полевых мелкоделяночных опытах. Вариантами опытов были МП: Азотобактерин (*Azotobacter chroococcum* 10702), обладающий азотфиксирующими свойствами. Фосфоэнтерин, созданный на основе штамма *Enterobacter nimipressuralis* 32-3, трансформирующий труднодоступные фосфаты в доступное растениям состояние и Комплекс микробных препаратов (КМП), состоящий из смеси в равных долях Диазофита (*Agrobacterium radiobacter* 204) азотфиксатора, Фосфоэнтерина и Биополицида, созданного на основе штамма – антагониста патогенных микромицетов *Paenibacillus polymyxa* П и оказывающий комплексное влияние на растение.

МП были разработаны и предоставлены сотрудниками отдела микробиологии института сельского хозяйства Крыма. Титр препаратов составлял 7 – 10 млрд. КОЕ/мл. Рабочие растворы суспензий МП готовили в день посадки разбавлением их в 100 раз водопроводной водой. Для лучшей приживаемости и улучшения питания бактерий на черенках спиреи исследовали совместное применение МП и органо-минерального удобрения «Компонент 2» (0,5 % раствор), которое состояло из набора макро- и микроэлементов, гуматов и прилипателя. Этот препарат, по мнению разработчиков (НИК «Экология»), обладает также иммуномодулирующими свойствами. Контролем служили необработанные препаратами растения.

Одревесневшие черенки *S. x vanhouttei* длиной 20 см перед посадкой в питомник вымачивали в водопроводной воде в течение 24 часов, затем базальные концы черенков погружали на 1–2 см в смесь растворов МП и Компонента 2 на 20 минут. Для сравнения как аналог использовали препарат Циркон, широко применяемый в декоративном садоводстве как иммуномодулятор и корнеобразователь. Перед посадкой черенки замачивали в 0,01% растворе Циркона на 14 часов.

Черенки высаживали в первое поле питомника в марте по 10 – 15 штук на учетной делянке. Площадь учетной делянки 0,7 – 1,0 м². Повторность опытов трехкратная. Размещение вариантов рендомизированное в пределах ряда питомника. Опыт рассчитан на двухлетнее выращивание саженцев. Уход за изучаемыми растениями осуществлялся согласно принятым агроприемам в промышленном питомнике отдела степного растениеводства НБС.

Учеты роста и состояния растений проводили согласно методике [6]. Качество саженцев оценивали по ГОСТ 26869-86.

Почва на участке – чернозем южный карбонатный плантажированный легкоглинистый на красно-бурой плейстоценовой глине. Содержание элементов питания в почве перед закладкой опытов было низким по нитратному азоту (5,9 мг/кг) и подвижным формам фосфора (8,5 мг/кг), на уровне оптимального по обменному калию (325 мг/кг). Содержание гумуса колебалось от 3,02 до 3,24 % в зависимости от слоя почвы и участка.

Образцы почвы для анализа отбирали ежегодно в период интенсивного роста побегов (конец июля – начало августа) по вариантам опыта в слое 0 – 40 см. В почве определяли содержание подвижных форм фосфора и калия по Мачигину (ДСТУ 4114-2002), нитратный азот – потенциометрически по ГОСТ 26951-86, органическое вещество – по Тюрину (ДСТУ 4289:2004). Статистическая обработка результатов исследований проводилась по программам ANOVA. Достоверным принят 5 % уровень значимости.

Результаты и обсуждение

Содержание нитратного азота и подвижного фосфора в почве под саженцами *S. x vanhouttei* в контроле и по вариантам опыта было низким, калия – высоким (табл. 1).

Таблица 1

Содержание гумуса, нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия в почве (слой 0 – 40 см) под саженцами *S. x vanhouttei* при обработке черенков МП и Компонентом 2, питомник НБС, среднее за два года (2012 – 2013 гг.)

Варианты	N – NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %
	мг/кг почвы			
Контроль	8,1±1,5	8,5±4,2	310±45	2,85±0,20
Азотобактерин	5,6±0,8	10,5±2,9	362±16	2,78±0,29
Азотобактерин + Компонент 2	5,6±1,0	18,9±7,9	328±94	2,44±0,24
Фосфоэнттерин	7,6±2,2	12,2±3,4	322±24	2,75±0,14
Фосфоэнттерин + Компонент 2	7,0±3,5	21,9±3,5	306±116	2,76±0,28
КМП	8,2±2,3	14,9±4,3	345±50	2,70±0,23
КМП + Компонент 2	4,7±0,1	15,0±5,0	362±66	2,66±0,24
Оптимальное [10]	15–20	28–38	211–270	–

В среднем за два года примененные МП и их смеси с Компонентом 2 способствовали снижению содержания нитратного азота в почве под саженцами *S. x vanhouttei* и только КМП не изменял его, а Фосфоэнттерин и смесь Фосфоэнттерина с Компонентом 2 – снижали в меньшей степени, чем другие препараты. Это, вероятно, связано с увеличением числа прижившихся черенков под действием МП и усилением потребления азота из почвы интенсивно растущими саженцами *S. x vanhouttei*. В связи с этим, при выращивании декоративных кустарников с использованием МП и низким содержании нитратного азота в почве в первом поле питомника необходимо внесение азота в виде подкормки небольшой дозой для улучшения питания интенсивно растущих саженцев.

Применение всех МП приводило к увеличению содержания подвижных форм фосфора в почве. Наибольшее увеличение содержания этого элемента произошло при использовании смеси Фосфоэнттерина с Компонентом 2 на 13,4 мг/кг, что соответствует 60 кг/га P₂O₅.

Содержание обменного калия в почве увеличивалось при применении большинства МП, значительно при использовании Азотобактерина и КМП в сочетании с Компонентом 2 на 52 мг/кг или на 17% относительно контроля.

Содержание гумуса в почве было достаточно высоким в контроле. Применение МП и их смесей с Компонентом 2 создавало тенденцию к снижению его содержания в почве. В меньшей степени это происходило при использовании Азотобактерина, Фосфоэнтерина и смеси Фосфоэнтерина с Компонентом 2. Однако существенной разницы с контролем по всем вариантам не обнаружено.

Результаты исследования укореняемости черенков *S. x vanhouttei*, которые обрабатывали МП, показывают, что приживаемость черенков в контроле значительно варьировала по годам от 30 до 67% от числа посаженных и в среднем за три года составила 48% (табл. 2).

Таблица 2

Приживаемость черенков *S. x vanhouttei* в питомнике НБС (% от числа посаженных) при использовании МП и Компонента 2, 2011 – 2013 гг.

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее	% от контроля
Контроль	67±5	30±10	47±12	48,0	100
Циркон	67±7	27±3	—*	47,0	97,9
Азотобактерин	53±2	27±7	60±12	46,7	97,3
Азотобактерин + Компонент 2	50±3	43±7	60±15	51,0	106,2
Фосфоэнтерин	43±3	37±9	67±12	49,0	102,1
Фосфоэнтерин + Компонент 2	67±7	80±10**	70±2	72,3	150,6
КМП	56±9	33±3	63±13	50,7	105,6
КМП + Компонент 2	76±4	85±5**	60±15	73,7	153,5

Примечания: * в 2013 г. Циркон не применяли, ** разница с контролем существенна

Применяемые МП изменяли ее по-разному, и интенсивность их воздействия зависела от года. Так, в 2011 году, когда в контроле приживаемость черенков была высокой, большинство препаратов либо не изменяло, либо несколько снижало приживаемость черенков и только смесь КМП с Компонентом 2 способствовала значительному увеличению прижившихся черенков. В 2012 и 2013 гг. обработка черенков большинством препаратов повышала их приживаемость, особенно значительно в 2012 году, когда в контроле приживаемость их была низкой. Вероятно, это связано с повышением устойчивости растений к неблагоприятным экологическим факторам в период укоренения (недостаток влаги, высокие температуры и т.д.). В этом же году Компонент 2, как иммуномодулятор, значительно усиливал действие МП. Так, например, применение Фосфоэнтерина увеличивало приживаемость черенков на 7% от числа посаженных, а добавление к нему Компонента 2 – на 50% по сравнению с контролем. При применении КМП это увеличение составило соответственно 3 и 55%. В 2013 г. эта тенденция сохранилась для Фосфоэнтерина. В среднем за три года исследований воздействие Циркона и Азотобактерина на укореняемость черенков *S. x vanhouttei* было на уровне контроля. Фосфоэнтерин и КМП незначительно увеличивали этот показатель на 2 – 6% относительно контроля. Совместное применение этих препаратов и Компонента 2 способствовало значительному увеличению числа укоренившихся растений на 51 – 54% по сравнению с контролем.

Результаты исследований показывают, что МП влияли на рост и побегообразование у *S. x vanhouttei* в питомнике (табл. 3).

Таблица 3

Влияние МП и Компонента 2 на показатели роста саженцев *S. x vanhouttei* в первом поле питомника, 2012 г.

Вариант	Число однолетних побегов, шт.	Общая длина однолетнего прироста, см	Средняя длина побега, см
Контроль	2,0	15,0	7,5
Азотобактерин	2,7	73,7	27,3
Азотобактерин + Компонент 2	3,8	70,0	18,4
Фосфоэнтерин	3,0	60,7	20,2
Фосфоэнтерин + Компонент 2	4,3	74,3	17,3
КМП	3,0	27,0	9,0
КМП + Компонент 2	3,7	73,2	19,8
НСР ₀₅	1,0	35,0	9,2

Так, применение всех МП увеличивало число образовавшихся побегов. Наибольшее число побегов образовалось под действием сочетания Фосфоэнтерина с Компонентом 2, что превышало контроль более, чем вдвое.

Общая длина прироста побегов в контроле была невысокой и увеличивалась под действием всех МП. Добавление Компонента 2 к Фосфоэнтерину и КМП усиливало действие МП на общий прирост побегов, особенно значительно Компонент 2 усиливал влияние КМП, где он увеличивался в 2,7 раза по сравнению с применением только КМП. Общий прирост побегов увеличивался не только за счет увеличения числа побегов, но и в следствие увеличения длины побега при использовании МП. Наиболее значительно увеличивал среднюю длину побега Азотобактерин на 20 см по сравнению с контролем. Прибавление Компонента 2 к этому препарату, а также к Фосфоэнтерину мало влияло на длину побега, однако значительно стимулировало рост побега в длину при применении совместно с КМП на 12,3 см в сравнении с контролем. На второй год после посадки наблюдалось цветение растений (рис. 1, 2).

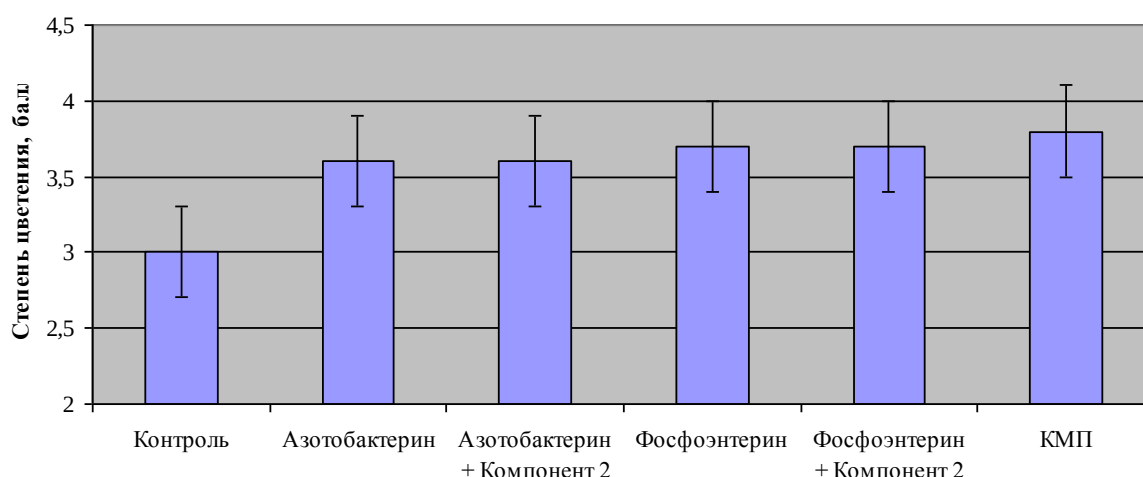


Рис. 1 Влияние МП и Компонента 2 на степень цветения саженцев *S. x vanhouttei* на второй год после посадки (2013 г.)

Цветение было средним (3 балла). Все МП увеличивали интенсивность цветения растений, Фосфоэнтерин и КМП достоверно на 0,7 – 0,8 балла или на 23 – 27% относительно контроля. Следовательно, МП влияли на степень закладки цветковых почек *S. x vanhouttei*.



А

Б

Рис. 2 Степень цветения *S. x vanhouttei*. А – контроль, Б – Фосфоэнтерин + Компонент 2, питомник НБС – ННЦ, 2012 г.

Основным показателем продуктивности питомника является выход стандартных саженцев. В среднем за три года исследований этот показатель для *S. x vanhouttei* в контроле был невысоким и составил 35,3% от числа посаженных черенков при колебании по годам от 10 до 51% (табл. 4).

Таблица 4

Выход стандартных саженцев *S. x vanhouttei* в питомнике НБС при применении МП и Компонента 2, 2012 – 2014 гг.

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее за три года	
	% от числа посаженных			% от числа посаженных	% от контроля
Контроль	51	10	45	35,3	100
Циркон	46	20	не опр.	33,0	94
Азотобактерин	53	20	60	44,3	126
Азотобактерин + Компонент 2	50	40	60	50,0	142
Фосфоэнтерин	42	20	57	39,7	112
Фосфоэнтерин + Компонент 2	51	70	70	63,7	180
КМП	53	10	55	39,3	111
КМП + Компонент 2	57	60	60	59,0	167
НСР ₀₅	F _ф < F ₀₅	12	15	–	–

Минимальный выход саженцев в контроле получен в 2013 г., однако при использовании МП в этот год выявлено максимальное увеличения выхода саженцев на 200 – 700% от контроля. В два другие года выход саженцев *S. x vanhouttei* был примерно одинаковым, однако МП в большей мере увеличивали выход саженцев этой культуры в 2014 году. Это может свидетельствовать о влиянии условий конкретного года на степень развития бактерий и интенсивность их воздействия. В среднем за три года лучшим сочетанием, на котором получено максимальное дополнительное количество стандартных саженцев, является применение Фосфоэнтерина в сочетании с Компонентом 2, превышение относительно контроля составляет 80%. Высокое превышение количества полученных саженцев по сравнению с контролем получено также на варианте с КМП в сочетании с Компонентом 2 на 67%.

Все примененные МП превосходили Циркон по воздействию на выход стандартных саженцев *S. x vanhouttei* в питомнике.

Выводы

1. Установлено, что при выращивании двухлетних саженцев *S. x vanhouttei* в питомнике обработка базальных концов одревесневших черенков перед посадкой весной Фосфоэнтерином и КМП в сочетании с Компонентом 2 способствовала увеличению содержания подвижных форм фосфора и калия в почве, стимулировала рост и побегообразование саженцев, увеличивала степень цветения растений. Их влияние было более интенсивным, чем стандартного стимулятора роста Циркон.

2. Показано, что применение Фосфоэнтерина и КМП в сочетании с Компонентом 2 увеличивало число укоренившихся черенков *S. x vanhouttei* на 50% и количество стандартных саженцев на 67 – 80% по сравнению со стандартной технологией. Эти сочетания можно рекомендовать для широкого производственного испытания в питомниках на черноземах южных.

2. На почвах с низким содержанием подвижных форм азота в почве при применении МП необходима подкормка растений азотом в первом поле питомника, а также, во избежание снижения содержания гумуса в почве, введение в севооборот питомника поля сидератов (занятый пар) или многолетних трав для увеличения содержания органического вещества в почве.

Список литературы

1. Войнило Н.В., Тимофеева В.А., Суховицкая Л.А., Сафронова Г.В., Мельникова Н.В. Влияние биопрепаратов фитостимифос и ризобактерин на декоративные качества цветочных культур // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: материалы 7 международной конференции (Минск, 31 мая – 4 июня 2010 г.). – Минск: Беларуская навука, 2010. – С. 227 – 228.

2. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М., Токмакова Л.М., Копилов Є.П. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / За наук. ред. В. В. Волкогона. – К. : Аграрна наука, 2006. – 312 с.

3. Голубева В.С., Дишук Н.Г., Суховицкая Л.А., Сафронова Г.В., Мельникова Н.В. Применение биологического препарата фитостимифос в лекарственном и декоративном растениеводстве // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: материалы 7 международной конференции (Минск, 31 мая – 4 июня 2010 г.) – Минск: Беларуская навука, 2010. – С. 230 – 231.

4. Довбыш Н.Ф. Приемы ускоренного размножения интродуцированных растений стеблевыми черенками // Интродукция и акклиматизация растений. – 1999. – Вып. 32. – С. 71 – 79.

5. Клименко О.Е., Клименко Н.И., Каменева И.А., Куликова Т.Д. Воздействие микробных препаратов на рост и развитие плодовых саженцев // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвідомч. темат. наук. зб. – Чернігів: Чернігівський ЦНТЕІ, 2008. – Вип. 8. – С. 90 – 103.

6. Кондратенко П.В., Бублик Н.А. Методика проведения полевых исследований с плодовыми культурами. – К. : Аграрна наука, 1996. – 95 с.

7. Муромцев Г.С., Мариунова Г.Н., Павлова В.Ф., Зольникова Н.В. Роль почвенных микроорганизмов в фосфорном питании растений // Успехи микробиологии. – 1985. – Т. 20, № 2. – С. 174 – 198.

8. Патица В.Ф., Омелянець Т.Г. Екологічні основи застосування біологічних засобів захисту рослин як альтернативи хімічним пестицидам // Агроєкол. журн. – 2005. – № 2. – С. 21 – 24.

9. Патица В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В., Андрусенко І.І. Мікроорганізми та альтернативне землеробство. – К. : Урожай, 1993. – 176 с.

10. Рекомендации по применению удобрений в плодовых и ягодных насаждениях. Центральный институт агрохимического обследования сельского хозяйства (ЦИНАО). – М., 1983. – 42 с.

11. Чайковська Л.О. Гамаюнова В.В. Фосфатмобілізуючі бактерії та їх вплив на продуктивність рослин // Біологічні науки і проблеми рослинництва / Зб. наук. праць Уманського держ. агроуніверситету. – Умань, 2003. – С. 220 – 225.

12. Smith S.E, Read D.J. Mycorrhizal Symbiosis: 2nd ed. – London, Academic Press, 1997. – 605 p.

13. The plant list. A working list of all plant species. – http://www.ipni.org/ipni/idPlantNameSearch.do?id=742599-1&back_page=. – Searched on 14 November 2014.

Klymenko O.E., Klymenko N.I. Elements of innovative technology of seedlings *Spiraea x vanhouttei* (Briot) Zab. growing in an industrial nursery // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 179 – 186.

The article gives data of triennial researches on application of various microbial preparations, organic and mineral fertilizer growing *Spiraea x vanhouttei* (Briot) Zab. seedlings in an industrial nursery. It was found, the introduction of these elements into the *Spiraea x vanhouttei* seedlings growing technology increased survival ability of ligneous cuttings, improves their growth, led to the formation of laterals, intensified blossoming and increased the standard seedlings output. The best results according to all these parameters have been obtained due to treating of ligneous cuttings by Fospfoenterin and Complex of microbial preparations in combination with Component 2 before planting.

Keywords: microbial preparations, *Spiraea x vanhouttei* (Briot) Zab., an industrial nursery, technology elements.

UDC 577.21:58(470.57)

GENETIC DIFFERENTIATION OF HISTORIC CULTIVARS OF HERBACIOUS *PAEONIA* BASED ON SRAP MARKERS: DOCUMENTATION AND CONSERVATION OF BOTANIC COLLECTIONS

N.B. VLASAVA¹, D.C. MICHENER², A.N. YUKHIMUK¹, V.V. GAISHUN¹, R. BRYANT³, E.D. AGABALAEVA¹, E.V. SPIRIDOVICH¹

¹ The Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

² Matthaei Botanical Garden and Nichols Arboretum of the University of Michigan, Ann Arbor, USA

³ Department of Statistics of the University of Michigan, Ann Arbor, USA

Identification of genotypes of *Paeonia* spp. from field genebank collections in botanical gardens of Belarus and USA was conducted on the basis of genome screening with sequence related amplified polymorphism (SRAP) molecular markers. Studied taxa include historic *P. lactiflora* cultivars of European, American and Soviet selection, interspecific hybrids and species. The developed 113 SRAP markers (9.4 loci per primer) were effective to discriminate all 54 studied accessions, generating their first relationship analysis. NJ and UPGMA clustering of genotypes as well as PCoA were consistent with the region of their reported breeding. Interspecific hybrids 'Orlenok' and 'Novost Altaya' resolved with their parent species. Regression analysis reveals strong correlations between a number of genetic markers and a set of ancestry and morphological data. Developed markers are demonstrated to be useful for further passportization of herbaceous peony collections, solving controversial issues in relationships and origin of the cultivars, and to establish conservation value of genetic *Paeonia* resources.

Key words: *Paeonia lactiflora* Pall., *Paeonia* sp., peonies, SRAP markers, cultivars, living collections, genetic diversity, conservation.

Introduction

Paeonia L. (family *Paeoniaceae*) comprises about 35 species of shrubs and perennial herbs distributed widely in the northern hemisphere [20, 26, 29]. The genus possesses great ornamental and medicinal value, which is a reason for its extensive culture, breeding and wide representation in botanical garden collections. Section *Paeonia* has the most taxa (about 27 herbaceous taxa, including *P. lactiflora* Pall.) and the most diverse geographic range (from East and Central Asia, the Western Himalayas to the European Mediterranean region). This section has about 1/3 rare to endemic species as well as evidence of complex reticulated evolution that results in incompletely-understood phylogenetic relationships between species [27].

Contemporary cultivated herbaceous peonies mainly belong to *P. lactiflora*, although there is a great diversity of interspecific and intersectional hybrids. Over 3,000 cultivars have been introduced or bred outside of Eastern Asia since 1820s, half of which are presumed extinct [D. Michener, communication from R. Jakubowski – ICRA Registrar, unpublished]. Many points of the origin and phylogenetic relationships among *P. lactiflora* cultivars (and other species) are unclear since their documented history is inconclusive or absent and synonymy is present. To understand the cultivated peony phylogeny, its domestication history and breeding potential of desirable ornamental characteristics as well as resistance to diseases and adaptability to environmental factors, it is critical to identify, profile, and assess the genetic diversity across the field genebanks of available historical accessions.

Botanical mentioned collections are a national heritage asset and much of it likely now unique. Botanical garden collections are essential for research related to genotypes that will be needed during the pending global climate change [6, 22]. Specifically, botanical gardens collections can function as field genebanks where their rich but selected genetic pool reflects significant artificial selection from complex socio-cultural historical factors as well as

acquisition of new genotypes for subsequent educational or research objectives. Effectively understanding this captured diversity and its phylogenetics, evaluating cultivars for their biochemical conservation value, and predicting which cultivars carry useful traits for future breeding requires using contemporary molecular genetics approaches [23].

Use of molecular genetics and genomic approaches to resolve fundamental questions on the phylogenetics and origin of cultivated plants from their wild ancestors though domestication has become accepted [3, 5, 13, 17, 18, 28]. Molecular markers for cultivar identification, genetic map construction, genetic diversity assessment, and molecular marker-assisted selection (MAS) have been found useful in many horticultural plants [16], including ornamentals [7]. Within the genus *Paesia*, several recent studies document the genetic diversity of cultivated and wild species of tree and herbaceous peonies and show the high resolution power of different types of molecular markers for phylogenetic and domestication aims [8, 31, 32]. In particular, sequence related amplified polymorphism (SRAP) markers were successfully applied for genetic diversity documentation in various plant species and groups [15, 24], including tree and herbaceous peonies [9, 10, 12]. SRAPs spot coding regions of the genome, for up to 20% are co-dominant, possess capacity to elucidate markers with inherent biological significance, and therefore could facilitate the construction of linkage maps [15, 24].

Molecular certification of the genetic diversity in historical collections (field genebanks) of genus *Paesia* is a critical step to resolve the confounded taxonomy and phylogeny of cultivated peonies; this is the first study to survey European, American and Soviet genetic resources of cultivated peonies for analytical depth. These methods provide a unique opportunity to distinguish genotypes/cultivars rigorously, which is intractable when based only on morphological characteristics – especially when historical documentation is lacking. The resultant datasets will help resolve and reconstruct the sequence and geographically dispersed history and process of herbaceous peony domestication in the important regions of its selection – Europe, USA, former USSR.

The aim of this research was to develop SRAP molecular marker systems effective for large-scale fingerprinting of herbaceous *Paesia* genetic resources, mainly *P. lactiflora* cultivars, and possessing enough resolution power to discriminate the intraspecific (cultivars), interspecific (hybrids) and species levels, to conduct analysis on the first set of samples and reveal their relationships. Complete molecular profiling of the historically-deep collections of Central Botanical Gardens NAS of Belarus (CBG) and Matthaei Botanical Gardens and Nichols Arboretum of the University of Michigan (MBGNA) and wild parent species should help breeders in their work towards desired characteristics.

Objects and methods of research

Individual research objects were accessions from collections of genus *Paesia* of the CBG and MBGNA. The collections of the CBG comprises more than 320 herbaceous genotypes including cultivars from Soviet selection programmes as well as endangered *Paesia* species; MBGNA maintains more than 250 herbaceous cultivars of American and European selection as well as Chinese origin. Institutional databases of the peony collections are on-line and contain accession name, morphological description, available information on history and origin [<http://mbgna.umich.edu/peony/>; <http://hbc.bas-net.by/bcb/eng/>].

In this study four wild *Paesia* species and 50 accessions of cultivated peonies were included: cultivars of *P. lactiflora* and interspecific hybrids (30 of European, 4 – American and 15 – Soviet selection) and several unresolved accessions for verification. The wild species are *P. lactiflora* Pall., *P. tenuifolia* L., *P. daurica* subsp. *mlkosewitschii* (Lomakin) D.Y.Hong (further noted as *P. mlkosewitschii*) and *P. anomala* L. (Appendix Table).

Material for genotyping was collected at MBGNA and CBG (Table 1) during the growing season (June – August, 2013 and 2014; Table 1). From each analysed peony plant 3 leaves were sampled (bulked), which were dehydrated directly after the harvest using silica gel (Silicagel 60, 0.2-0.5 mm, AppliChem).

Table 1

Locations of the MBGNA and CBG *Paeonia* collections, sampled for SRAP-genotyping

No	Location	NS*	GL, DMS/ DD		GD, km (No)	
			Latitude	Longitude	1	2
1	CBG, Minsk, Belarus	24	53°55'15.1356"N/ 53.920871	027°36'38.8224"E/ 27.610784	4250.85	–
2	MBGNA, Ann Arbor, Michigan, USA	30	42°16'51.7404"N/ 42.281039	083°43'32.3112"E/ 83.725642	–	4250.85

*Abbreviation: NS – number of samples taken for genotyping, GL – geographic location, GD – geographic distance, noted in km; coordinate format: DMS – degrees minutes seconds, DD – decimal degrees.

Genomic DNA was isolated from silica dehydrated plant leaves by CTAB method [4]. A weighed leaf tissue (100 mg) was ground in a homogenizer (TissueLyser LT, Qiagen), and then 2X CTAB extraction buffer was added, containing 2% w/v of cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), 1.41 M NaCl, 0.10 M Tris-HCl, 0.02 M EDTA. RNA degradation in DNA samples was performed as described [11]. Prior the SRAP-analysis the amount of DNA in each sample was equated and its equivalent amount was used for each PCR. DNA samples were stored at -20°C. For the detection of genotypic variability between individuals of the investigated *Paeonia* genotypes we have tested 4 pairs of SRAP primers (PrimeTech, Belarus): Me05/Em01; Me05/Em10; Me07/Em01; Me07/Em10 (Table 2), described previously for tree and herbaceous peonies of Chinese origin [12]. The primers revealed consistent amplification and polymorphism between species, interspecific hybrids and *P. lactiflora* cultivars, and were used in our study.

Table 2

Forward and reverse SRAP primers used in this study

Primer	Type	Sequence (5'→3')	Tm, °C
Me05	Forward	TGAGTCCAAACCGGAAG	47
Me07	Forward	TGAGTCCAAACCGGACA	47
Em01	Reverse	GACTGCGTACGAATTAAT	43
Em10	Reverse	GACTGCGTACGAATTTCAG	48

The PCR reaction mixture (25 µl) contains 60 ng of genomic DNA, 200 µM dNTPs, 2.5 mM MgCl₂, 20 pM of each primer, 10x buffer, and 1 U Taq DNA polymerase (Primetech, Belarus). The amplification was carried out in Sure Cyclor (Type 8800, Agilent Technologies, USA) using the following program: 3 min denaturing at 94°C, eight cycles of 30 sec denaturing at 94°C, 30 sec annealing at 37°C, and 90 sec elongation at 72°C. In the following 32 cycles the annealing temperature was increased to 50°C, with a final elongation step of 7 min at 72°C. Each PCR product (15 µl) was fractionated into microchips (Bioanalyzer 2100, Agilent) or into 1.2% agarose gel and visualized by staining with ethidium bromide. Electrophoresis was carried out at a constant 100 V for 120 min at room temperature. Ladder Markers (100 bp and 1kb, Primetech, Belarus) were loaded each time as the reference for fragments size estimation. Gels were documented using a Molecular Imager VersaDoc MP 4000 image system (BioRad, USA). The molecular sizes of the fragments were calculated

using specialized software Bioanalyser Expert 2100 (Agilent) or QuantityOne (BioRad) on the basis of molecular weight standards.

Data analysis. The profiles of amplified DNA fragments obtained by SRAP-PCR analysis were the basis for the creation of binary matrices, where the presence of the amplicon was designated as "1" and the absence - as "0". Only distinct, discrete and reproducible amplicons were scored. A marker was considered as polymorphic if fragment was absent in at least one of the accessions. Reproducibility was estimated by scoring and comparing fragments profiles produced under identical conditions of at least two biological repetitions. Polymorphism information content of each primer (PIC) was calculated according by the following equation: $PIC = 1 - \sum p_i^2$, where p_i is the frequency of the i th allele for each SRAP marker locus in the set of 54 peony accessions investigated [2].

Genetic similarities between cultivars were measured by the Nei similarity coefficient based on the proportion of shared alleles [19]. The NJ (neighbor-joining), UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic averages) trees were constructed using the Treecon software [30]. The wild species *Paeonia daurica* subsp. *mlokosewitschii* (Lomakin) was used as an outgroup in the NJ trees as a most distant species based on known phylogeny [25]. The number of 1,000 replicates was used for all bootstrap tests. Calculation of genetic diversity indices and the number of rare alleles, principal coordinate analysis (PCoA) were performed using GenAlex [21].

Predicting the morphologic characteristics and origin data beyond genotyping data. Predicting the following parameters: type of flower (single, semi-double, double), season of blooming (very early, early, early midseason, midseason, late midseason, late and very late), year of introduction, region (country of introduction) was performed using simple linear regression model and Poisson regression model.

Results and discussion

1. *Levels of polymorphism and molecular identification of Paeonia cultivars revealed by SRAP markers.* Iteratively selected informative SRAP primers were used to detect polymorphisms at the intra- and interspecific levels, i.e. to show the variability of genomic DNA of different *P. lactiflora* cultivars and *Paeonia* species, (see Table 2). The method produced discrete reproducible amplicons; their set were unique to each studied genotype differentiate every genotype. The amplicons' profiles obtained using SRAP primers are shown in Table 3.

Table 3
Characteristics of the amplicons of genotypes of *Paeonia* obtained with SRAP markers

Primer pair	No markers	Diapason of fragments length, bp	No of fragments per sample (min/max/aver)	No of polymorphic markers/ %	PIC
Me05 / Em01	30	74–1908	3/16/9.5	30/100	0.325
Me05 / Em10	22	84–869	3/13/8	22/100	0.329
Me07 / Em01	36	98–1756	6/16/11	36/100	0.247
Me07 / Em10	25	97–1065	5/13/9	23/92	0.159
Mean	28,3	–	4.25/14.5/9.4	27.8/98	0.265
Total	113				

The selected primers pairs generated amplicons in the size range from 74–1908 bp, the number of received markers varied from 22 to 36. The percentage of polymorphic loci identified with primers Me05/Em01, Me05/Em10 and Me07/Em01 was 100%, with primer Me07/Em10 – 92%. The total number of generated SRAP markers for the studied genotypes of *Paeonia* was 113, with an average of 9.38 markers per sample. Percentage of polymorphic

content of primer pairs varied from 0.159 (for Me07/Em10 combination) to 0.329 (for Me05/Em10), with an average of 0.265. Primers revealed number of genotype-specific markers. For *P. daurica* subsp. *mlokosewitschii* (Lomakin) D.Y.Hong applied SRAP primers detected 4 specific markers; for *P. anomala* L. – 3; for *P. tenuifolia* L. – it was revealed 3 unique bands. Among *P. lactiflora* Pall. cultivars by 1 individual markers possesses ‘Albert Crousse’ (Crousse, 1893), Augustin D’Hour (Calot, 1867), Suruga (Millet, 1955) and ‘Vesennii’, 3 individual markers were revealed for ‘Novost Altaja’ (Lutchnik, 1963).

2. *Genetic similarity and cluster analysis of Paeonia species and cultivars.* The values of Nei’s genetic distance for analysed genotypes (based on the frequency of 113 SRAP alleles) were used to construct a cluster maps using the UPGMA and NJ algorithm. NJ phylogram of pruned genetic distances data (50 accessions) is presented in Fig. 1. (In this analysis accessions with unresolved labels were excluded). We interpret Fig. 1 to represent the genetic relationships among accessions. On NJ dendrogram (see Fig. 1) all accessions are distinctly separated from each other and 2 major groups are evident and assigned as cluster I and II. Cluster I contains species *P. mlokosewitschii*, *P. tenuifolia*, *P. anomala*, and interspecific hybrid ‘Orlenok’. Cluster II contains wild *P. lactiflora* itself and its domesticated cultivars. For this analysis *P. mlokosewitschii* served as an outgroup for the phylogeny data [25, 14]. Its role as an outgroup from the other taxa is also supported by this research (genetic distances; data not presented). Similarly, the clustering of *P. lactiflora* x *tenuifolia* hybrid ‘Orlenok’ between its parent species is consistent with its breeding history (Fomitcheva, 1963) [1] and further confirms the power of developed SRAP markers to resolve hybrid interspecific origin of *Paeonia* cultivars.

Cluster II has an internal hierarchy: *P. lactiflora* is relatively separated while clusters A, B and C are suggested. It reflects cultivar-landraces of European (fundamentally French and English), American and Soviet selection. Further subclusterization is observed. Cluster A includes the cultivars ‘Albert Crousse’ (Crousse, 1893; Double, pink, midseason), ‘Arcturus’ (Auten, 1933; Single, red, very early) and ‘Arlequin’ (Dessert & Mechin, 1921; Anemone, pink, midseason). Given the presumed later parentage of the single/anemone forms (if derived from Japanese selections introduced after the mid- to late-1800s), the anomaly is ‘Albert Crousse’, indicating research with additional related cultivars is needed.

Cluster B₁ holds ‘Novost Altaya’ (CBG accession), ‘Arkady Gaidar’ (syn. ‘Arkadij Gaydar’), ‘Pamiati Gagarina’, ‘Mirnyi’, and ‘Belyi Parus’. Their breeding history suggests a common derivation. ‘Mirnyi’ and ‘Belyi Parus’ (Sosnovets) were selected from open-pollination work involving intervarietal and interspecific parents at the Botanical Garden of the Moscow State University starting in 1951 [1]. Cultivars ‘Pamiati Gagarina’ and ‘Arkady Gaidar’ were both bred by Krasnova in 1957 and 1958, respectively; all are historically congruent.

Assessing authenticity of all samples of ‘Novost Altaya’(CBG, A, K) – an interspecific hybrid of *P. anomala* and *P. lactiflora*, has been requested from this study. When plotted all three ‘Novost Altaya’ samples from different original sources all placed differently on the dendrogram (data not presented). The accession ‘Novost Altaya_A’ clusters with the interspecific hybrid ‘Orlenok’, and is likely authentic. Based on clustering analysis Novost Altaya CBG was likely mislabeled. This shows the method’s power to resolve identification queries where only morphological features are suggestive.

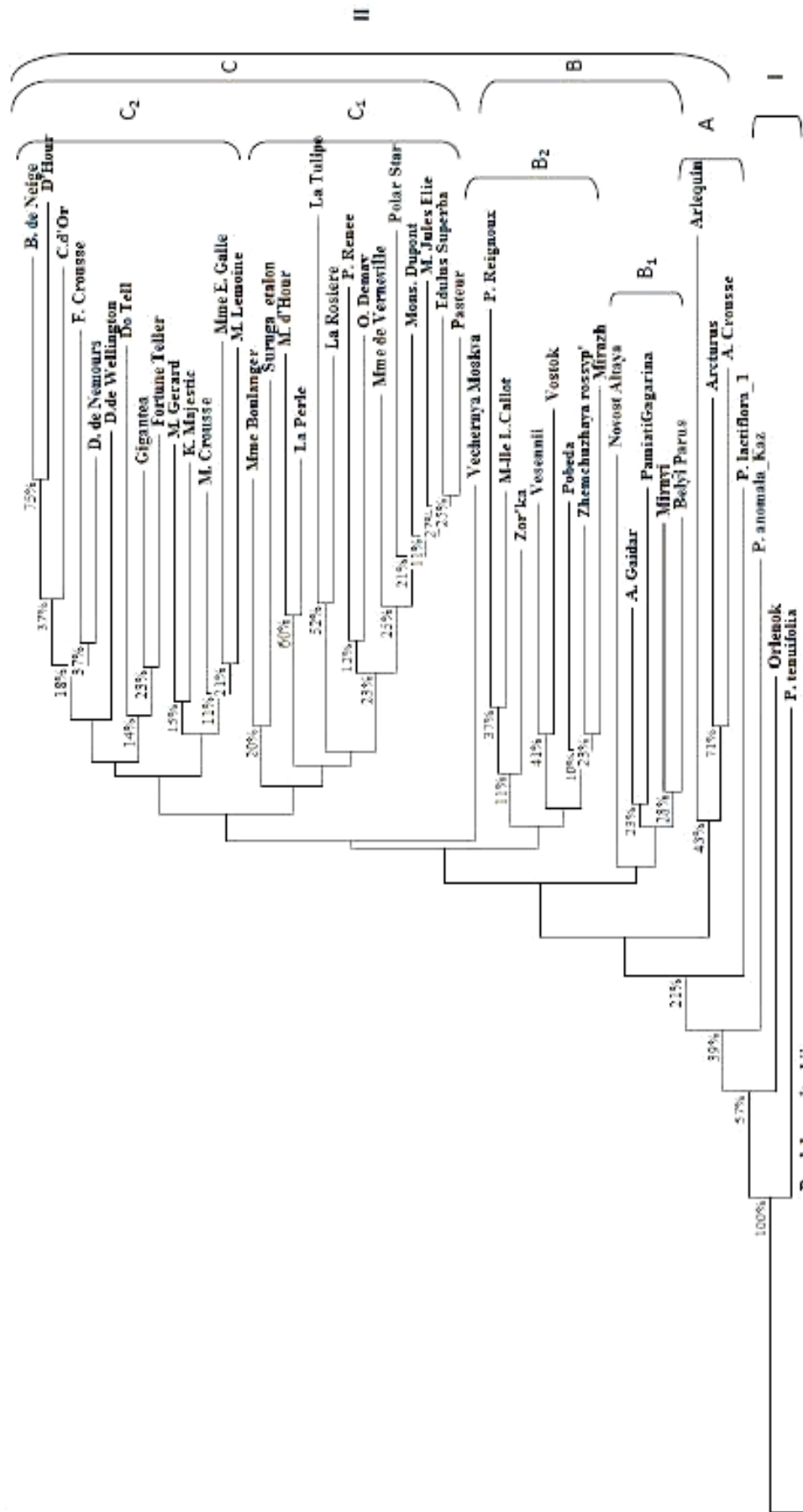


Fig. 2 Consensus Neighbor-joining dendrogram depicting genetic relationships (Nei) between *Paeonia* genotypes generated from 113 SRAP markers. *P. daurica milkozevitchii* is used as an outgroup. Numbers above branches represent bootstrap values. For genotypes full names see Appendix Table

The rest of Soviet selections and two historical French cultivars ('M-lle Leonie Callot' and 'Pierre Reignoux') are grouped at cluster B₂. A future goal is to much better resolve the historic French phylogeny with additional samples and taxa. One possibility is these cultivars were bred from different parental cultivars than the others, thus grouping them with the Soviet cluster. Lacking breeding records, expanding study to include contemporary sister-cultivars is likely the best approach. Intriguingly in the Soviet group, 'Vecheriaya Moskva' was separated yet it; closely distributed 'Zhemchuzhnaya rossyp' and 'Mirazh' are of Japanese flower type.

The distant position of cluster C from the species (Cluster I) based on developed SRAP polymorphic genomic regions is significant. Although the historically oldest French cultivars are here, these were likely bred from (or were simply renamed) old Chinese landraces-cultivars that were then "new" in Western Europe. The long history of domestication in China, presumably not involving repeated breeding with wild *P. lactiflora* or any other herbaceous peony species, would account for the genetic distance indicated here. This is counter-intuitive since one would expect the historically "old" cultivars to cluster basally with the species. However, the history of *Paeonia* domestication in Western Europe and America is doubtlessly based on highly-developed Chinese (and later Japanese) domesticates as ancestral, *not* the wild species. Thus the unexpected "old" French cultivars are removed from species and opens new research questions.

To examine fine relationships among the peony accessions employed, Principal coordinates analysis (PCoA) was performed using standardized molecular data. It is graphically presented in Fig 3. In general, the relationships between genotypes revealed by PoCA was conceptually consistent with the data obtained in this study by both UPGMA and NJ clustering analysis. The total variance explained by the first, second and third principal coordinates using PoCA was 6.18%, 5.12% and 4.49%, respectively. PC2 differentiates a subset of species and interspecific hybrids from most of the *P. lactiflora* cultivars; PC1 reflects a clear geographic European-USSR gradient in *Paeonia*, with spatially dispersed (unclustered) US cultivars.

All analysed wild herbaceous peony species such as *P. mlokosewitschii*, *P. anomala*, *P. lactiflora* and *P. tenuifolia* were clearly distant from all other peony accessions. The interspecific hybrids 'Orlenok' and 'Novost Altaya' (A and K accessions) are close to their parent species, so PCoA data are in congruent with previously presented cluster analysis data.

Compact and close enough distribution of Soviet cultivars to species, compared to another groups, may be evidence of breeding that included wild *Paeonia* species, while the broad range of other cultivars is more of a continuum with the exception of a cultivar cluster centered around the problematic 'A Crousse' (as already discussed). The scattered distribution of American cultivars among European may reflect gene flow through additional introductions directly from China and Japan, and may also provide indication for a desire for phenotypically different forms driving novel breeding. The small sample size for the American group (4 accessions) indicates a bigger study is needed.

Further analysis of relationship of *Paeonia* accessions by their region of origin (wild species, Europe, USSR and USA) by Nei genetic distance/ similarity indices is summarized in Table 4. The closest regions are Europe and USSR (genetic distance – 0.024), and most distant are Wild and USA groups (genetic distance – 0.103). At the same time USA and USSR groups are relatively equally distant to the European group analysed (genetic identity 0.97 and 0.98, respectfully).

This finding is consistent with the suggestion that US breeders by early 1900s were using novel source material rather than re-breeding only from existing European cultivars. What is needed is a better understanding of what was being sought by the breeders and what material was available.

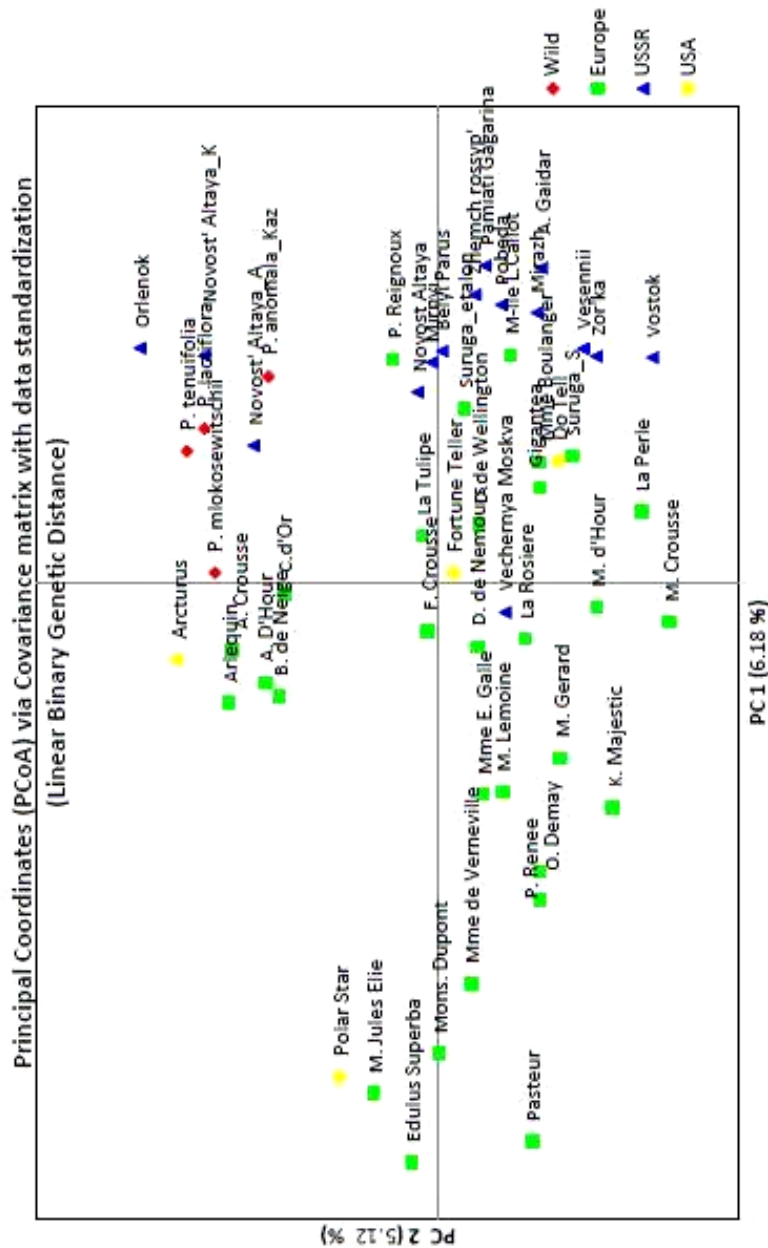


Fig. 2 Diagram showing the relationships among 53 accessions of *Paeonia* based on PCoA using 113 SRAP markers. Visualization of genetic relationships among *Paeonia* cultivars and species. PC axis 1 and PC2 were calculated from 49 *Paeonia* cultivars samples, and 4 *Paeonia* species were subsequently projected onto these axes. The proportion of the variance explained by each PC is shown in parentheses along each axis. The wild species samples are represented by diamond, European cultivars – as rectangles, USSR – as triangles, USA as circles and the region of their origins are indicated in the legend. Full names, description and geographic origin of the samples are described in the Appendix Table.

In USSR the peony breeding program began in 1949 based on about 200 cultivars, mostly of French selection; wild species hybridization was widely applied [1].

Table 3

Nei's genetic identity (above diagonal) and genetic distance (below diagonal) between groups of *Paeonia* by region of origin

Group	Wild	Europe	USSR	USA
Wild	****	0.9290	0.9363	0.9018
Europe	0.0736	****	0.9763	0.9683
USSR	0.0658	0.0240	****	0.9544
USA	0.1034	0.0323	0.0467	****

3. *Predicting morphologic and non-morphological characteristics for future breeding work.* The sets of genetic markers, characteristic to each accession were analyzed for significant interactions with standard morphological descriptors of this genotype that could be logically (including biologically) coded as a numeric value. The 'year of introduction' and 'season of bloom' (early, middle, late) revealed the significant correlation with several markers at analyzed genotypes (data not shown). The other parameters as type of flower (single, semidouble, double) and 'region' (country of introduction) did not reveal significant correlation with genetic data. Since all floral forms have been bred in all regions, this was anticipated. For "year" simple linear regression model revealed significant relationship with SRAP marker 1.6_410bp ($p = 0.0171$), indicating genetic diversity in the cultivars increases over time, which makes sense if new genotypes were available. Poisson regression analysis of genotypic data and 'season of bloom' produced a significant relationship for 1 SRAP marker 1.16_829bp ($p = 0.036$). Both correlations suggest that a deeper survey of the molecular markers could help finding genetic linkage with favorable traits and will be useful in both applied and theoretical work on herbaceous peony breeding and certification.

Conclusions

Applied SRAP analysis allow to generate 113 markers (in average 9.4 loci per primer), and demonstrated high resolution power for effective discrimination herbaceous *Paeonia* on the specific level, interspecific (hybrids), and intraspecific (*P. lactiflora* cultivars). This is well supported by the fact, that species, interspecific hybrids 'Orlenok' and 'Novost Altaya' and *P. lactiflora* cultivars were found to be characterized by several unique genotype markers.

Clusterization analysis using UPGMA and NJ algorithm, and also results of principal coordinate analysis allow for the first time to generate relationship between the studied genotypes, which revealed its consistency with the region of origin of genotypes, as well as with available data on the pedigree. Specifically, European landraces and Soviet cultivars of *P. lactiflora* were clustered distinctly by groups; interspecific hybrids 'Orlenok' and 'Novost Altaya' were located between their parent species, although it is necessary to study the contribution of each parent more precisely.

Developed markers and genotypic passports of all studied genotypes could be thus used for the delimitation and identification of *P. lactiflora* cultivars including interspecific hybrids, revision of the unresolved origin issues, and relationship calculation, exchange of the certified material. Regression analysis in combination with SRAP markers is a powerful tool to produce markers important for MAS (such as SCAR, SNP, SSR, QTL), useful to construct linkage map of valuable traits of *Paeonia* cultivars [15, 24]. When added with markers of chloroplast genome regions, large-scale capability of next-generation techniques, and on a wider set of samples from the studied regions (Europe, USA, USSR, and China as an initial

center of domestication), it could be used for solving phylogeography of cultivated *P. lactiflora*.

Acknowledgement

This work was financially supported by the State Scientific program "Genofong" during 2013-2014 (project "To create a national reference, active working and DNA collections of ornamental, medicinal and non-traditional fruit-berry and bioenergy plants, to ensure their replenishment, documentation and efficient use").

Authors are grateful to Dr. Yin-Long Qiu for the critical review of the article.

Reference list

1. Миронова Л.Н., Реут А.А. Пионы. Достижения отечественных селекционеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17(2). – С. 349-358.
2. Anderson J.A., Churchill G.A., Autrique J.E., Tanksley S.D., Sorrells M.E. Optimizing parental selection for genetic linkage maps // Genome. – 1993. – Vol. 36(1). – P. 181-186.
3. Burger J.C., Chapman M.A., & Burke J.M. Molecular insights into the evolution of crop plants // American Journal of Botany. – 2008. – Vol. 95(2). – P. 113-122.
4. Dempster E.L., Pryor K.V., Francis D., Young J.E., Rogers H.J. Rapid DNA extraction from ferns for PCR-based analyses // Biotechniques. – 1999. – V 27(1). – P. 66-68.
5. Doebley J.F., Gaut B.S., & Smith B.D. The molecular genetics of crop domestication // Cell. – 2006. – Vol. 127(7). – P. 1309-1321.
6. Donaldson J.S. Botanic gardens science for conservation and global change // Trends in plant science. – 2009. – Vol. 14(11). – P. 608-613.
7. Fu X., Ning G., Gao L., Bao M. Genetic diversity of Dianthus accessions as assessed using two molecular marker systems (SRAPs and ISSRs) and morphological traits // Scientia Horticulturae. – 2008. – Vol. 117(3). – P. 263-270.
8. Gilmore B., Bassil N., Nyberg A., Knaus B., Smith D., Barney D.L., Hummer K. Microsatellite marker development in peony using next generation sequencing // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2013. – Vol. 138(1). – P. 64-74.
9. Guo X., Wang X., Yu X., Sun X., Zhou T. Molecular Identification and Genetic Variation of 13 Herbaceous Peony Cultivars Using SRAP Markers // Acta Horticulturae. – 2011. – Vol. 918. – P. 333.
10. Han X.Y., Wang L.S., Shu Q.Y., Liu Z.A., Xu S.X., Tetsumura T. Molecular characterization of tree peony germplasm using sequence-related amplified polymorphism markers // Biochemical genetics. – 2008. – Vol. 46(3-4). – P. 162-179.
11. Hansen K.T., Elven R., Brochmann C. Molecules and morphology in concert: Tests of some hypotheses in arctic potentilla (*Rosaceae*) // American Journal of Botany. – 2000. – Vol. 87(10). – P.1466–1479.
12. Hao Q., Liu Z.A., Shu Q.Y., Zhang R.E., De Rick J., Wang L.S. Studies on *Paeonia* cultivars and hybrids identification based on SRAP analysis // Hereditas. – 2008. – Vol. 145(1). – P. 38-47.
13. Harris S.A., Robinson J.P., Juniper B.E. Genetic clues to the origin of the apple // Trends in Genetics. – 2002. – Vol. 18(8). – P. 426-430. Hong D.Y., Zhou S.L. *Paeonia* (*Paeoniaceae*) in the Caucasus // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2003. – Vol. 143(2). – P. 135-150.
14. Hong D.-Y. Peonies of the world: Taxonomy and phytogeography. – St. Louis: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing, – 2010. – pp. 302.

15. Li G., Quiros C.F. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in *Brassica* // Theoretical and Applied Genetics. – 2001. – Vol. 103(2-3). – P. 455-461.
16. Mondini L., Noorani A., Pagnotta M.A. Assessing plant genetic diversity by molecular tools // Diversity. – 2009. – Vol. 1(1). – P. 19-35.
17. Moore G.A. Oranges and lemons: clues to the taxonomy of citrus from molecular markers // Trends Genet. – 2001. – Vol. 17. – P. 536-540.
18. Myles S., Boyko A.R., Owens C.L., Brown P.J., Grassi F., Aradhya M.K., et al. & Buckler E.S. Genetic structure and domestication history of the grape // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2011. – Vol. 108(9). – P. 3530-3535.
19. Nei M., Li W.H. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases // PNAS. – 1979. – Vol. 76(10). – P. 5269-5273.
20. Pan K.-Y. *Paeonia*. / In: Flora Reipublicae Sinicae. 1979. – Vol. 27, - P. 37-59. Science Press, Beijing.
21. Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx 6.4: genetic analysis in Excel. Population Genetic Software for teaching and research // Mol. Ecol. Notes. – 2010. – Vol. 6. – P. 288-295.
22. Primack R.B., Miller-Rushing A.J. The role of botanical gardens in climate change research // New Phytologist. – 2009. – Vol. 182(2). – P. 303-313.
23. Rao V.R., Hodgkin T. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources// Plant cell, tissue and organ culture. – 2002. – V. 68(1). – P. 1-19.
24. Robarts D.W., Wolfe A.D. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP) markers: A potential resource for studies in plant molecular biology // Applications in plant sciences. – 2014. – Vol. 2(7). apps.1400017.
25. Sang T., Pan J., Zhang D., Ferguson D., Wang C., Pan K.Y., Hong D.Y. Origins of polyploids: an example from peonies (*Paeonia*) and a model for angiosperms // Biological Journal of the Linnean Society. – 2004. – Vol. 82(4). – P. 561-571.
26. Stern F.C. A Study of the Genus *Paeonia*. – London: Royal Horticult. Soc., 1946. – 155 pp.
27. Tank D.C., Sang T. Phylogenetic Utility of the Glycerol-3-Phosphate Acyltransferase Gene: Evolution and Implications in *Paeonia* (Paeoniaceae) // Molecular phylogenetics and evolution. – 2001. – Vol. 19(3). – P. 421-429.
28. This P., Lacombe T., Thomas M.R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes // Trends in Genetics. – 2006. – Vol. 22(9). – P. 511-519.
29. Tzanoudakis D. Karyotypes of four wild *Paeonia* species from Greece // Nordic J. Bot. – 1983. – Vol. 3. – P. 307-318.
30. Van de Peer Y., De Wachter Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment // Comput. Applic. Biosci. – 1994. – Vol. 10. – P. 569-570.
31. Yuan J.H., Cornille A., Giraud T., Cheng F.Y., Hu Y.H. Independent domestications of cultivated tree peonies from different wild peony species // Molecular ecology. – 2014. – Vol. 23(1). – P. 82-95.
32. Zhang J.J., Shu Q.Y., Liu Z.A., Ren H.X., Wang L.S., De Keyser E. Two EST-derived marker systems for cultivar identification in tree peony// Plant Cell Rep. – 2012. – Vol. 31. – P. 299-310.

Appendix Table

Characteristics of 54 *Paeonia* cultivars and species in this study

No *	Name (Transliteration; variants)	Originator	Year	Country	Description**
1.	Белый Парус (Belyi Parus)	Sosnovets	1961	USSR	Lac. Double, white, semi early
2.	Памяти Гагарина (Pamiati Gagarina)	Krasnova	1957	USSR	Lac. Double, pink, midseason
3.	Новость Алтая (Novost' Altaja; Novost Altaja)	Lutchnik	1963	USSR	<i>P.lactiflora</i> x <i>anomala</i> hybrid, Single, lilac-rosy, early
4.	Мираж (Mirazh; Miraj, Mirage)	Krasnova	1959	USSR	Lac. Japanese, pink, midearly
5.	Мирный (Mirnyi, Mirnij, Mirnii)	Sosnovets	1952	USSR	Lac. Double, pink white, early
6.	Аркадий Гайдар (Arkady Gaidar; Arkadij Gaydar)	Krasnova	1958	USSR	Lac. Double, red, very late
7.	Победа (Pobeda)	Kupoljan	1957	USSR	Lac. Double, red, late
8.	Suruga_etalon	Cyt.: Millet	before 1955	France	Lac. Japanese, red, late
9.	Жемчужная россыпь (Zhenchuzhnaya rossyp)	Gorobetz-Tyran	1989	USSR	Lac. Japanese, pink, late
10.	Вечерняя Москва (Vechernya Moskva)	Sosnovets	1961	USSR	Lac. Double, crimson, magenta, late
11.	Восток (Vostok)	Krasnova	1957	USSR	Lac. Double, dark violet, midseason
12.	Зорька (Zor'ka; Zorka)	Sosnowets – Fomitschewa	1965	USSR	Lac. Double, light pink, late
13.	Весенний (Vesennii; Vesennij, Wesennij)	Krasnova	1959	USSR	Lac. Double, light pink, midseason
14.	M-lle Leonie Callot (Syn. Mons. Charles Levêque')	Calot	1861	France	Lac. Double, pink, late midseason
15.	Pierre Reignoux	Dessert	1908	France	Lac. Double, pink, midseason
16.	<i>Paeonia anomala</i> L.	N/a	N/a	N/a	Pink form
17.	<i>Paeonia anomala</i> L.	N/a	N/a	N/a	White form
18.	Suruga	Millet	1955	NL	Lac. Japanese, red, late. R.
19.	Новость Алтая_K (Novost' Altaja, Novost Altaja)	Lutchnik	1963	USSR	<i>P.lactiflora</i> x <i>anomala</i> hybrid, Single, lilac-rosy, early. R
20.	Новость Алтая_A (Novost' Altaja, Novost Altaja)	Lutchnik	1963	USSR	<i>P.lactiflora</i> x <i>anomala</i> hybrid, Single, lilac-rosy, early. R
21.	Орленок (Orlenok; Orlyonok)	Fomitcheva	1963	USSR	Lac. Single, red, early
22.	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	N/a			
23.	<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	N/a			
24.	<i>Paeonia daurica</i> subsp. <i>mlokosewitschii</i> (Lomakin) D.Y.Hong	N/a			
25.	Albert Crousse	Crousse	1893	France	Lac. Double, pink, midseason
26.	Arcturus	Auten	1933	USA	Lac. Single, red, very early
27.	Arlequin	Dessert & Mechin	1921	France	Lac. Anemone, pink, midseason
28.	Augustin D'Hour (Syn. General MacMahon)	Calot	1867	France	Lac. Double, red, midseason
29.	Boule de Neige	Calot	1862	France	Lac. Double, white, early midseason
30.	Couronne d'Or	Calot	1873	France	Lac. Double, white, late

Appendix Table. Continuation

31.	Do Tell	Auten	1946	USA	Lac. Japanese, pink, midseason
32.	Duc de Wellington	Calot	1859	France	Lac. Double, white, NL, but midseason
33.	Duchesse de Nemours	Calot	1856	France	Lac. Double, white, early
34.	Felix Crousse	Crousse	1881	France	Lac. Double, red, late midseason
35.	Fortune Teller	Auten	1936	France	Lac. Single, red, not listed
36.	Gigantea	Calot	1860	France	Lac. Double, pink, early midseason
37.	Kelway's Majestic	Kelway	1929	England	Lac. Japanese, red, early
38.	La Perle	Crousse	1886	France	Lac. Double, pink, midseason
39.	La Rosiere	Crousse	1888	France	Lac. Semi-double, white, midseason
40.	La Tulipe	Calot	1872	France	Lac. Double, pink, early midseason
41.	Marguerite Gerard	Crousse	1892	France	Lac. Double, pink, midseason
42.	Marie Crousse	Crousse	1892	France	Lac. Double, pink, midseason
43.	Marie d'Hour	Calot	1883	France	Lac. Double, pink, midseason
44.	Marie Lemoine	Calot	1869	France	Lac. Double, white, late
45.	Madame Emile Galle	Crousse	1881	France	Lac. Double, pink, late
46.	Madame Boulanger	Crousse	1886	France	Lac. Double, pink, late midseason
47.	Madame de Verneville	Crousse	1885	France	Lac. Double, white, early
48.	Monsieur Dupont	Calot	1872	France	Lac. Double, white, late midseason
49.	Monsieur Jules Elie	Crousse	1888	France	Lac. Double, pink, early
50.	Octavie Demay	Calot	1867	France	Lac. Double, pink, early
51.	Pasteur	Crousse	1896	France	Lac. Double, pink, late midseason
52.	Petite Renee	Dessert & Mechin	1899	France	Lac. Japanese, pink, midseason
53.	Polar Star	Sass & Interstate	1932	USA	Lac. Japanese, white, midseason
54.	Edulus Superba	Lemon	1824	France	Lac. Double, pink, early
Note: *Accessions 1-24 – are from the collection of CBG; 25-54 – from MBGNA. ** R – accessions for revision; Lac. – <i>P. lactiflora</i> cultivar; N/a – information not applicable; NL – information not listed in available sources					

Власова А.Б., Миченер Д.С., Юхимук А.Н., Гайшун В.В., Агабалаева Е.В., Бриант Р., Спиридович Е.В. Генетическая дифференциация исторических сортов *Paeonia* на основе SRAP маркеров: документирование и сохранение ботанических коллекций // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – Ялта, 2014. – Т. 139. – С. 187-199.

Идентификация генотипов *Paeonia* spp. генбанков открытого грунта из коллекций ботанических садов Беларуси и США было проведено на основе скрининга генома SRAP маркерами. Разработанные 113 SPAP маркеров (в среднем 9,4 локус на праймер) эффективно дифференцировали все исследованные 54 генотипа на меж- и внутривидовом уровнях, в том числе исторические сорта сорта *P. lactiflora* европейской, американской и советской селекции, межвидовые гибриды и родительские виды, и позволили проанализировать генетическую взаимосвязь между образцами. Кластеризация генотипов в UPGMA и NJ филограммах и данные PCoA согласовывались с регионом селекции генотипов, имеющимися данными о происхождении и филогении видов; межвидовые гибриды 'Орленок' и 'Новость Алтая' располагались со своими родительскими видами. Регрессионный анализ выявил корреляцию между рядом генетических маркеров, родословной и морфологическими признаками. Разработанные маркеры полезны для дальнейшей паспортизации коллекций *Paeonia*, решения спорных вопросов происхождения сортов, обмена сертифицированным материалом, сохранения генетических ресурсов пионов.

Ключевые слова: *Paeonia lactiflora* Pall., *Paeonia* sp., пионы, SRAP маркеры, сорта, живые коллекции, генетическое разнообразие, сохранение.

УДК 582.912.46: 577.213.3/575.22

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИВЕРГЕНЦИИ СОРТОВ РОДА СИРЕНЬ (*SYRINGA* L.) БЕЛАРУСКОЙ СЕЛЕКЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО RAPD- И ISSR-МАРКИРОВАНИЯ

СПИРИДОВИЧ Е.В., ВЛАСОВА А.Б., ЮХИМУК А.Н., РЕШЕТНИКОВ В.Н.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Разработан и применен комплексный RAPD+ISSR подход молекулярной сертификации сортов сирени белорусской селекции (ЦБС НАН Беларуси) для целей контроля сортовой чистоты при их размножении, поддержании в коллекции и сохранения ценных генотипов. Созданные 93 RAPD и 67 ISSR маркеры (в т.ч. сорт-уникальные) позволили дифференцировать 13 исследованных генотипов, составить генетические паспорта для каждого из них, рассчитать степень генетического родства и уточнить филогенетические связи между сортами. Разработанный метод ДНК-паспортизации сортов сирени является эффективным способом изучения генетического разнообразия и молекулярной сертификации культурных форм сирени, верификации коллекционных фондов при депонировании *in vitro*.

Ключевые слова: *Syringa vulgaris* L., сирень, сорта, молекулярная сертификация, маркеры, RAPD-, ISSR-локусы, генетическая дистанция, *in vitro* коллекция, генетическое разнообразие, сохранение.

Введение

В создание коллекции сирени Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС) вложен труд нескольких поколений ботаников-интродукторов и селекционеров: Н.В. Смольского, В.Ф. Бибиковой, Э.А. Бурой, Г.И. Матусевича, Н.В. Македонской [13]. Сотрудники Центрального ботанического сада в 70–80-х годах начали широко использовать для культуры сирени разнообразные селекционно-генетические методы, такие как отбор сеянцев, полученных от свободного опыления, и гибридизацию. Для получения гибридных сеянцев сирени скрещивали как сорта, так и разные виды. Путем межсортных скрещиваний были предприняты попытки улучшения ряда хозяйственных и декоративных признаков интродуцированных видов сирени. На основе экспериментальных исследований Вероники Фёдоровны Бибиковой были получены сорта сирени с простыми крупными и махровыми цветками чистых колеров, обильно и продолжительно цветущих: ‘Лебедушка’, ‘Нестерка’, ‘Павлинка’, ‘Минчанка’, ‘Защитникам Бреста’, ‘Вера Хоружая’, ‘Памяти А.Т. Смольской’, ‘Успех’, ‘Константин Заслонов’, ‘Лунный Свет’, ‘Зорька Венера’, ‘Партизанка’, ‘Хорошее Настроение’, ‘Марат Казей’, ‘Свитязянка’, ‘Белорусские Зори’, ‘Полесская Легенда’ [1]. На основе огромной экспериментальной работы с исходными сортами французской селекции, в условиях ограниченных контактов с селекционерами сирени других стран, минимального доступа к основным источникам информации о сирени, была создана коллекция белорусских сортов, которая, как и коллекция сортов Леонида Колесникова, является уникальной линией эволюции сирени [13].

Наряду с традиционными методами сохранения генетического разнообразия растений *ex situ*, в живых ботанических коллекциях все большее значение приобретает применение клеточных биотехнологий, которые обеспечивают сохранение ценных селекционных образцов прошлых лет, ускоренное получение и размножение новых форм и линий декоративных культур с улучшенными признаками устойчивости к неблагоприятным факторам, повышенной продуктивностью [17]. При микроклонировании наиболее полно реализуется регенерационный потенциал первичных меристем. Это особенно важно для размножения генотипов и декоративных форм растений, ценные характеристики которых сложно сохранить при семенном воспроизведении. В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси были получены

растения-регенеранты сирени белорусской селекции с помощью биотехнологических методов [15], большая помощь была оказана сотрудниками Главного ботанического сада им. Цицина [3]. В настоящее время в *in vitro* коллекция рода *Syringa* ЦБС НАНБ представлена 67 сортами; на стадии получения стерильной культуры находятся еще два вида, несколько сортов селекции Л.А. Колесникова и новинки американской селекции. Важной целью работ в данном направлении является введение всех сортов собственной селекции ЦБС в культуру *in vitro* как ценнейших объектов генетического разнообразия и национального наследия.

Необходимым этапом при создании, сохранении и поддержании коллекций *in vitro*, а также при обмене материалом между учреждениями является гармонизация правил содержания коллекций и разработка методик проведения скрининга коллекционных фондов на основе молекулярно-генетических маркеров. Последнее имеет важное практическое значение для паспортизации коллекций, оценки их генетического разнообразия, формирования стержневых коллекций, выявления и отбора особо ценных таксонов для будущей селекции [6].

Систематизация и документирование коллекции сирени ЦБС НАН Беларуси начаты в 2002 году в процессе создания комплексной базы данных коллекции сирени, включающей морфологическое описание генотипов и первые данные об их генетической сертификации [7, 8]. В настоящее время ведется пополнение информационно-поисковой базы данных белорусских *in vitro* коллекций молекулярно-генетическими паспортами их объектов, обеспечивающих эффективное хранение и обработку информации, проведения исследований, расширения сотрудничества и информационного обмена в целях сохранения биоразнообразия [2].

Комплексный подход мультилокусного ДНК-маркирования, когда одновременно применяется несколько маркерных систем, широко применяемый для целей генотипирования генетических ресурсов растений, позволяет с наименьшими временными и финансовыми затратами и высокой разрешающей способностью дифференцировать генотипы как на межвидовом, так и внутривидовом уровнях, разрешить спорные вопросы происхождения и родственности сортов, предоставить ценную информацию для дальнейшей селекции культур [14, 16]. В литературе представлено небольшое количество работ по молекулярному маркированию сортов *S. vulgaris*, и в основном вовлекающих другие маркерные системы и генотипы, отличные от исследованных в данной работе [2, 10].

В данной статье представлены результаты молекулярного генотипирования сортов сирени белорусской селекции коллекции ЦБС НАН Беларуси на основе идентификации полиморфизма RAPD- и ISSR-локусов. Цель данного исследования — разработка эффективных систем генетических маркеров (RAPD и ISSR) для рода *Syringa* с последующей дифференциацией и сертификацией сортов сирени, и созданием генетического паспорта для каждого генотипа. Такие паспорта позволяют не только отличать образцы друг от друга, но и определять степень генетического сходства между ними, выявлять наиболее уникальные генотипы [5, 11, 12], выбирать исходный материал для селекции, следить за генетической чистотой и однородностью сортов при создании коллекционных *in vitro* фондов и размножении растительного материала.

Материалы и методы

В исследование были включены 13 сортов сирени белорусской селекции из коллекции ЦБС НАН Беларуси. Данные о происхождении исследованных сортов приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Сорта сирени белорусской селекции из коллекции ЦБС НАН Беларуси

№	Название сорта	Родительские формы	Видовая принадлежность
1	‘Лебедушка’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
2	‘Павлинка’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
3	‘Защитникам Бреста’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
4	‘Минчанка’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
5	‘Вера Хоружая’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
6	‘Хорошее настроение’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
7	‘Лунный свет’	Абель Шатане	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
8	‘Полесская легенда’	Людвиг Шпет	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Гиацинтовая	<i>Syringa</i> × <i>hyacinthiflora</i> Rehder (<i>Syringa vulgaris</i> L. × <i>Syringa oblata</i> Lindl.)
9	‘Памяти Смольской’	Людвиг Шпет	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Гиацинтовая	<i>Syringa</i> × <i>hyacinthiflora</i> Rehder (<i>Syringa vulgaris</i> L. × <i>Syringa oblata</i> Lindl.)
10	‘Партизанка’	Людвиг Шпет	<i>Syringa vulgaris</i> L.
		Гиацинтовая	<i>Syringa</i> × <i>hyacinthiflora</i> Rehder (<i>Syringa vulgaris</i> L. × <i>Syringa oblata</i> Lindl.)
11	‘Константин Заслонов’	Гиацинтовая	<i>Syringa</i> × <i>hyacinthiflora</i> Rehder (<i>Syringa vulgaris</i> L. × <i>Syringa oblata</i> Lindl.)
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
12	‘Зорка Венера’	Гиацинтовая	<i>Syringa</i> × <i>hyacinthiflora</i> Rehder (<i>Syringa vulgaris</i> L. × <i>Syringa oblata</i> Lindl.)
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.
13	‘Святаянка’	Гиацинтовая	<i>Syringa</i> × <i>hyacinthiflora</i> Rehder (<i>Syringa vulgaris</i> L. × <i>Syringa oblata</i> Lindl.)
		Реомюр	<i>Syringa vulgaris</i> L.

Препараты геномной ДНК получали из обезвоженной силикагелем листовой ткани с использованием СТАВ-метода с модификациями [5, 9]. Качество и концентрацию препаратов ДНК измеряли спектрофотометрическим методом. Мультилокусное ДНК-маркирование проводили с использованием техники RAPD- и ISSR-ПЦР. После предварительного скрининга для проведения полимеразной цепной реакции были отобраны пять наиболее информативных праймеров, т.е. эффективно выявляющих генетическую вариабельность на внутривидовом уровне между всеми генотипами: три RAPD (OPA-18, OPE-02, OPP-09) и два ISSR (UBC-808, UBC-862). ПЦР проводили в 25 µl реакционной смеси на приборе SureCycler 8800 (Agilent). Фрагментный анализ и визуализацию продуктов амплификации проводили посредством капиллярного электрофореза на приборе Bioanalyzer 2100 (Agilent) (рис. 1). Расчет генетических дистанций, UPGMA кластеризацию и построение дендрограмм проводили с использованием программного обеспечения Treecon©.

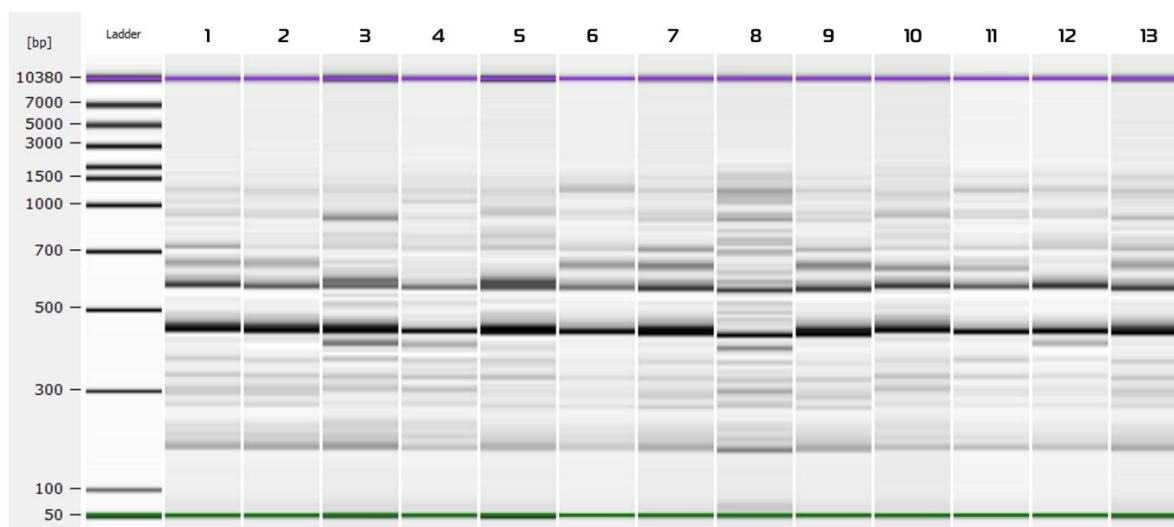


Рис. 1 Репрезентативное электрофоретическое разделение продуктов амплификации геномной ДНК 13 сортов сирени с праймером UBC-862

1 — 'Лебедушка', 2 — 'Защитникам Бреста', 3 — 'Павлинка', 4 — 'Минчанка', 5 — 'Зорка Венера', 6 — 'Партизанка', 7 — 'Памяти Смольской', 8 — 'Полесская Легенда', 9 — 'Вера Хоружая', 10 — 'Лунный Свет', 11 — 'Константин Заслонов', 12 — 'Свитязянка', 13 — 'Хорошее Настроение'; Ladder — маркер молекулярного веса.

Результаты и обсуждение

Для исследования генетической дифференциации сортов сирени белорусской селекции был применен комплексный метод мультилокусного ДНК-маркирования, основанный на двух ПЦР-техниках: RAPD и ISSR. Предварительно отобранные праймеры (RAPD: OPA-18, OPE-02, OPP-09; и ISSR: UBC-808, UBC-862) генерировали четкие воспроизводимые ампликоны, набор которых для каждого исследуемого сорта характеризовался уникальностью. В таблице 2 приведены данные о спектрах ампликонов, полученных с помощью использованных RAPD и ISSR праймеров. Информативность использованных праймеров варьировала. Так, максимальное количество локусов 23 (в том числе 15 полиморфных) было идентифицировано с помощью праймера UBC-808, минимальное — 11 (из них 4 полиморфных) сгенерировано праймером OPP-09 (см. таблицу 2). В общей сложности было идентифицировано 76 локусов маркеров) — 40 RAPD- и 36 ISSR-маркеров, соответственно. Из данного пула 44 маркера являлись полиморфными. Обе ПЦР техники позволили выявить высокий уровень полиморфизма у изучаемых сортов сирени — в среднем 57,89%. Максимальный полиморфизм выявлен при использовании праймера OPA-18 (66,67%), минимальный — 36,36% при амплификации с праймером OPP-09.

Таблица 2

Характеристика спектров ампликонов *Syringa* spp., генерируемых RAPD- и ISSR-праймерами

Праймер	Последовательность нуклеотидов, 5′→3′	Число ампликонов		Уровень полиморфизма, %
		всего	Полиморфных	
RAPD-праймеры				
OPA-18	AGGTGACCGT	12	8	66,67
OPE-02	GGTGCGGGAA	17	10	58,82
OPP-09	GTGGTCCGCA	11	4	36,36
ISSR-праймеры				
UBC-808	AGAGAGAGAGAGAGAGC	23	15	65,22
UBC-862	AGCAGCAGCAGCAGCAGC	13	7	53,85
Общее число:		76	44	—
Среднее значение:		15,2	8,8	57,89

Проведенное мультилокусное ДНК-маркирование 13 сортов белорусской селекции рода *Syringa* с использованием 3 RAPD- и 2 ISSR-праймеров позволило дифференцировать все исследованные генотипы, разработать маркеры, в том числе сорт-специфические, составить уникальные профили для каждого из них и рассчитать генетические дистанции родства/отдаленности между генотипами. Таким образом, использованный RAPD+ISSR подход был адаптирован для генетической сертификации генотипов *Syringa* spp. На основании полученных RAPD и ISSR-маркеров для 13 сортов сирени были составлены мультилокусные генетические паспорта. В таблице 3 приведен пример генетического паспорта для сорта Полесская Легенда. Все данные по ДНК типированию образцов сирени белорусской селекции включены в отдельный раздел «Молекулярно-генетические паспорта» информационно-поисковой системы Hortus Botanicus Centralis — Info (№ ГР 20053449 от 14.11.2005). Данная система служит источником данных для сайтов «Ботанические коллекции Беларуси» (<http://hbc.bas-net.by/bcb/>) и разделов портала Совета ботанических садов России, Беларуси и Казахстана (<http://hortusbotanicus.ru>), что дает основу для расширения сотрудничества и информационного обмена в целях сохранения биоразнообразия.

Таблица 3

Репрезентативный мультилокусный генетический паспорт сорта сирени белорусской селекции Полесская Легенда

Сорт Полесская Легенда

Маркеры
OPA18 ₂₅₅ , OPA18 ₃₅₅ , OPA18 ₃₇₀ , OPA18 ₃₉₅ , OPA18 ₄₃₀ , OPA18 ₅₉₀ , OPA18 ₉₃₀ , OPA18 ₁₀₃₀ , OPA18 ₁₂₂₅
OPE02 ₂₆₀ , OPE02 ₂₇₀ , OPE02 ₃₅₅ , OPE02 ₄₁₅ , OPE02 ₄₄₀ , OPE02 ₄₈₀ , OPE02 ₄₉₅ , OPE02 ₅₃₀ , OPE02 ₅₇₀ , OPE02 ₆₅₀ , OPE02 ₇₇₅ , OPE02 ₈₉₀ , OPE02 ₉₄₅ , OPE02 ₁₃₈₀
OPP09 ₂₆₀ , OPP09 ₃₆₅ , OPP09 ₄₈₅ , OPP09 ₅₃₅ , OPP09 ₆₁₀ , OPP09 ₆₄₅ , OPP09 ₆₆₅ , OPP09 ₇₈₀ , OPP09 ₈₇₅ , OPP09 ₉₈₀
UBC808 ₂₁₀ , UBC808 ₂₅₀ , UBC808 ₂₆₅ , UBC808 ₃₃₀ , UBC808 ₃₅₅ , UBC808 ₄₂₀ , UBC808 ₄₄₀ , UBC808 ₄₅₅ , UBC808 ₄₈₀ , UBC808 ₅₂₅ , UBC808 ₅₅₀ , UBC808 ₅₉₅ , UBC808 ₆₆₅ , UBC808 ₇₀₀ , UBC808 ₈₁₀ , UBC808 ₈₈₅ , UBC808 ₉₅₀
UBC862 ₁₈₅ , UBC862 ₂₇₀ , UBC862 ₃₃₅ , UBC862 ₃₇₅ , UBC862 ₄₅₀ , UBC862 ₅₈₀ , UBC862 ₆₀₅ , UBC862 ₇₂₅ , UBC862 ₉₆₀

Разработанная методическая схема генотипирования сортов сирени на основе комплекса RAPD- и ISSR-маркеров была применена для молекулярно-генетического документирования живых коллекций сирени, в том числе и для верификации образцов коллекции *in vitro*. Известно, что соматическая изменчивость у растений, регенерированных *in vitro*, бывает очень высокой, поэтому немаловажным условием

поддержания полученных микропоголов является контроль и сохранение стабильности генотипа. Такая работа была начата при сравнении микроклонов, поддерживаемых в коллекциях разных ботанических садов, в частности сортов Партизанка и Свитязянка из коллекций *in vitro* ЦБС НАН Беларуси и ГБС РАН [4].

В данной работе проведена оценка сортового соответствия для генотипов белорусской селекции 'Лунный Свет', 'Павлинка', 'Лебедушка', 'Защитникам Бреста' при размножении *in vitro*. С помощью разработанных RAPD- и ISSR-маркеров было подтверждено соответствие материала, размножаемого в культуре *in vitro*, коллекционному материалу открытого грунта. В ряде случаев была обнаружена вариабельность параметров генетической однородности (профили ампликонов, генетические дистанции; данные не приведены), что может объясняться возникновением допустимых изменений в связи с различной реакцией генотипов на культивирование в условиях *in vitro*, а также длительностью пассажей.

Для изучения степени генетической дивергенции сортов сирени белорусской селекции и выяснения их филогенетических взаимоотношений в исследование были включены родительские сорта белорусской сирени: 'Абель Шатане', 'Людвиг Шпет' и 'Реомюр'. На основании выявленных ДНК-маркеров были рассчитаны генетические дистанции Nei между исследованными сортами сирени, произведена их кластеризация по методу UPGMA. Эти данные были использованы при конструировании дендрограмм для каждого праймера (RAPD и ISSR) (данные не представлены), а также консенсусной (RAPD+ISSR) дендрограммы, представленной на рисунке 2. Данные RAPD и ISSR генотипирования сортов выявили сходную степень родства изучаемых сортов. Стержневая кластеризация в сгенерированных консенсусной (RAPD+ISSR), а также RAPD- и ISSR-дендрограммах в целом сохраняется; дендрограммы обнаруживают небольшие отличия в субкластеризации некоторых сортов.

Полученная топология сортов сирени белорусской селекции на консенсусной дендрограмме позволила выяснить их генетические взаимосвязи, сопоставив с имеющейся информацией о сортах, использованных в качестве родительских форм при их создании [1]. Так, на консенсусной дендрограмме четко выделяется кластер «**SHF**», в который объединены 6 сортов сирени белорусской селекции, в процессе селекции которых был использован сорт Гиацинтовая (*S. × hyacinthiflora*) — гибрид видов *S. vulgaris* × *S. oblata*. Данный кластер подразделяется на два субкластера, каждый из которых включает по три сорта сирени белорусской селекции, полученные при скрещивании сортов Гиацинтовая и Реомюр (*S. vulgaris*) (субкластер «**REO**»), а также 'Гиацинтовая' и 'Людвиг Шпет' (*S. vulgaris*) (субкластер «**LSP**»). При этом в каждом из этих субкластеров располагался соответствующий родительский сорт: 'Реомюр' — в «**REO**», а 'Людвиг Шпет' — в «**LSP**». Остальные 7 сортов сирени белорусской селекции были получены путем скрещивания сортов Абель Шатане (*S. vulgaris*) и Реомюр. Данные сорта распределены в группе «**ASH**», характеризующейся сложной внутренней кластеризацией. Следует отметить, что родительский сорт Абель Шатане также кластеризуется в этой группе. По топологии ветвей в данной группе видно, что сорта их формирующие, несмотря на общие родительские формы, характеризуются довольно высоким генетическим разнообразием. Такая топология позволяет, например, предположить, что в геноме сортов Защитникам Бреста и Минчанка, преобладает генетический материал родительского сорта Реомюр, в отличие от других сортов белорусской селекции из этой группы, и наоборот, в генотипе сорта 'Хорошее Настроение' больший вклад имеет родительский 'Абель Шатане'. В целом, полученные данные согласуются с информацией о происхождении сортов. Для более строгих выводов и создания «масштабной сетки» для расчета вклада родительских форм, необходимо вовлечение большего числа сортов и исходных генотипов, например 'Гиацинтовая' (*S. × hyacinthiflora*), видов *S. vulgaris* и *S. oblata*.

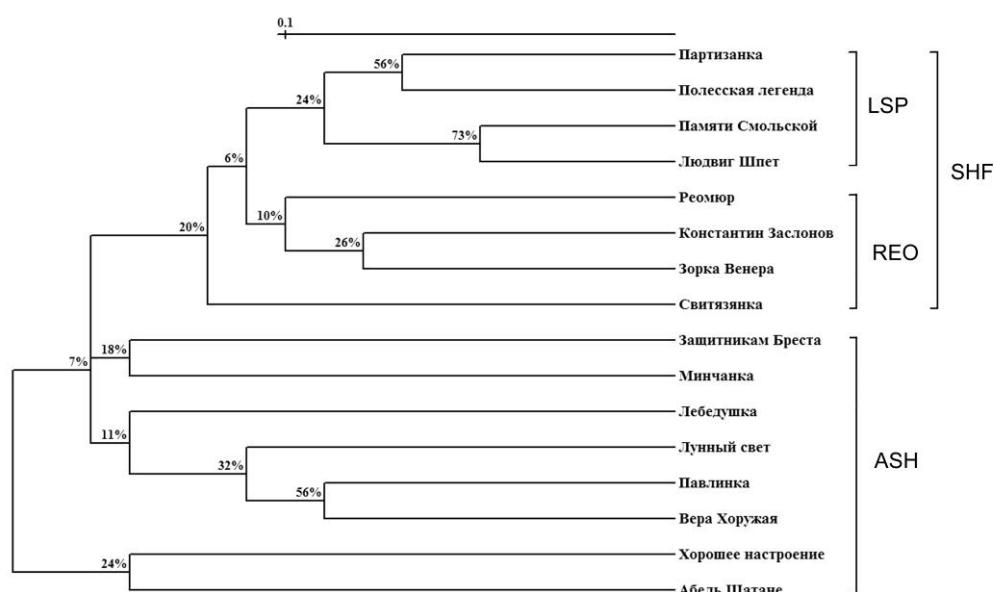


Рис. 2 Консенсусная RAPD+ISSR дендрограмма, отражающая степень генетического сходства между сортами сирени белорусской селекции на основе 40 RAPD и 36 ISSR маркеров, сгенерированных праймерами OPA-18, OPE-02 и OPP-09, UBC-808 и UBC-862. Величины bootstrap (100 реплик) указаны около соответствующего узла (%)
Обозначения кластеров: **SHF** — Гиацинтовая; **REO** — Гиацинтовая × Реомюр;
LSP — Гиацинтовая × Людвиг Шпет; **ASH** — Абель Шатане × Реомюр

Выводы

Применение разработанной методики комплексного RAPD+ISSR-генотипирования *Syringa vulgaris* L. на внутривидовом уровне позволило дифференцировать и сертифицировать все исследованные генотипы сирени белорусской селекции коллекции ЦБС НАН Беларуси, разработать генотипические сертификаты, подтвердить данные о родословной сортов, уточнить филогенетические связи между ними. Разработанный метод является эффективным для отбора образцов, контроля сортовой чистоты при размножении сортов, формирования и проведения генетической верификации образцов коллекции *in vitro*. Разработанные маркеры являются основой проведения дальнейшей селекции культуры на ценные признаки.

Список литературы

1. Бибикова В.Ф. и др. Деревья и кустарники, розы и сирень. Краткие итоги интродукции: монография / ред.: Н. В. Смольский; Академия наук БССР, Центральный ботанический сад. — Минск: Наука и техника, 1968. — 384 с.
2. Мельникова Н.В., Борхерт Е.В., Мартынов С.П., Окунева И.Б., Молканова О.И., Упелниек В.П., Кудрявцев А.М. Использование молекулярно-генетических маркеров для верификации коллекций *in vitro* сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) // Генетика. — Т. 45, № 1. — 2009. — С. 97–103.
3. Молканова О.И., Зинина Ю.М., Македонская Н.В., Брель Н.Г., Фоменко Т.И., Спиридович Е.В. Разработка биотехнологических приемов размножения сирени обыкновенной // Физиол. и биохим. культур. растений. — 2010. — Т. 42., №2. — С. 117–124.
4. Молканова, О.И., Спиридович Е.В., Коновалова Л.Н., Брель Н.Г., Зинина Ю.М., Решетников В.Н. Комплексное изучение видов и сортов рода *Syringa* L. в ГБС РАН и ЦБС НАН Беларуси // Вестник Удмуртского университета. — Выпуск 2. — С. 66–75.
5. Решетников В.Н., Спиридович Е.В., Македонская Н.В., Чижик О.В., Антипова Т.В., Брель Н.Г., Баранов О.Ю. Сохранение и изучение генофонда сирени в ЦБС НАН Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства: сборник научных трудов. — Гомель, 2007. — Вып. 67. — С. 238–245.

6. Решетников В.Н., Спиридович Е.В., Чижик О.В., Антипова Т.В., Зубарев А.В., Гаранович И.М., Македонская Н.В. Обогащение, сохранение и изучение генофонда сирени в ЦБС НАН Беларуси // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира: материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского (Минск, 27–29 сентября 2005 г.). – Минск, 2005. – С. 250–254.

7. Спиридович Е.В., Власова А.Б., Шабуня П.С. Коллекция сирени Центрального ботанического сада НАН Беларуси и селекция некоторых сортов на основе белковых маркеров // Генетика и селекция в XXI веке: матер. VIII съезда БОГИС (Минск, 23–25 июля 2002 г.). – Минск, 2002. – С. 151–152.

8. Спиридович Е.В., Гончарова Л.В., Чижик О.В., Власова А.Б., Зубарев А.В. Разработка молекулярно-биологических и Биохимических подходов паспортизации уникальных коллекций растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси // Материалы II Респ. науч.-практ. конф. (Минск, 20–22 ноября, 2003 г.). – Минск, 2003. – С. 120–126.

9. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from plant tissue / Focus. – V. 12. – 1990. – P. 13–15.

10. Juntheikki-Palovaara I., Antonius K., Lindén L., Korpelainen H. Microsatellite markers for common lilac (*Syringa vulgaris* L.) // Plant Genetic Resources. – 2013, 11(03). – P. 279–282.

11. Kim K.J., Jansen R.K. A chloroplast DNA phylogeny of lilacs (*Syringa*, Oleaceae): plastom groups show a strong correlation with crossing groups // Am. Bot. – 1998. – V. 85, № 9. – P. 1338–1351.

12. Li J., Alexander J.H., Zhang D. Paraphyletic *Syringa* (Oleaceae): evidence from sequences of nuclear ribosomal DNA ITS and ITS regions // System. Botany J. – 2002. – V. 27, № 3. – P. 592–597.

13. Lilacs: a gardener's encyclopedia. By John L. Fiala, Freek Vrugtman // Timber Press, Jul 18, 2008. – Gardening. 416 p.

14. Moose S.P., Mumm R.H.. Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement // Plant physiology. – 2008, 147(3). – P. 969–977.

15. Popowich E.A., Filipenya V.L. Features of micropropagation of *Syringa vulgaris* L. // Scientific works of the Lithuanian Institute of horticulture and Lithuanian university of agriculture. Horticulture and vegetable growing. Horticulture. – 2000. – V. 19(3). – P. 434–440.

16. Rao V.R., Hodgkin T. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources // Plant cell, tissue and organ culture. – 2002, 68(1). – P. 1–19.

17. Rao N.K. Plant conservation biotechnology // Plant genetic resources: advancing conservation and use through biotechnology. African Journal of biotechnology. – 2004, 3(2). – P. 136–145.

Spiridovich E.V., Vlasova A.B., Yukhimuk A.N., Reshetnikov V.N. Assessment of genetic divergence of lilac (*Syringa* L.) cultivars of Belarusian selection based on integrated application of RAPD- and ISSR-markers // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139 – P. 200 – 207.

An integrated approach of RAPD+ISSR molecular certification of lilacs cultivars of Belarusian selection (CBG NASB) was developed and applied aimed at verification of genotypes identity at propagation, collections maintenance and unique genotypes conservation. Generated in total 93 RAPD and 67 ISSR markers (including cultivar-specific) allowed to differentiate 13 studied genotypes, create genetic certificates for each of them, calculate the degree of genetic relationship and clarify the phylogenetic relationships between cultivars. Proposed method of DNA-passportization of *Syringa vulgaris* cultivars is an effective tool to study the genetic diversity and molecular certification of cultivated lilacs forms, verification of collection banks when depositing in vitro.

Key words: *Syringa vulgaris* L., lilac cultivars, certification molecular markers, RAPD-, ISSR-loci, genetic distance, in vitro collection, genetic diversity, conservation

УДК 58:069.029:635.92(477.75)

НОВЫЕ ХОЛОДОСТОЙКИЕ СОРТА КУВШИНОК В ОЗЕЛЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ

С.В. ХАЛЯВИНА¹, Ю.К. КАШИРСКАЯ²¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта² Индивидуальный предприниматель, цветовод-любитель, г. Симферополь

Рассмотрены основные морфологические характеристики цветка и листа новых сортов холодостойких кувшинок коллекций г. Симферополя. Исследована возможность пополнения коллекции кувшинок БС ТНУ им. В.И. Вернадского новыми современными сортами.

Ключевые слова: коллекция сортов кувшинок, ботанический сад, декоративные признаки, хозяйственно-ценные признаки, интродукция.

Введение

Кувшинки общепризнаны одними из наиболее декоративных растений для оформления водной глади прудов. Они играют существенную роль в жизни такого сложного биоценоза, как водоем. Закрывая пластинками плавающих листьев значительную часть водной поверхности, не дают ей перегреваться под палящими лучами солнца жарким летом; защищают от ветров в периоды непогоды. Создавая условия для нормального существования водного биоценоза, обогащают его кислородом, служат кормовой базой для его обитателей, местом нереста рыб, а также участвуют в процессе очистки воды.

Кувшинка издавна использовалась в народной медицине как лекарственное растение. Корневище кувшинки белой содержит много питательных веществ: крахмала (49%), белка (8%) и сахара (до 20%). Молодые корневища кувшинки белой употребляются в пищу в жареном или варёном виде [7, 11]. Изучая полезные свойства кувшинок в связи с интродукцией в условиях Предгорного Крыма, нами выявлены некоторые биохимические особенности кувшинки белой (*Nymphaea alba* L.), касающиеся накопления соединений, обуславливающих ее аромат. Определен компонентный состав экстрактивного масла, выделенного из цветков. В его составе обнаружено высокое содержание насыщенных углеводов, летучих ароматических соединений терпеновой природы и соединений, обладающих высокой биологической активностью [13].

Впервые на профессиональном ботаническом уровне о кувшинках заговорили в 1735 году – появились научные работы Ж.-П. Турнефора, в которых под названием «водные розы» описывались необычайно эффектные растения и их экзотическое цветение. В 1753 году Карл Линней дал роду название (*Nymphaea*). Систематически семейство кувшинковых (*Nymphaeaceae*) в 1806 году выделил Р.А. Солсбери. Современный род насчитывает 60 видов, большинство из них произрастает в странах с тропическим и субтропическим климатом. Во флоре России представлены три вида: к. белая (*N. alba* L.), к. снежно-белая (*N. candida* C. Presl) и к. четырехгранная (*N. tetragona* Georgi). Все эти виды имеют белые цветки, хотя изредка встречаются популяции с розовыми цветками [7 – 9]. В Крыму в диком виде кувшинка не встречается [6].

Первые попытки выращивания кувшинок в Европе связаны с введением в культуру теплолюбивой кувшинки голубой (*N. caerulea* Savign), привезенной из Египта в 1801 году и высаженной на территории музея истории в Париже (Musée de «Histoire naturelle») [7, 9]. Цветение тропических и субтропических кувшинок отличается от

представителей умеренной климатической зоны тем, что кроме утреннего и дневного, у них наблюдается и ночное цветение. Кроме этого, тропические нимфеи имеют цветки экзотической формы и аромата, яркой окраски, в том числе голубого цвета, такого редкого и почитаемого в декоративном цветоводстве. Благодаря широкому ареалу распространения и многообразию воздействия экологических факторов виды кувшинок различаются по морфологическим особенностям корневой системы. Выделяют четыре экобиоморфологические группы: корневищные, клубневые, условно-корневищные и условно-столонные. В основе всех существующих культиваров французской и американской селекции, зимующих в наших водоемах, используются пять видов корневищных кувшинок: к. белая (*N. alba*), к. чисто-белая (*N. candida*), к. душистая (*N. odorata* Aiton), к. малая или четырехгранная (*N. tetragona*), к. клубневидная (*N. tuberosa* Paine) [9]. В англоязычной литературе корневищные кувшинки называют «зимневыносливыми водными лилиями» (hardy winter water lily) [16, 17].

Массовое выращивание видов, разновидностей и сортов кувшинок в Европе началось в середине XVIII – второй половине XIX в. Создателем первых гибридных холодостойких кувшинок был француз Джозеф Бори Латур Марлиак (Joseph Bory Latour Marliac). Проведя селекционные исследования, он в 1877 году получил первые яркоокрашенные холодостойкие сорта кувшинок. Согласно исследованиям Международного общества любителей кувшинок (International Water Lily Society), за тридцать лет работы, вплоть до своей смерти в 1911 году, Д. Латур Марлиак создал не менее 60 сортов кувшинок [16, 17]. На протяжении уже более ста лет гибриды Д. Латур Марлика преобладают на рынке, составляя и ныне большую долю современного сортимента этой культуры [15], но в последние годы в коллекциях ботанических садов и цветоводов-любителей начали появляться новые сорта, в основном американской и тайской селекции. В селекции кувшинок оригинаторы стремятся к созданию новых растений с выдающимися и (или) новыми декоративными качествами, основанными на восприятии растения в целом (общий габитус), а также на морфологических характеристиках листовой пластинки и цветка, степени его махровости, окраски и формы и т.д.

Нами рассмотрены декоративные и хозяйственно ценные биологические особенности сортов холодостойких кувшинок современной селекции в коллекции БС ТНУ им. В.И. Вернадского и частной коллекции нимфей г. Симферополя для исследования перспектив пополнения коллекционных фондов БС ТНУ новыми сортами.

Объекты и методы исследования

Формирование коллекции рода кувшинка в Ботаническом саду ТНУ началось в 2009 году и осуществляется на интродукционной основе для собрания и демонстрации максимального морфолого-биологического разнообразия и оценки перспективности для декоративного водного садоводства в условиях г. Симферополя. Коллекция является ландшафтно-интегрированной – сорта экспонируются в водоемах сада, в настоящее время она насчитывает два вида и 20 сортов кувшинок [12, 14] различных периодов селекции [15, 16]. В коллекцию БС ТНУ нимфеи поступили из ботанического сада им. акад. А.В. Фомина (г. Киев), ботанического сада Львовского национального университета им. И. Франка (г. Львов) и арборетума г. Болестрашицы (Польша), из частных коллекций [14].

Примерно в это же время или ранее в г. Симферополе начали создаваться коллекции нимфей любителями водного садоводства. Одна из них – коллекция кувшинок Каширской Ю.К., начала формироваться в 1998 году и в настоящее время насчитывает 68 сорта нимфей, из них более 40 сортов, созданных в конце XX – начале XXI вв., – представителей новой, в основном, американской и тайской селекции.

Коллекция собрана из растений, полученных из питомников Германии, Польши и частных коллекций водных растений ближнего зарубежья.

Исследования проводили в 2009 – 2014 годы на территории водоемов Ботанического сада ТНУ и частной водной коллекции растений открытого грунта г. Симферополя, находящихся в сходных эдафо-климатических условиях и расположенных в юго-восточной части города Симферополя, на левом берегу реки Салгир. Климат г. Симферополя умеренно континентальный, засушливый, с жарким летом и прохладной зимой. Среднегодовая температура воздуха 9,2 – 10,3°C; ср-год $t^{\circ}\text{C}_{\text{min}} = -30,0^{\circ}\text{C}$ (январь); ср-год $t^{\circ}\text{C}_{\text{max}} = +39,0^{\circ}\text{C}$ (июль); сумма осадков за год 450-500 мм. Число дней в году с $t^{\circ}\text{C} > 5,0^{\circ}\text{C}$ составляет 220 – 230, что совпадает с продолжительностью периода вегетации в данном районе. Средние многолетние суммы $t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ составляют 3175°C. Продолжительность безморозного периода 160 – 200 дней [2].

В период наблюдений средняя суточная температура воздуха зимой находилась в пределах от $-1,9^{\circ}\text{C}$ до $2,8^{\circ}\text{C}$, летом – от $21,6^{\circ}\text{C}$ до $26,3^{\circ}\text{C}$. Средняя температура января – от $-3,1^{\circ}\text{C}$ до $1,7^{\circ}\text{C}$, июля – от $22,6^{\circ}\text{C}$ до $26,7^{\circ}\text{C}$, что соответствует средним многолетним показателям [1, 2]. В зимний период 2012 г. отмечена минимальная среднесуточная температура воздуха ($-1,91^{\circ}\text{C}$) и минимальная суточная температура ($-23,1^{\circ}\text{C}$) – в феврале. Максимальная летняя суточная температура ($33,6^{\circ}\text{C}$) зафиксирована в августе 2010 года. Минимальное количество осадков выпало в 2011, 2012 и 2013 годах – 304,3 мм, 300,3 мм и 303,7 мм, соответственно, максимальное (544,0 мм) – в 2010 г. Во время проведения исследований средняя максимальная температура воды в водоемах в летний период $+19,4^{\circ}\text{C}$ была отмечена в июле 2014 г., абсолютный максимум $+24,6^{\circ}\text{C}$ зафиксирован в июле 2012 г. и 2014 г.; средняя минимальная температура воды $+17,1^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум $+10,1^{\circ}\text{C}$ – в августе 2010 г.

В качестве объектов исследования выступали холодостойкие сорта кувшинок современной селекции, зарегистрированные Международным обществом любителей кувшинок в период, начиная с 1990 года по настоящее время: три кувшинки, входящие в коллекцию БС ТНУ: *N. 'Inner Light'* (Kirk Strawn, 1997), *N. 'Georgia Peach'* (Strawn, 1998), *N. 'Lemon Mist'* (Strawn, 1997) и сорок три сорта частной коллекции кувшинок: *N. 'Perry's Double White'* (Slocum, 1990), *N. 'White Sultan'* (Kirk Strawn, 1991), *N. 'White Sensation'* (Slocum, 1991), *N. 'Rattana Ubol'* (Pairat Songpanich, 2003), *N. 'Franz Berthold'* (Franz Berthold jun., 2001), *N. 'Bernice Ikins'* (Kirk Strawn, 1996), *N. 'Mayla'* (Strawn, 1993), *N. 'Celebrechion'* (Strawn, 1994), *N. 'Lily Pons'* (Slocum, 1992), *N. 'Starburst'* (Strawn, 1997), *N. 'Nigel'* (Kirk Strawn, 1993), *N. 'Yuh Ling'* (Kirk Strawn, 1992), *N. 'Red Spaider'* (Kirk Strawn, 1993), *N. 'Fireball'* (Slocum, 1999), *N. 'Red Paradise'* (Slocum, 1999), *N. 'Burgundy Princess'* (Strawn, 1993), *N. 'Hidden Violet'* (McDonald, 2007), *N. 'Liou'* (Strawn, 1993), *N. 'Perry's Double Yellow'* (Slocum Water Gardens, 1996), *N. 'Yellow Sensation'* (Slocum, 1991), *N. 'Yellow Queen'* (Slocum, 1991), *N. 'Gold Medal'* (Slocum, 1991), *N. 'Lemon Mist'* (Strawn, 1997), *N. 'Innerlight'* (Kirk Strawn, 1997), *N. 'Texas Dawn'* (Kenneth Landon, 1990), *N. 'Little Sue'* (Kirk Strawn, 1993), *N. 'Colorado'* (Kirk Strawn, 1994), *N. 'Perry's Autumn Sunset'* (Perry's Water Gardens, 2003), *N. 'Orange Sunset'* (Slocum, 1996), *N. 'Barbara Dobbins'* (Kirk Strawn, 1996), *N. 'Sunny Pink'* (Kirk Strawn, 1997), *N. 'Peach and Cream'* (Slocum, 1992), *N. 'Clyde Ikins'* (Kirk Strawn, 1996), *N. 'Nefelis'* (Protopapas, 2004), *N. 'Blushing Bride'* (Perry's Water Gardens, 1997), *N. 'Pink Grapefruit'* (Kirk Strawn, 1997), *N. 'Peach Lily'* (Strawn, 1999), *N. 'Almost Black'* (Slocum, 1994), *N. 'Black Princess'* (Slocum, 1998), *N. 'Greg's Orange Beauty'* (Perry Water Garden, 1996), *N. 'Wanwisa'* (Best New Waterlily 2010, Nopchai Chansilpa, Thailand), *N. 'Siam Purple 1'* (Pairat Songpanich, 2007), *N. 'Siam Purple 2'* (Pairat Songpanich, 2009).

В работе использовали общепринятые при проведении интродукционных исследований методы [3 – 5]. Сортная принадлежность растений определена на основании авторитетных информационных источников [9, 16, 17].

Результаты и обсуждение

Оценка декоративности видов и сортов кувшинок определяется, в первую очередь, характеристиками, основанными на вариабельности морфологических признаков. Немаловажными показателями являются фенологические и хозяйственно-биологические параметры, наиболее значимые из которых – сроки и длительность цветения, продуктивность цветения, устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным погодным условиям [5].

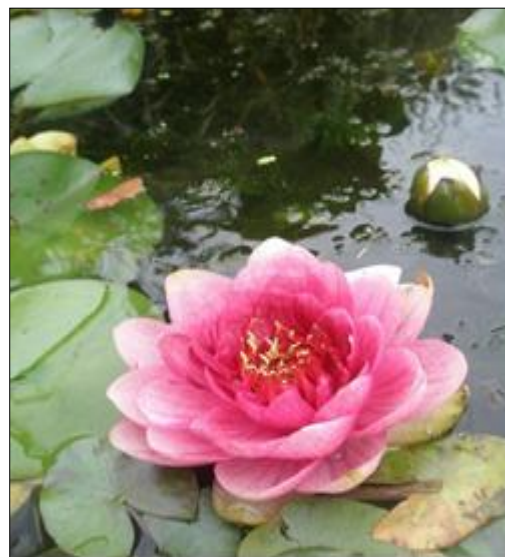
В результате проведенной оценки установлено, что исследуемые сорта кувшинок характеризуются различиями в силе роста, длительности периода цветения, по форме и диаметру цветка и листовой пластинки, окраске венчика и листа, а также по степени махровости цветка.

По силе роста: карликовые нимфеи, с диаметром цветка 5 – 8 см: *N. 'Perry's Baby Red'*; среднерослые, диаметр цветка – до 15 см, *N. 'Red Paradise'*, *N. 'Black Princess'*, *N. 'Barbara Dobbins'*, *N. 'Celebrechion'*, *N. 'Lily Pons'*, *N. 'Yuh Ling'*, *N. 'Red Spaider'*, *N. 'Hidden Violet'*, *N. 'Colorado'*, *N. 'Peach and Cream'*, *N. 'Nefelis'*, *N. 'Peach Lily'*, *N. 'Siam Purple 1'*, *N. 'Siam Purple 2'* и др., сильнорослые (крупные): *N. 'Perry's Double White'*, *N. 'Bernice Ikins'*, *N. 'Mayla'*, *N. 'Fireball'*, *N. 'Perry's Double Yellow'*, *N. 'Yellow Sensation'*, *N. 'Yellow Queen'*, *N. 'Lemon Mist'*, *N. 'Inner Light'*, *N. 'Texas Dawn'*, *N. 'Perry's Autumn Sunset'*, *N. 'Wanwisa'* и др., очень крупные – диаметр цветка до 25 см: *N. 'White Sensation'*, *N. 'Sunny Pink'*, *N. 'Orange Sunset'*, *N. 'Rattana Ubol'*, *N. 'Gold Medal'*, *N. 'Sunny Pink'*, *N. 'Pink Grapefruit'*. Для демонстрации в водоемах ботанического сада особый интерес представляют среднерослые и сильнорослые (крупные) сорта нимфей.

По длительности периода цветения: в условиях г. Симферополя цветение кувшинок дружное, начинается в последней декаде мая и заканчивается к концу сентября, а при продолжительной теплой осени – может продолжаться до конца октября. У сортов *N. 'Inner Light'*, *N. 'Perry's Orange Sunset'*, *N. 'Georgia Peach'* наблюдалось цветение до 150 дней в году. В условиях не глубоких, быстро прогреваемых солнцем водоемов с высотой водного столба 0,5 – 0,6 м в февральские оттепели иногда было отмечено цветение кувшинок *N. 'Colorado'*.

По окраске листа: по сравнению с «ретро» сортами, некоторые из которых имеют пестролистную окраску листьев, у группы сортов новой селекции появился многоцветный крап листа: *N. 'Gregg's Orange Beauty'* (Цветок звездчатой формы, диаметром около 12 см, лепестки узкие, в количестве 36 – 37; внешние лепестки – розовые, в центре цветка – желтые. Лист овальный, темно-зеленый, диаметром 19 – 21 см, с множеством пятен коричневого и бордово-коричневого цветов) (рис. 1), *N. 'Blushing Bride'*; у сортов кувшинок с синими цветками *N. 'Siam Purpul 1'*, *N. 'Siam Purpul 2'* крап на вентральной стороне листовой пластинки фиолетово-коричневый, на дорзальной стороне листа – ярко-фиолетовый.

По форме цветка: наряду с традиционной «кувшинковой» формой цветка, появляются другие ярко выраженные формы: сферическая – у *N. 'Firebal'* (Цветок шаровидной формы, 14 – 18 см в диаметре, красного цвета, лепестки в количестве 48 – 50, светлые снаружи и более темные к центру цветка. Лист круглый темно-зеленый, примерно 26 см в диаметре, с закрытым разрезом) (рис. 2); чашевидная: *N. 'Black Princess'* (Цветок интенсивно темно-красный, чашеобразной, 14 см в диаметре, с 34-36

Рис. 1 *Nymphaea* 'Gregg's Orange Beauty'Рис. 2 *Nymphaea* 'Fireball'

узкими лепестками. На сегодняшний день – это один из самых тёмноокрашенных сортов. Лист почти круглый, темно-зеленый, 20 см в диаметре, со слегка открытым разрезом (Рис. 3), *N.* 'Red Paradise', *N.* 'Orange Sunset', *N.* 'Siam Purpul 1'; *N.* 'Siam Purpul 2'; тюльпановидная: *N.* 'Little Sue'; кубковидная: *N.* 'Burgundy Princess'; хризантемовидная: *N.* 'Lily Pons'; пионовидная: *N.* 'Blushing Bride'; звездчатая: *N.* 'Sunny Pink', *N.* 'Gregg's Orange Beauty', *N.* 'Lemon Mist', *N.* 'Virginia'.

По степени махровости цветка: количество лепестков более 30 имеют сорта: *N.* 'Black Princess', *N.* 'Peaches and cream', *N.* 'Siam Purpul 2'; более 40: *N.* 'Fireball', *N.* 'Blushing Bride', *N.* 'Mayla' (цветок хризантемовидной формы, 13 – 17 см в диаметре, 40 широко ланцетных лепестков ярко-розового цвета. Лист круглый, оливкового цвета, гладкий, 18 – 20 см в диаметре), (рис. 4.).

Рис. 3 *Nymphaea* 'Black Princess'Рис. 4 *Nymphaea* 'Mayla'

По окраске цветка: наряду с традиционными белыми, розовыми, желтыми, красными цветками нимфей появляются новые сорта с темно-красными цветками (считаются чёрными): *N.* 'Black Princess', *N.* 'Almost Black'; двуцветные (наружные лепестки ярко-розовые, внутренние – кремовые): *N.* 'Peaches and cream' (32 – 37 ланцетовидных лепестка образуют цветок звёздчатой формы, диаметром 15 – 20 см. Наружные лепестки ярко-розовые, внутренние – светло-желтого цвета. Цветы

поднимаются над поверхностью воды. Лист почти круглый, зеленый, с красновато-коричневыми вытянутыми пятнами, 19 – 22 см в диаметре, с небольшим разрезом лопасти (рис. 5), *N. 'Sunny Pink'*, *N. 'Greg's Orange Beauty'*; персиковые: *N. 'Blushing Bride'*, *N. 'Barbara Dobbins'*, *N. 'Georgia Peach'* (Цветок во время цветения поднимается на 10 см над поверхностью воды, его диаметр 15 – 18 см. В начале цветения цветы бледно-розового цвета, с желтым оттенком, в дальнейшем цветок становится более насыщенного желтого цвета с розовым оттенком. Листья почти круглые, темно-зеленые, молодые листья с красно-коричневыми пятнами, диаметр листа 15 – 18 см. Сорт отличается обильным цветением) (рис. 6); пестролепестковые: *N. 'Wanwisa'* (Цветок

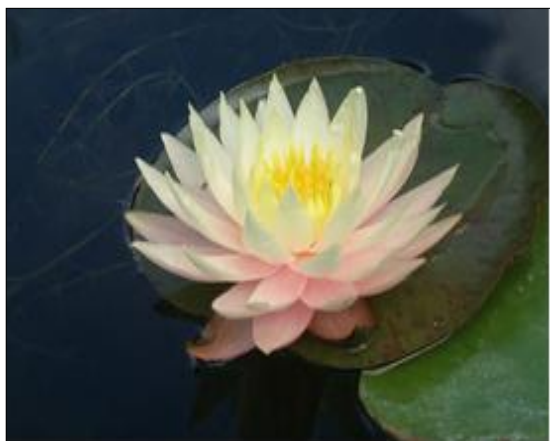


Рис. 5 *Nymphaea 'Peaches and cream'*.



Рис. 6 *Nymphaea 'Georgia Peach'*

звездчатой формы, диаметром 12 – 13 см. Лепестки красные с желтыми штрихами. Иногда несколько лепестков цветка бывают желтого цвета. Лист овальной формы, диаметром 16 – 17 см. Молодые листья ярко-бордового цвета, на взрослых листьях отчетливо виден мраморный узор коричневого цвета) (рис. 7). Сине-фиолетовая окраска венчика, присущая ранее лишь тропическим кувшинкам – у *N. 'Siam Purpul 1'*, *N. 'Siam Purpul 2'* (яркие сине-фиолетовые лепестки в количестве 32-36 штук с оранжевыми тычинками образуют цветок чашеобразной формы диаметром 12 – 13 см. Лист круглый, зеленый, диаметром 18 см, снизу темно-красно-коричневый с дополнительной мраморностью) (рис. 8).



Рис. 7 *Nymphaea 'Wanwisa'*

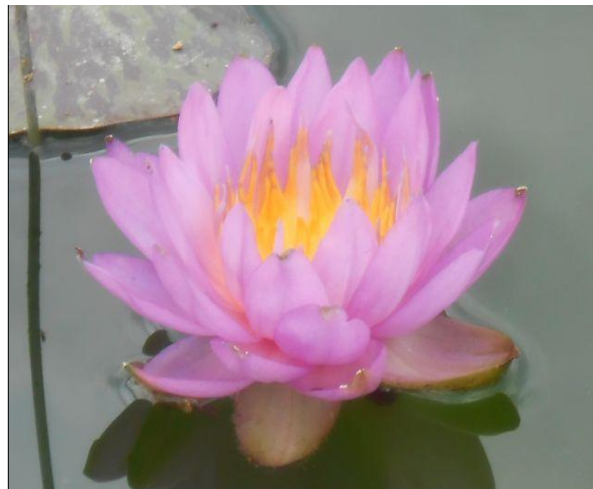


Рис.8 *Nymphaea 'Siam Purpure 2'*

Выводы

По данным Международного общества любителей кувшинок, современный мировой сортимент холодостойких водных лилий насчитывает порядка 300 сортов [16], способных удовлетворить многообразие эстетических предпочтений любителей водного садоводства и, если коллекции цветоводов-любителей могут формироваться под воздействием вкусов и предпочтений коллекционеров, модных трендов, рыночного спроса, то при дальнейшем пополнении коллекции кувшинок в БС ТНУ им. В.И. Вернадского предлагается использовать ряд критериев. Формирование коллекции должно основываться на принципах существующей общепринятой классификации сортов, с учетом рекомендаций ботанических садов и др. организаций, занимающихся выращиванием кувшинок. Коллекция должна отражать многообразие мирового сортимента культуры, наполняясь как «ретро» сортами, так и сортами современной селекции, должны экспонироваться сорта-призеры специальных выставок (по комплексу признаков), а также присутствовать сорта, представляющие интерес для селекционных программ (обладающие определёнными генотипами).

Перспективы развития коллекционного фонда нимфей ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского мы видим на основе дальнейшего ее пополнения сортами кувшинок с учетом комплексного анализа их декоративности по выявленным характеристикам. Из представленного сортимента можем рекомендовать нимфеи: *N. 'White Sensation'*, *N. 'Sunny Pink'*, *N. 'Orange Sunset'*, *N. 'Rattana Ubol'*, *N. 'Gold Medal'*, *N. 'Sunny Pink'*, *N. 'Pink Grapefruit'*, *N. 'Red Paradise'*, *N. 'Black Princess'*, *N. 'Barbara Dobbins'*, *N. 'Celebrechion'*, *N. 'Lily Pons'*, *N. 'Red Spaider'*, *N. 'Hidden Violet'*, *N. 'Colorado'*, *N. 'Peaches and Cream'*, *N. 'Nefelis'*, *N. 'Peach Lily'*, *N. 'Siam Purple 1'*, *N. 'Siam Purple 2'*, *N. 'Perry's Double White'*, *N. 'Bernice Ikins'*, *N. 'Mayla'*, *N. 'Fireball'*, *N. 'Perry's Double Yellow'*, *N. 'Yellow Sensation'*, *N. 'Yellow Queen'*, *N. 'Lemon Mist'*, *N. 'Inner Light'*, *N. 'Texas Dawn'*, *N. 'Perry's Autumn Sunset'*, *N. 'Wanwisa'*.

Список литературы

1. Агрокліматичний довідник по АР Крим (1986-2005 рр.). – Симферополь: Изд-во Таврида, 2011. – 343 с.
2. Багрова Л.А., Боков В.А., Багров Н.В. География Крыма – Київ: Лыбидь, 2001. – 300 с.
3. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 156 с.
4. Былов В.Н. Основы сортоизучения и сортооценки декоративных растений при интродукции // Бюл. Глав. ботан. сада АН СССР. – 1971. – Вып. 81. – С. 69–77.
5. Дідух М.Я., Мазур Т.П., Дідух А.Я. Інтегральна оцінка успішності інтродукції родин Alismataceae Vent., Nymphaeaceae Salisb. та Tiaraceae Dum. у Ботанчному саду імені академіка О.В. Фомна // Вісник Полтавського державного педагогічного університету ім. В.Г. Короленка. Серія «Екологія. Біологічні науки». – 2006. – Вип. 5 (52). – С. 125–129.
6. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: «Новая Орианда», 2012. – 232 с.
7. Мазур Т.П. Водойма в саду Квіти України. – Київ, 2000. – № 2. – 54 с.
8. Мазур Т.П. Біоекологічні особливості інтродукованих у захищений ґрунт видів роду *Nymphaea* L. та перспективи їх використання в Україні: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2002. – 26 с.
9. Мазур Т.П. Царицы водоемов // Нескучный сад. – Киев, 2010. – № 8. – С. 8–16.
10. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1979. – Вып. 113. – С. 3–8.

11. Турова А.М. Сапожникова Э.М. Лекарственные растения СССР и их применение. – М.: Медицина, 1984. – 304 с.

12. Устименко Е.С., Халявина С.В. Особенности роста и развития представителей рода кувшинка (*Nymphaea* L.) в период интродукции в условиях БС ТНУ им. В.И. Вернадского // Материалы XLII научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов «Дни науки ТНУ имени В.И. Вернадского». – Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. – С. 55–56.

13. Халявина С.В., Глумова Н.В. Биохимические особенности кувшинки белой (*Nymphaea alba* L.) в условиях интродукции в Предгорном Крыму // Ученые записки ТНУ. Биология, химия. – 2011. – Т. 24 (63), № 4. – С. 325–331.

14. Халявина С.В. Особенности фенологического развития представителей рода кувшинка (*Nymphaea alba* L.) в условиях интродукции в Предгорном Крыму // Материалы Междунар. науч. конф. «Дендрология, цветоводство, и садово-парковое строительство», посвященной 200-летию Никитского ботанического сада. – Ялта, 2012. – Т.1. – С. 138.

15. Хессайон Д.Г. Всё об альпинарии и водоёме в саду. – Москва: Кладезь-Букс, Expert Books, 1999. – 128 с.

16. Knotts Kit. Register and Checklist of *Nymphaea* (Waterlily) Names, Cocoa Beach, FL: WGI Press, 2006, – 188 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.watergardenersinternational.org/checklist/checklist.html>

17. Knotts K. История водного садоводства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.victoria-adventure.org/>

Khalyavina S.V., Kashyrskaya Y.K. New cold-resistant species of water lilies in landscaping of artificial reservoirs in conditions of Simferopol city // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – V. 139. – P. 208 – 215.

The article covers main morphological characteristics of the flower and leaf of cold-water lily new varieties belonging to Simferopol city collections. The possibility to replenish the water lily collection of BS TNU named after Vernadsky V.I. by new modern varieties was studied as well.

Key words: collection of water lily varieties, new varieties, Botanical Garden, the ornamental characteristics, economically valued characteristics, introduction.

СОДЕРЖАНИЕ

Коба В.П., Плугатарь Ю.В.	
К проблеме охраны природных популяций видов рода <i>Pinus</i> L. в Горном Крыму.....	5
Плугатарь Ю.В., Ильницкий О.А., Ковалёв М.С., Корсакова С.П.	
Динамическая модель водного режима некоторых видов кустарников нижнего яруса в условиях фитолимата парков ЮБК.....	15
Багрикова Н.А., Бондарева Л.В., Рыфф Л.Э.	
Особенности распространения <i>Opuntia humifusa</i> (Raf.) Raf. на территории г.Севастополя.....	32
Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э.	
Инвазионный вид <i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm. в Южном Крыму.....	47
Никифоров А.Р., Корженевский В.В.	
Типы побегообразования у растений в составе гляреофитона верхнего пояса Горного Крыма.....	67
Саркина И.С.	
Новые виды микобиоты заповедника «Мыс Мартьян»: макромицеты.....	73
Корсакова С.П.	
Обзор стихийных гидрометеорологических явлений в районе Никитского ботанического сада.....	79
Работягов В.Д., Шибко А.Н.	
Исследование компонентного состава эфирного масла <i>Hyssopus officinalis</i> L.....	94
Палий А.Е., Гребенникова О.А., Работягов В.Д., Палий И.Н.	
Биологически активные вещества пряно-ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского ботанического сада.....	107
Тихомиров А.А.	
Принципы использования эфирных масел в медицине. Обзор литературы.....	116
Шевченко С.В.	
Некоторые морфо-биологические особенности <i>Glaucium flavum</i> Crantz (Paraveraceae).....	127
Мирошниченко Н.Н.	
Особенности репродуктивной биологии некоторых видов рода <i>Campanula</i> L.....	136
Браилко В.А., Губанова Т.Б.	
Потенциальная морозостойкость видов рода <i>Lonicera</i> L. и анализ факторов, лимитирующих их зимостойкость.....	147
Исиков В.П.	
Аннотированный список грибов на деревьях и кустарниках Черноморского побережья Кавказа.....	158
Опанасенко Н.Е., Костенко И.В., Евтушенко А.П.	
Об агроэкологическом районировании Степного и Предгорного Крыма под плодовые культуры на современном этапе	169
Клименко О.Е., Клименко Н.И.	
Элементы инновационной технологии выращивания саженцев <i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot) Zab. в промышленном питомнике.....	179
Власова А.Б., Миченер Д.С., Юхимук А.Н., Гайшун В.В., Агабалаева Е.В., Бриант Р., Спиридович Е.В.	
Генетическая дифференциация исторических сортов <i>Paeonia</i> на основе SRAP-маркеров: документирование и сохранение ботанических коллекций.....	187
Спиридович Е.В., Власова А.Б., Юхимук А.Н., Решетников В.Н.	
Оценка степени генетической дивергенции сортов рода сирень (<i>Syringa</i> L.) белорусской селекции на основе комплексного RAPD- и ISSR-маркирования.....	200
Халявина С.В., Каширская Ю.К.	
Новые холодостойкие сорта кувшинок в озеленении искусственных водоемов в условиях города Симферополя.....	208

CONTENTS

Koba V.P., Plugatar Yu.V. Problem of natural populations of types of <i>Pinus</i> L. genus protection in Mountain Crimea.....	5
Plugatar Yu.V., Ilitsky O.A., Kovalyov M.S., Korsakova S.P. A dynamic model of the water relationships of some bush species of lower canopy in the park phytoclimate conditions on South Coast of the Crimea.....	15
Bagrikova N.A., Bondareva L.V., Ryff L.E. Distribution peculiarities of <i>Opuntia humifusa</i> (Raf.) Raf. in Sevastopol.....	32
Bagrikova N.A., Ryff L.E. Invasive species of <i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm. in South Crimea.....	47
Nikiforov A.R., Korzhenevsky V.V. Plants in glareophyton of Mountain Crimea upper belt and their shoot formation types.....	67
Sarkina I.S. New types of mikobiota at the nature reserve "Cape Martyan": macromycetes.....	73
Korsakova S.P. The review of natural hydrometeorological phenomena in Nikitsky Botanical Gardens area.....	79
Rabotyagov V.D., Shibko A.N. Investigation of component composition of the essential oil <i>Hyssopus officinalis</i> L.....	94
Paliy A.E., Grebennikova O.A., Rabotyagov V.D., Paliy I.N. Biologically active substances of heady aromatic and medicinal plants of Nikitsky Botanical Gardens collection.....	107
Tikhomirov A.A. Principles of essential oils use with the medical purposes. A Literature review.....	116
Shevchenko S.V. Some morphobiological characteristics of <i>Glaucium flavum</i> Crantz (Papaveraceae).....	127
Myroshnichenko N.N. Special features of reproductive biology characterizing some varieties of <i>Campanula</i> L. genus...	136
Braillko V.A., Gubanova T.B. Potential frost resistance of species of <i>Lonicera</i> L. genus and analysis of limiting their winter hardiness factors.....	147
Isikov V.P. Annotated list of fungi inhabiting tree and bushes of the Black Sea Coast of the Caucasus	158
Opanasenko N.E., Kostenko I.V., Yevtushenko A.P. Current agroecological zoning of Steppe and Piedmont Crimea for fruit-bearing plants growing	169
Klymenko O.E., Klymenko N.I. Elements of innovative technology of seedlings <i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot) Zab. growing in an industrial nursery.....	179
Vlasava N.B., Michener D.C., Yukhimuk A.N., Gaishun V.V., Bryant R., Agabalaeva E.D., Spiridovich E.V. Genetic differentiation of historic cultivars of herbaceous <i>Paeonia</i> based on SRAP markers: documentation and conservation of botanic collections.....	187
Spiridovich E.V., Vlasova A.B., Yukhimuk A.N., Reshetnikov V.N. Assessment of genetic divergence of lilac (<i>Syringa</i> L.) cultivars of Belarusian selection based on integrated application of RAPD- and ISSR-markers.....	200
Khalyavina S.V., Kashyrskaya Y.K. New cold-resistant species of water lilies in landscaping of artificial reservoirs in conditions of Simferopol city.....	208

ПРАКТИЧЕСКИЕ ИТОГИ РАБОТЫ С ДИКОРАСТУЩИМИ И КУЛЬТУРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Сборник научных трудов ГНБС

Том 139

Ответственный за выпуск
Шишкин В.А.
Компьютерная верстка
Мякинникова М.Е.
<http://www.nbgnsr.com>

Свидетельство о государственной регистрации КВ № 3466 от 09.09.98 г.
Подписано в печать 23.12.2014 года. Формат 210 x 297. Бумага офсетная – 80 г/м².
Печать ризографическая. Уч.-печат. л. 10. Тираж 500 экз. Заказ № 000.

Редакция научных изданий
Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр
пгт. Никита, г. Ялта, Республика Крым, РФ, 298648
Телефон: (0654) 33-56-16
E-mail: redaknbg@yandex.ru

Отпечатано с оригинал-макета в типографии ФЛП Бражникова Д.А.,
295034, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Оленчука, 63
тел. (0652) 70-63-31, +7 978 717 29 01.
E-mail: braznikov@mail.ru