

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

УДК 582.675.1:574.3:502.72(477.75)
 DOI: 10.36305/0513-1634-2021-141-24-35

**ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
BERBERIS AQUIFOLIUM PURCH НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ
 ТЕРРИТОРИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА**

Зоя Дмитриевна Бондаренко

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
 298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52
 E-mail: dreada2803@mail.ru

На основании общепринятых и современных методов и подходов изучена возрастная структура ценопопуляций *Berberis aquifolium* в полуприродных и естественных сообществах на особо охраняемых природных территориях Южного берега Крыма, имеющих разные категории охраны: Государственный природный заповедник «Ялтинский горно-лесной», Природный парк «Мыс Мартъян», Дендрологический парк и ботанический сад «Никитский ботанический сад». Установлено, что вид на обследованных территориях встречается в разных типах относительно сомкнутых (0,6-0,8) древесно-кустарниковых сообществ, на высоте от 120 до 530 м н.у.м., на склонах разных экспозиций, крутизной от 5 до 45°. Все описанные ценопопуляции являются нормальными, неполночленными, с левосторонним спектром, в трех из них абсолютный максимум приходится на молодые генеративные (g_1 – до 38%), в двух – на виргинильные (v – 25-53%), в одной – на средневозрастные (g_2 – 25%) растения. Онтогенетическая структура изученных ценопопуляций представлена двумя типами согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой: одновершинные и бимодальные. По классификации «дельта -омега» выделено три типа ценопопуляций: зреющая, переходная и зрелая. Три ценопопуляции относятся к группе неустойчивых, со слабой степенью самоподдержания, две – к перспективным, с умеренной степенью самоподдержания, одна – к перспективной, с эффективным самоподдержанием. Значения индекса восстановления (1,0-2,5) в перспективных ценопопуляциях свидетельствуют о достаточном потенциале вида поддерживать свою структуру семенным размножением.

Ключевые слова: *Berberis aquifolium*; Berberidaceae; ценопопуляция; возрастная структура; особо охраняемые природные территории; лесные сообщества; Южный берег Крыма

Введение

Неотъемлемой частью экологического мониторинга растительного покрова и оценки состояния ценозов является изучение природных популяций растений. Чаще всего в качестве объектов исследования избираются эндемичные, редкие, уязвимые виды растений. Однако, для сохранения видового разнообразия необходимо исследовать и чужеродные виды растений, натурализовавшиеся во вторичном ареале. Инвазионные виды, активно внедряющиеся в разные типы растительных сообществ, в том числе природные ценозы требуют особого внимания.

Североамериканский вечнозелёный кустарник *Berberis aquifolium* Purch¹ натурализовался в Евразии, Австралии, Новой Зеландии, где встречается в достаточно широком спектре биотопов (лесопарки, луга, леса, авандюны и др.). Во многих регионах имеет статус инвазионного вида. На Южном берегу Крыма (ЮБК) вид в культуре с 1898 г., в 1920-х гг. был описан как вполне натурализовавшийся и вообще дичающий вид, во второй половине XX в. – включен в список адвентивных растений Крыма. Культурные и натурализовавшиеся растения в настоящее время встречаются по всему полуострову,

¹ Названия сосудистых растений приведены согласно базы данных IPNI [2021].

обычны и многочисленны вдоль дорог, в парках южнобережья, предгорной и степной зон [13, 14, 19, 20]. На территории Горного Крыма встречается в нарушенных местообитаниях, в природных и полуестественных биотопах и является инвазионным растением со статусом 2, заселяет сухие или влажные, часто затененные места не только в лесопарковых насаждениях в населенных пунктах, но и в насаждениях нижнего и среднего поясов Южного макросклона Крымских гор. С обилием +4 балла вид произрастает на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) в хвойных (класс *Erico-Pinetea*) или смешанных (класс *Ouercetea pubescens*) лесах. Все сообщества отличаются неоднородностью, мозаичностью древостоя и подлеска [1, 2, 26].

Сведения о современном состоянии *B. aquifolium* в культурфитоценозах и естественных сообществах Крымского полуострова отсутствуют. Оценочным фактором жизненного состояния ценопопуляций (ЦП) является их возрастной спектр, отражающий их рост и развитие в определённый период времени.

Цель исследований: изучить возрастную структуру *Berberis aquifolium* на особо охраняемых природных территориях южнобережья Крыма в различных эколого-ценотических условиях.

Объекты и методы исследования

Объект исследований

Berberis aquifolium относится к семейству *Berberidaceae*. Вечнозелёный кустарник (высотой до 1,5-2 м) с непарноперистыми, кожистыми, сверху блестящими, тёмно-зелёными листьями, состоящие из 5-9 по краю остrozубчатых листочек. Мелкие желтые цветки, собранные в прямостоячие соцветия, появляются с января по май (иногда в октябре). Плоды темно-синие ягоды, с сизым налетом созревают уже в августе. К условиям произрастания не прихотлив: частичная тень; влажная, хорошо дренированная, кислая почва; морозоустойчив, устойчив к засухе, но не любит жарких, засушливых мест и резких ветров. В условиях культуры в Крыму является очень теневыносливым, относительно устойчив к летней засухе, т.е. устойчив к воздушной засухе и требователен к почвенной влажности (рис. 1). Ксеромезофит. Засухоустойчивость 8,9 баллов по 10-балльной шкале [2].



Рис. 1 *Berberis aquifolium* Purch в естественных дубово-сосново-грабинниковых сообществах на особо охраняемой природной территории ГПЗ «Ялтинский горно-лесной» (а), молодое генеративное растение (б)
(фото З.Д. Бондаренко)

Краткая характеристика территории исследования

Изучение возрастной структуры (ЦП) *B. aquifolium* проводилось на ООПТ Южного берега Крыма: Государственный природный заповедник «Ялтинский горно-лесной» (ЯГЛ), природный парк «Мыс Мартын» (ММ) и дендрологический парк и ботанический сад «Никитский ботанический сад» (НБС).

ГПЗ «Ялтинский горно-лесной» (координаты 44°23'–44°34' N, 33°57'–34°14' E) создан в 1973 г. Его территория (14,5 тыс. га) занимает южный макросклон главной гряды Крымских гор от Фороса на западе до Гурзуфа на востоке в границах административного городского округа Ялты. Максимальная ширина (от уреза Черного моря до яйл (Ай-Петринской, Ялтинской и Никитской) составляет более 20 км. В основном находится в пределах 380–1200 м н.у.м. Естественная растительность представлена на большей части территории заповедника. Две трети площади занимают хвойные и широколиственные леса [3, 4].

ООПТ «Мыс Мартын» (44°30'–44°31' N, 34°15'–34°16' E) создан в 1973 г. как государственный природный заповедник, с 2015 г. имеет статус природного парка. Его территория (240 га) находится в границах административного городского округа Ялты в пределах высот от 0 до 240 м н.у.м. Южная граница – морская, северная проходит вдоль трассы Ялта – Симферополь, между землями санатория «Ай-Даниль» (на востоке) и Никитского ботанического сада (на западе). В растительности доминируют пушистодубовые и высокоможжевеловые сообщества [18].

Никитский ботанический сад (44°30'–44°31' N, 34°13'–34°15' E) создан в 1812 г. С 1975 г. территория 881,6 га, которая расположена в границах городских округов Ялты, Алушты, Симферопольского и Джанкойского районов, имеет природоохраный статус «дендрологический парк и ботанический сад». Исследования проводились в Арборетуме, расположенном в нижнем приморском поясе, в пределах высот от 0 до 240 м н.у.м., в 6 км восточнее г. Ялта, в котором на площади 48 га собрано свыше 2 тысяч видов деревьев и кустарников из разных регионов Земного шара [12].

Методы исследований

При описании эколого-ценотических характеристик определялся тип сообщества, сомкнутость (полнота) древесного яруса, общее проективное покрытие полукустарников и травянистых растений (ОПП, %), а также высота над уровнем моря (м), экспозиция и крутизна склонов (°). Всего в 2021 г. в разных типах растительных сообществ заложено 56 площадок по 100 м², местонахождение которых определялось с помощью приложения Maps.Me (геолокация) для мобильных устройств. Высота над уровнем моря в метрах получена в результате обработки данных SRTM 90m Digital Elevation (DEM) версии 4.1 для Google Earth (<https://cgiarcsi.community/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1/>).

Возрастную структуру и тип ценопопуляций определяли с применением общепринятых [9, 21, 23–25] и современных [6, 10, 17] методов и подходов. При анализе онтогенетической структуры использованы показатели экологической плотности (ЭкПл) – число особей на единицу пространства, которое фактически занято ценопопуляцией [16] и эффективной плотности (ЭфПл) – число генеративных особей на единицу площади [6]. Для характеристики эффективности самоподдержания ЦП [17] использовали индекс восстановления ($I_b = (j+im+v)/(g_1+g_2+g_3)$) – число потомков на одну генеративную особь в данный момент времени; индекс замещения ($I_z = (j+im+v)/(g_1+g_2+g_3+ss+s+sc)$) – число дочерних особей на одно взрослое растение; индекс старения ($I_c = (ss+s) / (j-s)$) – соотношение особей постгенеративного (ss-s) возрастного состояния к общему количеству особей в ценопопуляции [5, 9, 10]. В возрастной структуре *B. aquifolium* выделено три

периода и семь онтогенетических состояний: в прегенеративном периоде – ювенильное (j), имматурное (im) и виргинильное (v); в генеративном – молодое генеративное (g_1), зрелое генеративное (g_2), старое генеративное (g_3); в постгенеративном – субсенильное (ss) [7, 8, 15, 22].

Статистическая обработка данных выполнена с применением программ MS Excel 2010 и Statistica 10 с использованием стандартных показателей [11].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований описано шесть ценопопуляций, четыре из которых выделены на территории ГПЗ «Ялтинский горно-лесной» и по одной – в ПП «Мыс Мартын», ДП и БС «Никитский ботанический сад».

ЦП ЯГЛ 1 (44.527738 N, 34.191799 E) находится на территории Гурзуфского лесничества ГПЗ «Ялтинский горно-лесной» и занимает площадь южнее пгт Советское (Лесхоз), на склонах юго-западной экспозиции, крутизной до 45° , на высоте 360-380 м н.у.м. Растительность представлена сомкнутыми (0,6-0,8) сосново-грабово-кленово-кизиловыми сообществами. В первом ярусе доминируют *Pinus pallasiana* D. Don, *Acer platanoides* L., *Carpinus betulus* L., иногда встречается *Fraxinus excelsior* L., во втором ярусе преобладает *Sorbus torminalis* L. Подлесок хорошо выражен, в нем доминирует *Cornus mas* L. В травяно-кустарничковом ярусе значительный процент участия приходится на *Ruscus aculeatus* L., *Hedera helix* L., *Dentaria quinquefolia* M. Bieb., *Tamus communis* L., *Arum elongatum* Steven, *Aegonychon purpureocaeeruleum* (L.) Holub, представителей рода *Viola* (рис. 2).

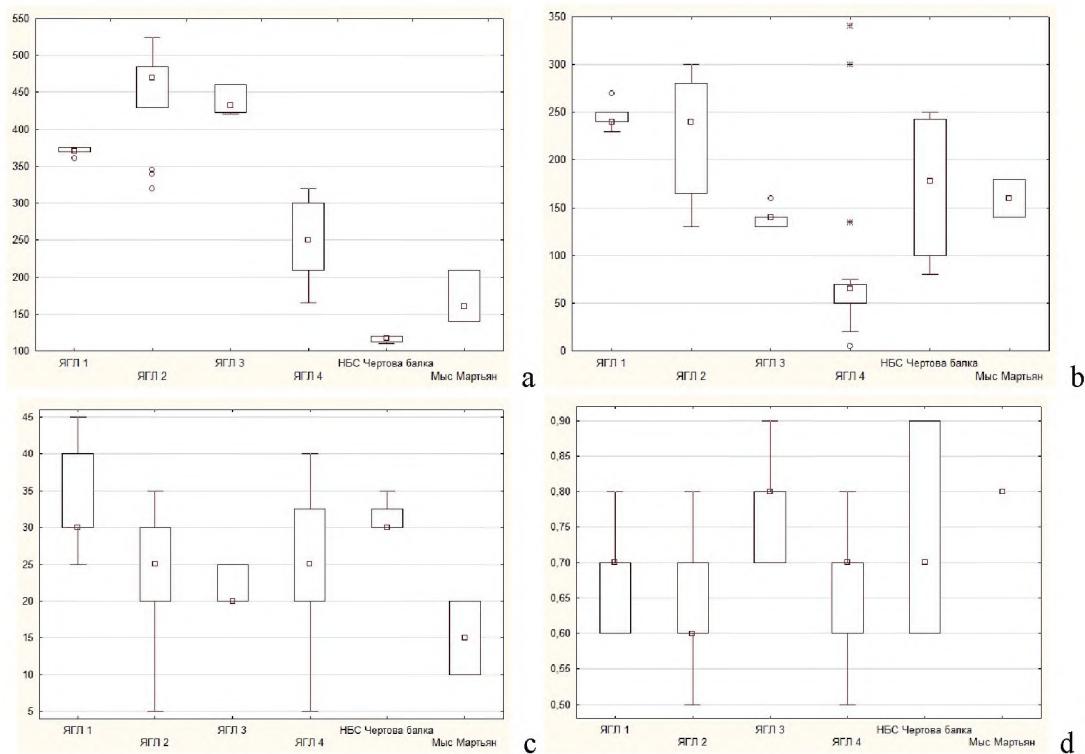


Рис. 2 Эколого-фитоценологическая характеристика условий произрастания *Berberis aquifolium* Purch на особо охраняемых природных территориях ЮБК

a – высота над уровнем моря, м; b – экспозиция склонов; c – крутизна склонов, $^\circ$; d – сомкнутость древостоя

Растения *B. aquifolium* распределены по территории неравномерно, количество особей варьирует от 10 до 37 на площадках 100 м². ЦП отличается наивысшим показателем экологической плотности (24 особи/100 м²), которая обеспечивается высокой долей подроста, успешно развивающегося в условиях достаточного увлажнения. На имматурные (im) и молодые генеративные (g₁) особи приходится 18,5% и 17,6%, соответственно, на средневозрастные генеративные (g₂) – 10,9%. Однако эффективная плотность низкая – до 4 генеративных растений на единицу площади. Согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24], ЦП нормальная, неполночленная, так как в ней не выявлены проростки (р), ювенильные (j), старые генеративные (g₃) и постгенеративные растения (ss, s). Возрастной спектр левосторонний, по сравнению с другими ценопопуляциями ЦП ЯГЛ 1 отличается наибольшим количеством виргинильных особей (v – 52,9%). Согласно индексам возрастности и эффективности ($\Delta = 0,33$; $\omega = 0,76$), ЦП является зреющей, отнесена к группе перспективных [6, 10], которые эффективно самоподдерживаются (СП Э) [17], так как индексы восстановления (2,5) и замещения (2,5) более 1,0 (таблица).

Таблица
Тип и демографические параметры состояния ценопопуляций *Berberis aquifolium* Purch

ЦП	Тип ЦП *	Тип ЦП **	Индексы воз- растности (Δ) /эффектив- ности (ω)	ЭкПл /ЭфПл (M±m) /	Iв	Iз	Iс	Абс. max, % / отсутст- вующие группы
ЯГЛ 1	НПЧ, одновершинный левосторонний	НМ, СП Э зреющая, перспективная	0,33 / 0,76	<u>23,8±4,6</u> 4,3±0,5	2,50	2,50	0	v – 52,9 / p, j, g ₃ , ss, s
ЯГЛ 2	НПЧ, бимодальный левосторонний	НМ, СП С переходная неустойчивая	0,44 / 0,70	<u>14,7±3,3</u> 6,1±0,4	0,93	0,89	0,02	v – 24,8, g ₂ – 26,8 / p, s
ЯГЛ 3	НПЧ, одновершинный левосторонний	НМ, СП С зрелая неустойчивая	0,47 / 0,83	<u>11,6±1,2</u> 2,3±0,1	0,70	0,65	0,05	g ₁ – 38,3 / p, j, s
ЯГЛ 4	НПЧ, одновершинный левосторонний	НМ, СП С зрелая неустойчивая	0,49 / 0,84	<u>7,5±2,1</u> 4,3±0,2	0,50	0,50	0	g ₁ – 38,7 / p, j, ss, s
НБС Чертова балка	НПЧ, одновершинный левосторонний	НМ, СП У переходная перспективная	0,37 / 0,70	<u>10,8±4,7</u> 2,0±0,01	1,73	1,53	0	v – 34,9 / p, s
Мыс Мартъян	НПЧ, одновершинный левосторонний	НМ, СП У зрелая перспективная	0,38 / 0,77	<u>2,7±0,7</u> 1,0±0,01	1,0	1,0	0	g ₁ – 37,5 / p, j, g ₃ , ss, s

Примечание: * – типы ценопопуляций по А.А. Уранову, О.В. Смирновой [21, 23, 24]: НПЧ – неполночленная; онтогенетический спектр: одновершинный, бимодальный, левосторонний; ** – типы ценопопуляций: НМ – нормальная молодая [9]; по возможности самоподдержания ЦП: СП Э – самоподдерживается эффективно, СП У – самоподдерживается умеренно, СП С – самоподдерживается слабо [17]; по классификации «дельта – омега»: зреющая, переходная, зрелая [6]; по перспективе дальнейшего развития: перспективная, неустойчивая [10]. ЭкПл – экологическая плотность, особей/100 м², ЭфПл – эффективная плотность, особей/100 м²; Iв – индекс восстановления; Из – индекс замещения; Iс – индекс старения.

ЦП ЯГЛ 2 (44.530145 N, 34.195042 E) находится также на территории Гурзуфского лесничества и занимает достаточно большую площадь в окрестностях пгт. Советское и санатория «Долоссы». Растения произрастают на бортах и по тальвегам балок, в основном на склонах западной и юго-западной экспозиций, крутизной 5-30°, на высоте от 300 до 530 м н.у.м. Растительность представлена относительно сомкнутыми (0,5-0,8) сосново-дубово-

грабинниково-кизиловыми сообществами. В первом ярусе доминируют *Pinus pallasiana*, *Quercus pubescens* Willd., во втором ярусе и подлеске преобладают *Carpinus orientalis* Mill., *Cornus mas*, *Sorbus torminalis*, *Juniperus deltoides* R.P. Adams. В травяно-кустарниковом ярусе значительный процент участия приходится на *Hedera helix*, *Rubus caesius* L., *Euphorbia amygdaloides* L., *Aegonychon purpureocæruleum*, *Carex halleriana* Asso, представителей рода *Viola*, а также семейства Fabaceae.

Растения *B. aquifolium* распределены по территории неравномерно, количество особей на площадках варьирует значительно – от 3 до 49, при общей численности 250 экземпляров. При этом наибольшее количество особей отмечено на склонах и по дну балки. ЦП достаточно многочисленная, экологическая плотность составляет 15 особей/100 м², а показатель эффективной плотности – 6 генеративных растений на единицу площади. Согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24] ЦП нормальная, неполночленная, так как проростки (р) и постгенеративные растения (s) не выявлены. На прегенеративную стадию приходится 47,2% с преобладанием виргинильных (v – 24,8%) особей, тогда как среди генеративных особей доминируют средневозрастные (g₂ – 26,8%) растения. Бимодальная кривая распределения особей по онтогенетическим состояниям перестраивается волнобразно, с перемещением максимума в сторону зрелого генеративного (g₂) состояния. По классификации «дельта-омега» ($\Delta = 0,44$; $\omega = 0,70$) ЦП является переходной, но близка к зрелой, отнесена к группе неустойчивых [6, 10], со слабым самоподдержанием (СП С) [17], так как индексы восстановления и замещения составляют 0,93 и 0,89, соответственно (рис. 3).

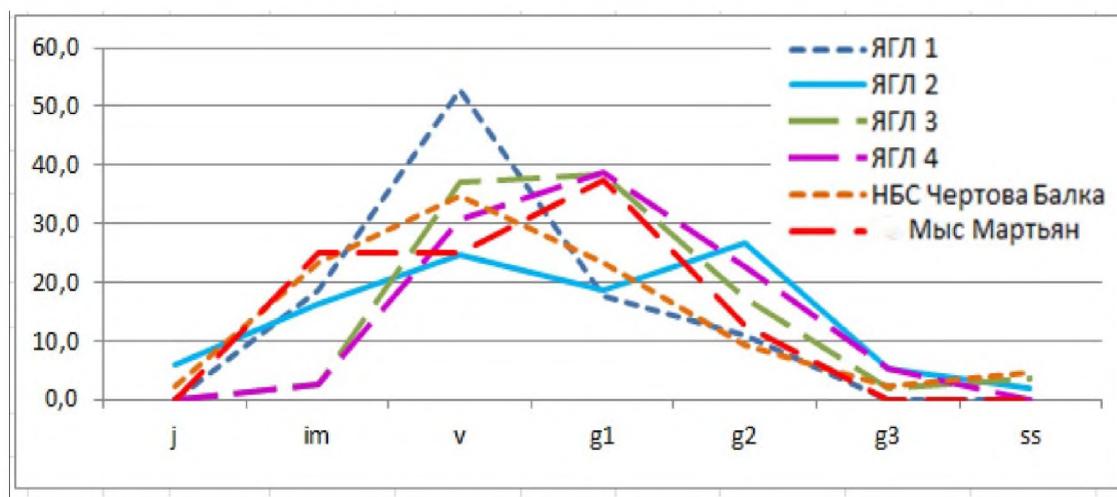


Рис. 3 Возрастной спектр ценопопуляций *Berberis aquifolium* Purch

ЦП ЯГЛ 3 (44.42086 N, 33.858042) находится на территории Оползневского лесничества ГПЗ «Ялтинский ГЛ» и расположена на склонах юго-восточной экспозиции, крутизной 20–25°, на высоте 420–460 м н. у. м. возле тропы «Чертова лестница» и севернее пос. Олива в дубово-грабинниковых достаточно сомкнутых (0,6–0,9) сообществах. Доминантами первого яруса является *Quercus pubescens*, во втором ярусе и подлеске преобладают *Carpinus orientalis*, *Cornus mas*, *Juniperus deltoides*. Также в насаждениях встречаются *Sorbus torminalis*, *Pinus pallasiana*, *Daphne laureola* L. В травяно-кустарниковом ярусе доминируют *Ruscus aculeatus*, *Hedera helix*, представители родов *Carex*, *Viola*.

Распределение растений *B. aquifolium* относительно равномерно, количество особей варьирует от 9 до 16, средняя экологическая плотность – 12 особей/100 м², а эффективная плотность – всего 2 средневозрастных генеративных растения на единицу

площади. Согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24] ЦП нормальная, неполночленная, с левосторонним спектром, так как в ней не выявлены проростки (р), ювенильные (j) и постгенеративные (s) растения, а преобладают виргинильные (v – 37,0%) и молодые генеративные (g_1 – 38,3%) особи. Согласно индексам возрастности и эффективности ($\Delta = 0,47$; $\omega = 0,84$) ЦП зрелая, но также как ЦП ЯГЛ 2 отнесена к группе неустойчивых [6, 10], со слабым самоподдержанием (СП С) [17], так как индексы восстановления и замещения ниже, чем в предыдущих двух ЦП и равны 0,70 и 0,65, соответственно (см. табл., рис. 3).

ЦП ЯГЛ 4 (44.457497 N, 34.129500 E) находится на территории Алупкинского лесничества, между пгт Гаспра и Ливадия – на склонах горы Ай-Никола, в окрестностях пос. «Горное» (бывший санаторий «Горная здравница»), а также на отрезке «Солнечной тропы», проходящей над землями санаториев «Горный» и «Palmita Palace» (пгт Гаспра). Значительная часть ЦП расположена на склонах крутизной от 20 до 35°, северо-восточной и восточной экспозиций, на высоте 160-320 м н.у.м. (рис. 2) и занимает верхнюю часть и борта балок. Растительность представлена сомкнутыми (0,5-0,8) дубово-сосново-грабинниковыми и дубово-грабинниково-кизиловыми сообществами. В первом ярусе доминируют *Pinus pallasiana*, *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. или *Q. pubescens*, с высоким постоянством встречаются *Tilia cordata* Mill., *Fraxinus excelsior*. Во втором ярусе и подлеске преобладают *Carpinus orientalis*, *Cormus mas*., также отмечаются *Sorbus torminalis*, *S. domestica* L., *Acer campestre* L., *Juniperus deltoides*. В кустарниковом ярусе кроме *B. aquifolium* с высоким постоянством отмечаются *Daphne laureola*, *Euonymus latifolius* (L.) Mill., *E. verrucosus* Scop., *Hippocratea emeroidea* (Boiss. & Sprun.) Czer. В травяно-кустарниковом покрове значительный процент участия приходится на *Hedera helix*, *Ruscus aculeatus*, *R. hypoglossum* L., *Aegonychon purpureoeruleum*, *Euphorbia amygdaloides*, представителей родов *Viola*, *Carex*, а также семейств Fabaceae, Orchidaceae, Apiaceae.

Растения *B. aquifolium* распределены по территории неравномерно, количество особей на площадках варьирует значительно – от 1 до 38, при общем числе 150 растений. ЦП отличается относительно низкими значениями экологической (7-8 особей/100 м²) плотности, тогда как эффективная плотность составляет более 4 средневозрастных генеративных растений на единицу площади. Согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24] ЦП нормальная, неполночленная, с левосторонним спектром, так как в ней пик приходится на молодые генеративные (g_1 – 38,7%) особи, к растениям прегенеративного периода относится 33,4%, среди которых преобладают виргинильные (v – 30,7%) особи, а проростки (р), ювенильные (j) и постгенеративные (ss, s) растения не выявлены. По классификации «дельта-омега» ($\Delta = 0,49$; $\omega = 0,84$) ЦП является зрелой, отнесена к группе неустойчивых [6, 10], со слабым самоподдержанием (СП С) [17]. Характеризуется самыми низкими значениями индексов восстановления и замещения (по 0,50).

Таким образом, на площади 4900 м² в изученных ценопопуляциях в ГПЗ «Ялтинский горно-лесной» отмечено произрастание не менее 600 экземпляров *B. aquifolium*. Экологическая плотность популяции, в целом, составила 12,2 особи/100 м², эффективная плотность – 4 особи/100 м². В возрастном спектре преобладают виргинильные (v – 33,5%) и молодые генеративные (g_1 – 26,2%) растения. На ювенильные (j) особи приходится 2,5%, имматурные (im) – 11,5%, средневозрастные (g_2) – 21,3%, старые генеративные (g_3) – 3,7%, субсенильные (ss) – 1,3%. В целом, популяцию можно охарактеризовать как нормальную, неполночленную с левосторонним возрастным спектром с пиком на виргинильных растениях. Согласно

индексам возрастности ($\Delta = 0,44$) и эффективности ($\omega = 0,76$), популяция на территории заповедника является зрелой.

Еще две ценопопуляции *B. aquifolium* были описаны на двух особо охраняемых природных территориях: «Никитский ботанический сад» и «Мыс Мартъян».

ЦП НБС Чертова балка (44.511758 N, 34.230289 E) расположена на высоте 120–130 м н.у.м., занимает борта балки в «Чертовой балке» на территории Арборетума Никитского ботанического сада, на крутых (30–35°) склонах восточной и юго-западной экспозиций. Растительность представлена сомкнутыми (0,8–0,9) пушистодубово-грабинниково-кленовыми сообществами, в которых значительный процент участия приходится на *Pinus pallasiana*, *Fraxinus excelsior*, *Cornus mas* и разные виды интродуцентов, например, *Quercus ilex* L., *Laurus nobilis* L., *Laburnum anagyroides* Medik., *Daphne laureola*, представителей рода *Lonicera*. В травяно-кустарниковом ярусе доминируют *Ruscus aculeatus*, *Hedera helix*.

Изучаемый вид распределен по территории неравномерно, при общей численности 43 растения, количество особей на площадках варьирует значительно – от 1 до 23. Экологическая плотность составляет 11 особей/100 м², эффективная плотность – до 2 генеративных растений на единицу площади. Согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24] ЦП нормальная, неполночленная, так как в ней не выявлены проростки (р) и постгенеративные особи (s). Отличается наибольшим процентом участия (60,5%) растений, находящихся в прегенеративном периоде. Условия обитания благоприятны для развития молодых особей: пик находится на виргинильной (v – 34,9%) стадии, на имматурные (im) и молодые генеративные (g₁) особи приходится по 23,3%. По классификации «дельта-омега» ($\Delta = 0,37$; $\omega = 0,70$) ЦП относится к переходному типу (от зреющей к зрелой), но является перспективной [6, 10], с умеренным самоподдержанием (СП У) [17], так как индексы восстановления и замещения составляют 1,73 и 1,53, соответственно.

ЦП Мыс Мартъян (44.514508 N, 34.246383 E) находится в верхней части охраняемой территории «Мыс Мартъян», на склонах юго-восточной и южной экспозиций, крутизной 10–15°, на высоте 140–160 м н.у.м. Растительность представлена относительно сомкнутыми (0,7–0,8) пушистодубово-грабинниковыми сообществами, в которых значительный процент участия приходится на *Juniperus excelsa* M. Bieb., *J. deltoides*. Из натурализовавшихся интродуцентов с высоким постоянством встречается *Fraxinus ornus* L., *Quercus ilex* L. В травяно-кустарниковом ярусе доминируют *Ruscus aculeatus*, *Hedera helix*, *Carex halleriana*, *C. cuspidata* Host.

Растения *B. aquifolium* распределены по территории неравномерно, при общей численности на площади 300 м² всего 8 особей, количество растений на площадках варьирует от 2 до 4. ЦП отличается самыми низкими значениями экологической (3 особи/100 м²) и эффективной (до 1 средневозрастного генеративного растения на единицу площади) плотности. По классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24] ЦП нормальная, неполночленная. В ней также, как и в ЦП ЯГЛ 1 не выявлены ювенильные (j), старые генеративные (g₃) и постгенеративные (ss, s) растения. На долю имматурных (im) и виргинильных (v) особей приходится по 25,0%, молодых генеративных (g₁) – 37,8%, зрелых генеративных (g₂) – 12,5%. Возрастной спектр левосторонний с пиком на молодых генеративных (g₁) особях. Вероятнее всего, относительно засушливые условия лимитируют дальнейшее распространение вида по территории, поэтому для ЦП отмечены наименьшие показатели экологической и эффективной плотности, растения выявлены локально. Но по классификации «дельта-омега» ($\Delta = 0,37$; $\omega = 0,70$) ЦП относится к зрелой,

является перспективной [6, 10], с умеренным самоподдержанием (СП У) [17], так как индексы восстановления и замещения равны 1,00.

Проведенные исследования показали, что все изученные ценопопуляции *B. aquifolium* являются неполночленными, нормальными молодыми [9, 21], так как в большинстве из них сенильные и субсенильные особи не были обнаружены. Только в ЦП ЯГЛ 2 и ЦП НБС отмечены ювенильные растения, а наибольшее количество имматурных особей (от 15 до 25%) выявлено в ЦП ЯГЛ 1 и ЦП ЯГЛ 2 в Гурзуфском лесничестве в окр. пос. Советское и санатория «Долоссы», а также в «Никитском ботаническом саду» и на «Мысе Мартъян». Такая структура ценопопуляций может быть обусловлена нерегулярным прорастанием семян в неблагоприятные годы или недостаточным количеством семян, так как в большинстве ценопопуляций преобладают виргинильные или молодые генеративные растения. На зрелой генеративной особи приходится от 9 до 26% и для них характерно большое количество прикорневых отпрысков и побегов. Достаточно высокий процент виргинильных растений (от 25 до 53%) в прегенеративной фазе обеспечивают непрерывное пополнение генеративных растений во всех изученных ценопопуляциях.

Согласно индексам возрастности и эффективности по классификации «дельта-омега» [6, 10] все изученные ЦП можно разделить на три группы: зреющие, переходные и зрелые, в которых по онтогенетическому спектру согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой [21, 23, 24] выделяются два типа: одновершинные и бимодальные. Все ценопопуляции характеризуются левосторонним спектром развития. Средняя экологическая плотность изученных ЦП варьирует от 2,7 особей/100 м² (ЦП Мыс Мартъян) до 23,8 особей/100 м² (ЦП ЯГЛ 1) при разном общем количестве особей от 8 (ЦП Мыс Мартъян) до 250 (ЦП ЯГЛ 2). Однако эффективная плотность во всех ЦП по значению гораздо меньше экологической и составляет 1-6 генеративных особей на единицу площади.

Индекс эффективности в ценопопуляциях изменяется от 0,70 до 0,83. Это свидетельствует о том, что *B. aquifolium* расходует большое количество энергии и оказывает нагрузку на энергетические ресурсы среды, что подтверждает способность ценопопуляций к самоподдержанию. Согласно значениям индекса замещения, менее 1,0 (Із – 0,89; 0,65; 0,50) [10] три ценопопуляции (ЯГЛ 2-4) относятся к неустойчивым, остальные (ЯГЛ 1, НБС и Мыс Мартъян) – к перспективным, так как в них количество особей прегенеративного периода преобладает над зрелыми генеративными растениями и Із равен 2,5; 1,53; 1,0, соответственно. По числу потомков, приходящемуся на одно растение генеративного периода (индексу восстановления), определены возможности ЦП к самоподдержанию [17]. В ЦП ЯГЛ 1 на одно генеративное растение приходится более двух потомков (Ів – 2,50), поэтому ЦП самоподдерживается эффективно. Ценопопуляции с умеренным самоподдержанием в ЦП НБС Чертова балка и Мыс Мартъян (Ів – 1,73 и 1,0, соответственно). Для ЦП ЯГЛ 2-4 Ів равен 0,50-0,89, поэтому они отнесены к группе ценопопуляций со слабым самоподдержанием.

Выводы

При изучении возрастной структуры ценопопуляций *Berberis aquifolium* в полуприродных и естественных сообществах на особо охраняемых природных территориях Южного берега Крыма установлено, что вид встречается в разных типах относительно сомкнутых (0,6-0,8) древесно-кустарниковых сообществ, на высоте от 120 до 530 м н.у.м, на склонах разных экспозиций, крутизной от 5 до 45°. Все описанные ценопопуляции являются нормальными, неполночленными, с левосторонним спектром, в трех из них абсолютный максимум приходится на молодые генеративные (g_1 – до 38%), в двух – на виргинильные (v – 25-53%), в одной – на средневозрастные генеративные (g_2 –

25%) растения. Онтогенетическая структура изученных ценопопуляций согласно классификации А.А. Уранова, О.В. Смирновой представлена двумя типами: одновершинные и бимодальные, по классификации «дельта-омега» выделено три типа: зреющая, переходная и зрелая. Две ценопопуляции (в Никитском ботаническом саду и на мысе Мартъян) относятся к перспективным, с умеренной степенью самоподдержания, одна (ЯГЛ 1) – к перспективной, с эффективным самоподдержанием. Значения индекса восстановления (1,00-2,50) в этих ценопопуляциях свидетельствуют о достаточном потенциале вида поддерживать свою структуру семенным размножением. Остальные ценопопуляции (ЯГЛ 2–4) относятся к группе неустойчивых, со слабой степенью самоподдержания, в них индекс восстановления равен 0,50-0,93. Эколо-ценотические условия в большинстве изученных ценопопуляций являются благоприятными для натурализации *B. aquifolium*, возрастная структура подтверждает инвазионный статус вида, поэтому он может быть постоянным компонентом сообществ.

Работа выполнена в рамках тем госзадания ФГБУН «НБС-ННЦ» №№ 0829-2019-0028; 0829-2019-0037

Список литературы

1. Багрикова Н.А., Бондаренко З.Д., Резников О.Н. Наиболее опасные инвазионные виды растений на особо охраняемых природных территориях Горного Крыма // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартъян». – 2021а. – Вып. 12. – С. 114-148. DOI: 10.36305/2413-3019-2021-12-114-148
2. Багрикова Н.А., Бондаренко З.Д., Резников О.Н. О натурализации *Berberis aquifolium* на территории заповедников Южного берега Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021б. – Вып. 139. – С. 17-28. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-139-17-28
3. Бондаренко З.Д. Особо охраняемые территории Крыма как основа экологического туризма (на примере Ялтинского горно-лесного природного заповедника) // Вестник Казахского национального университета. Серия географическая. – 2016. – № 2 (43). – С. 214-221.
4. Бондаренко З.Д., Жигалова Т.П., Гавриши Е.А. Анnotatedный список высших сосудистых растений Ялтинского горно-лесного природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартъян». – 2015. – Вып 6. С. 332-402.
5. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений / В кн.: Жизнь популяций в гетерогенной среде. Ч. 1. – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 1998. – С. 146-149.
6. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3-7.
7. Жидких О.Ю. Изменчивость морфо-биологических и анатомических признаков магонии падуболистной (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) для селекции в условиях ЦЧЗ / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Рамонь, 2016. –24 с.
8. Жидких О.Ю., Сорокупудов В.Н., Сорокупудова О.А., Бринза Я.Н. Некоторые особенности онтогенеза *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2012. – Вып. 21 (140). – С.62-67.
9. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 223 с.
10. Жукова Л.А., Полянская Т. А. О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений // Вестник Тверского государственного ун-та. Серия Биология и экология. – 2013. – Т. 32, № 31. – С. 160-171.

11. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
12. Интродукция и селекция декоративных растений в Никитском ботаническом саду (современное состояние, перспективы развития и применение в ландшафтной архитектуре) / Ю.В. Плугатарь, В.П. Коба, З.К. Клименко и др. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 432 с.
13. Клименко Н.И., Плугатарь Ю.В., Клименко О.Е., Потапенко И.Л. Озеленение населенных пунктов в степном Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 147. – С. 123-125.
14. Клименко Н.И., Потапенко И.Л. Декоративные деревья и кустарники зеленых насаждений пгт Красногвардейское (Республика Крым) // Труды Карадагской научной станции им. Т.И.Вяземского – природного заповедника РАН. – 2018. – Вып. 8. № 4. – С. 34-44.
15. Методические указания к изучению онтогенеза *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt / В.Н. Сорокупдов, Ю.В. Бурменко, О.Ю. Жидких. – Белгород: ИПЦ «Политех», 2008. – 22 с.
16. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
17. Османова Г.О., Животовский Л.А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2020. – № 2. – С. 144-152.
18. Плугатарь Ю.В., Багрикова Н.А., Белич Т.В., Костин С.Ю., Крайнюк Е.С., Маслов И.И., Садогурский С.Е., Садогурская С.А., Саркина И.С. Природный заповедник «Мыс Мартыян». – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 103 с.
19. Потапенко И.Л. Декоративные деревья и кустарники поселка Рыбачье (Юго-Восточный Крым) // Экосистемы. – 2020. – Вып. 23. – С. 69-83.
20. Потемкина Н.В., Севастьянов В.Е. Результаты инвентаризации зеленых насаждений центрального парка г. Джанкой // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – Вып. 9 (28). – С. 96-101.
21. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // В кн.: Проблемы ботаники. М., Л.: Изд-во РАН СССР, 1950. – Вып. 1 – С. 465-483.
22. Сорокупдов В.Н., Жидких О.Ю., Сорокупдова О.А. Магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) – разработка методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность // Научные ведомости БелГУ. – 2011. – Вып. 15/2. – № 9(104). – С. 158-167.
23. Уранов А.А. Возрастной спектр ценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологический науки. – 1975. – № 2. – С. 7-34.
24. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 1969. – Т. 79, № 1. – С. 119-135.
25. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др. – М.: Наука, 1988. – 182 с.
26. Bagrikova N.A., Skurlatova M.V. The Materials to the “Black Book” of the Flora of the Crimean Peninsula // Russian Journal of Biological Invasions. – 2021. – Vol. 12. – № 3. – P. 244-257. DOI: 10.1134/S2075111721030036

Статья поступила в редакцию 15.10.2021 г.

Bondarenko Z.D. The age structure of the coepopulations of *Berberis aquifolium* Purch in the Protected Areas of the Southern Coast of the Crimea // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2021. – № 141. – P. 24-35

On the basis of generally accepted and modern methods and approaches, the age structure of the coenopopulations of *Berberis aquifolium* in semi-natural and natural communities in Protected Areas of the Southern Coast of the Crimea with different categories of protection ("Yalta Mountain Forest", "Cape Martyan", "Nikita Botanical Gardens") has been studied. It was found that the species in the surveyed territories occurs in different types of relatively closed (0.6–0.8) tree-shrub communities, at an altitude of 120 to 530 m above the sea level, on the slopes of different exposures, with a steepness from 5 to 45°. All the described coenopopulations are normal, incomplete, with a left-hand spectrum, in three of them the absolute maximum falls on young generative (g_1 – up to 38%), in two – on virginal (v – 25–53%), in one — on middle-aged generative (g_2 – 25%) plants. The ontogenetic structure of the studied coenopopulations is represented by two types: single-vertex and bimodal, according to the A.A. Uranov's, O. V. Smirnova's classification; by three types: maturing, transitional and mature, according to the "delta-omega" classification. Three coenopopulations belong to the group of unstable, with a weak degree of self-support, two ones – to promising, with a moderate degree of self-support, one – to promising, with effective self-support. The values of the recovery index (1.0–2.5) in promising coenopopulations indicate a sufficient potential of the species to maintain its structure by seed reproduction.

Key words: *Berberis aquifolium* Purch; Berberidaceae; coenopopulation; age structure; protected areas; forest communities; Southern Coast of the Crimea