

7. Tyukavina O.N. Speed of sound impulse propagation in pine wood. *Vestnik severnogo (Arkticheskogo) Federal'nogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki.* Arkhangelsk. 2014. pp. 78-85 [in Russian]

8. Johnstone D., Moore G., Tausz M., Nicolas M. The measurement of wood decay in landscape trees. *Arboriculture & Urban Forestry* 36(3). 2010. pp. 121-127

9. Rinn F. Technische Grundlagen der Impuls-Tomographie. *Baumzeitung* 8, 2003. P. 29-31.

10. Wang L., Xu H., Zhou C., Li L., Yang X. Effect of sensor quantity on measurement accuracy of log inner defects by using stress wave. *Journal of Forestry Research.* 2007. 18 (3). pp. 221-225.

УДК 581.522

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.023

Е.А. Тишкина

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕСТООБИТАНИЙ РЕДКОГО ВИДА *COTONEASTER LUCIDUS* SCHLECHT. В ЛЕСОПАРКАХ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Ключевые слова: *Cotoneaster lucidus*, местообитания, плотность, онтогенетический спектр и демографическая структура.

Статья посвящена исследованию онтогенетических особенностей кизильника блестящего *Cotoneaster lucidus* в лесопарках г. Екатеринбурга. По способу заноса кизильник блестящий относится к эргазиофитам, завезенным с целью озеленения г. Екатеринбурга, при этом он натурализовался и прекрасно расселяется без помощи человека. При изучении онтогенетической структуры кизильника в Шарташском, Уктусском, им. Лесоводов России и Санаторном лесопарках выявили следующие закономерности: плотность кизильника зависит от сомкнутости древесного полога и высокая эколого-фитоценотическая приуроченность вида установлена в сосняках разнотравных. В онтогенезе выделено три периода и семь онтогенетических состояний. Наличие жизнеспособных молодых растений, являющихся результатом возобновления, свидетельствует о преодолении генеративного и ценотического барьеров. Преобладание прегенеративной фракции определяет изученные местообитания, как молодые и зреющие. Об этом свидетельствуют индексы восстановления и замещения. Почти нулевые отметки индекса старения объясняются выпадением большинства особей в генеративном периоде. Все местообитания являются нормальными и полночленными, с одновершинными онтогенетическими спектрами, которые способны в условиях искусственного ареала формировать самоподдерживающиеся в течение несколько поколений местообитания и распространяться на значительной территории. На основе анализа демографических показателей и ряда организменных и популяционных признаков было оценено состояние вида в лесопарках. В результате выявлено, что наиболее благоприятные условия для существования кизильника блестящего являются в сосняке разнотравном в Шарташском лесопарке, что согласуется с результатами анализа пространственной и онтогенетической структурой.

E. Tishkina

FEATURES OF THE ONTOGENETIC STRUCTURE OF HABITATS OF THE RARE SPECIES *COTONEASTER LUCIDUS* SCHLECHT. IN THE FOREST PARKS OF YEKATERINBURG

Keywords: *Cotoneaster lucidus*, habitat, density, ontogenetic spectrum and demographic structure.

The article is devoted to the study of ontogenetic features of the brilliant *Cotoneaster lucidus* dogwood in the forest parks of Yekaterinburg. According to the method of drift, the brilliant dogwood belongs to the ergaziophyte-introduced for the purpose of gardening in Yekaterinburg, while it is naturalized and perfectly settles without human help. When studying the ontogenetic structure of dogwood in Shartash, Uktusky, im. in Russian forestry and forest health revealed the following patterns: density of *Cotoneaster* depends on the density of the tree canopy and high ecological-phytocenotic confinedness set in the pine forests of grass. There are three periods and seven ontogenetic States in ontogenesis. The presence of viable young plants that are the result of renewal indicates that generative and coenotic barriers have been overcome. The predominance of the pregenerative fraction defines the studied habitats as young and Mature. This is evidenced by the recovery and replacement indices. Almost zero marks of the aging index are explained by the loss of most individuals in the generative period. All habitats are normal and full-fledged, with single-vertex ontogenetic spectra that are able to form self-sustaining habitats for several generations in an artificial habitat and spread over a large area. Based on the analysis of demographic indicators and a number of organizational and population characteristics, the state of the species in forest parks was estimated. As a result, it was found that the most favorable conditions for the existence of brilliant dogwood are in the mixed-grass pine forest in the Shartash forest Park, which is consistent with the results of the analysis of the spatial and ontogenetic structure.

Тишкина Елена Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории «Экология древесных растений» ФГБУН Ботанический сад УрО РАН; доцент кафедры Экологии и природопользования, Институт леса и природопользования ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия; e-mail: elena.mlob1@yandex.ru

Elena A. Tishkina, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the Ecology of Woody Plants Laboratory, Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch; Associate Professor of Ecology and Nature Management, Institute of Forest and Environmental Management, The Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia; e-mail: elena.mlob1@yandex.ru

Введение. Вследствие больших площадей нарушенных земель, разнообразия путей коммуникаций, больших объемов грузоперевозок и целенаправленной интродукции города часто являются местами проникновения, закрепления и натурализации чужеродных растений. Растительный мир городов России исследуется преимущественно в направлении изучения флор. Во флорах городов России чужеродные виды составляют в среднем 27% [7]. Кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.) является одним из самых распространённых в культуре, его можно встретить в озеленении практически повсеместно как в нашей стране, так и за её пределами [4]. Данный вид используется как пластичный материал для создания художественных композиций в садах и парках, в пригородных лесах. Эти декоративные кустарники отличаются разнообразием габитуса, величиной, формой, характером ветвления, размещени-

ем листьев, обилием цветения и плодоношения, ярко выраженной осенней окраской листьев. В лесопарковой зоне г. Екатеринбурга *Cotoneaster lucidus* встречается как натурализовавшийся интродуцент в различных формах насаждений (аллеи, одиночные посадки, бордюры, лесные культуры) [6].

Настоящая работа – часть комплексного проекта по изучению городских лесопарков г. Екатеринбурга.

Целью исследования является анализ особенностей онтогенетической структуры *Cotoneaster lucidus* в лесопарках г. Екатеринбурга.

Объекты и методы исследования. Екатеринбург – крупный промышленный и административный центр на Среднем Урале с населением 1,5 млн человек (56°59'00"N 60°35'00"E); городские леса и лесопарки занимают почти треть (15,3 тыс. га) его площади [10]. При изучении организации местообитаний кизильника

опирались на принципы и методы, изложенные в трудах Т.А. Работнова [6], А.А. Уранова [9] и методических разработок [1, 2, 3, 8]. Для составления онтогенетических спектров и расчета плотности местообитаний закладывали 11 временных пробных площадей (ВПП). Учет кизильника выполнен в четырех лесопарках: Санаторном, Уктусском, Шарташском и им. Лесоводов России (табл.1). Состояние растений оценено с использованием комплекса признаков. В качестве организменных признаков были выбраны: высота растения, площадь проекции и объема кроны; среди популяционных – плотность особей на 1 гектар, доля особей в молодом и зрелом генеративном состоянии ($g1-g2$) и доля особей молодой фракции ($im-v$). Для оценки состояния диапазон каждого признака был разбит на пять одинаковых классов с одинаковым объемом по равномерной шкале. Каждому классу присвоен балл, наибольший балл соответствовал максимальным показателям. Результаты представлены в виде полигональных диаграмм. Анализ данных провели в MS Excel с использованием стандартных показателей.

Результаты и обсуждение. По способу заноса *Cotoneaster lucidus* относится к эргазиофитам, завезенным с целью озеленения г. Екатеринбурга, при этом он натурализовался и прекрасно расселяется без помощи человека. При исследовании местообитаний обнаружены следующие особенности распространения: 1-я - плотность кизильника, зависит от сомкнутости древесного полога. Чем выше сомкнутость, тем больше особей ($r = 0,92$, $p < 0,05$). Плотность является отражением соответствия условий обитания потребностям вида, т.е. свойств окружающей среды, которые влияют на закрепление проростков и смертность взрослых особей [11]. Очевидно, что в Шарташском лесопарке, где максимальная численность растений (867 шт/га) установлена в сосняке разнотравном с сомкнутостью древесной 0,7, является более оптимальным местообитанием, чем в Санаторном ле-

сопарке с единичным пространственным распределением особей. 2-я - во всех изучаемых лесопарках выявлена эколого-фитоценотическая приуроченность кизильника блестящего к соснякам разнотравным.

В онтогенезе *Cotoneaster lucidus* выделено три периода (прегенеративный, генеративный и постгенеративный) и семь онтогенетических состояний (ювенильное, имматурное, виргинильное, молодое генеративное, зрелое генеративное, старое генеративное, субсенильное). Все местообитания нормальные и полночленные с одновершинными онтогенетическими спектрами. Онтогенетическая структура вне зависимости от эколого-ценотической приуроченности имеет один тип спектра – левосторонний, в большинстве случаев – одновершинный. Левосторонний тип спектра динамичен по соотношению онтогенетических групп, что связано с условиями произрастания в конкретном местообитании. Местообитания кизильника в лесопарке им. Лесоводов России, Шарташском и Уктусском лесопарках характеризуются абсолютным максимумом на имматурных, что позволяет сделать вывод о хорошей способности кизильника к самовозобновлению и наличии благоприятных условий для прорастания семян. Это подтверждают индексы восстановления и замещения данных местообитаний (от 1,37 до 11,24). В Санаторном лесопарке максимум приходится на молодые генеративные растения. Индексы восстановления и замещения в данном местопроизрастании определены, как 0,3, что говорит о слабом восстановительном процессе. Индекс старения во всех фрагментах обитания кизильника близок к нулю (0-0,072), это связано с тем, что большая часть особей отмирает в старом генеративном состоянии. Подобная биологическая особенность характерна для большинства особей кизильника. Оценка возрастной и эффективности показала, что тип ЦП меняется от молодой к зрелой ($\Delta = 0,13 - 0,33$; $\omega = 0,40 - 0,76$) (рис.1).

Таблица 1 – Характеристика местообитаний *Cotoneaster lucidus* Schlecht

Фрагмент местообитания (ФМ)	Тип леса		Древостой		плотность особей на 1 га	Фрагменты местообитаний (по 0,09 га)					Тип ЦП
			состав	сложность древесного полога		Демографические параметры					
	индекс замещения	индекс восстановления				индекс эффективности	индекс старения	индекс возрастности			
1	Сосняк чернильный		10С	0,6	678	0,06	29	29	0,23	0	молодая
	Сосняк разнотравный		9С1Б	0,7	444	0,16	26	6,5	0,30	0,1	
	Сосняк чернильный		7С3Б	0,6	722	0,38	0,52	0,43	0,65	0,13	
	Сосняк чернильный		6С4Б	0,6	400	0,46	0,07	0,07	0,82	0	
	Сосняк разнотравный		7С3Е	0,7	367	0,35	0,62	0,5	0,62	0,13	
	среднее			0,64	522,2	0,28	11,24	7,3	0,52	0,072	
Лесопарк им. Лесоводов России											
2	Сосняк разнотравный		10С	0,6	400	0,15	2	2	0,47	0	молодая
	Сосняк ягодниковоый		9С1Б	0,5	611	0,13	2,3	2,3	0,40	0	
	Березняк разнотравный		6Б4С	0,3	433	0,27	1,3	1,2	0,56	0,03	
	Сосняк разнотравный		7С3Б	0,5	467	0,46	0	0	0,90	0	
	среднее			0,47	477,7	0,25	1,4	1,37	0,58	0,007	
Углубленный лесопарк											
3	Сосняк разнотравный		10С	0,5	334	0,33	0,3	0,3	0,76	0	зреющая
	среднее										
Санаторный лесопарк											
4	Сосняк разнотравный		10С	0,7	867	0,13	1,7	1,7	0,40	0	молодая
	среднее										
Шарташский лесопарк											

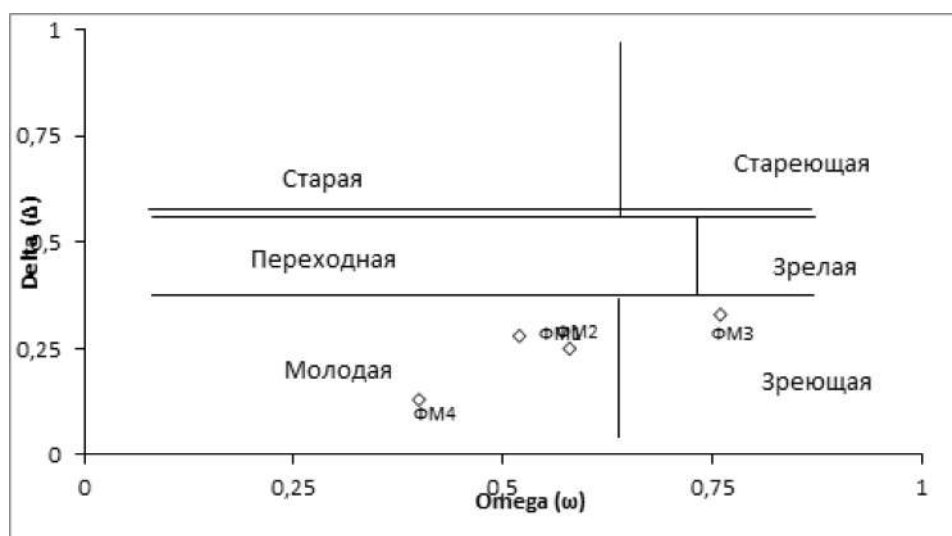


Рисунок 1. Распределение ценопопуляций *Cotoneaster lucidus* в координатах «дельта-омега»

Для того чтобы оценить отношение растительного организма и его фрагмента ценопопуляции к условиям существования при различной степени фитоценологических взаимодействий и рекреационной нагрузки в лесопарках, применен комплексный подход (табл. 3, рис. 2). Оценка состояния по совокупности организменных признаков показала, что наибольшие морфометрические параметры особей по

сумме баллов оказались у кизильника, который единично растет в Санаторном лесопарке (ЦМ3) (15 баллов). Самые низкие по совокупности баллов (4 и 5) параметры имеют растения в лесопарках им. Лесоводов России (ФМ1) и Уктусском (ФМ2), что, видимо, связано с высокой долей имматурных особей, которые имеют низкие морфометрические значения.

Таблица 3 – Балловые оценки величины признаков *Cotoneaster lucidus*

Признак	Баллы				
	I	II	III	IV	V
Организменные признаки особей					
Высота растений, м	<1,11	1,12-1,32	1,33-1,53	1,54-1,74	1,75-1,95
Площадь проекции кроны, м ²	<1,31	1,32-1,65	1,66-1,99	2-2,33	2,34-2,67
Объем кроны, м ³	<0,62	0,63-1	1,01-1,38	1,39-1,76	1,77-2,14
Популяционные признаки					
Плотность, шт./га	<334	335-508	509-682	683-856	857-1030
Доля <i>g1-g2</i> , %	<34,6	34,7-43,5	43,6-52,4	52,5-61,3	61,4-70,2
Доля <i>im-v</i> , %	<23,3	23,4-33,3	33,4-43,3	43,4-53,3	53,4-63,3

Анализ состояния по популяционным признакам показал, что доля особей молодой и генеративной фракций зависит от метеорологических и эколого-ценотических условий, антропогенной нагрузки, а также от особенностей онтогенеза кизильника. Таким образом, по совокупности популяционных признаков кизильника наибольшее значение по сумме баллов (12)

установлено в Шарташском лесопарке, одинаковые баллы имеют местообитания в им. Лесоводов России и Уктусском лесопарках и самый низкий показатель в Санаторном (7 баллов).

Суммарное соотношение баллов показывает, что в Шарташском лесопарке наиболее благоприятные условия для произрастания кизильника блестящего (24

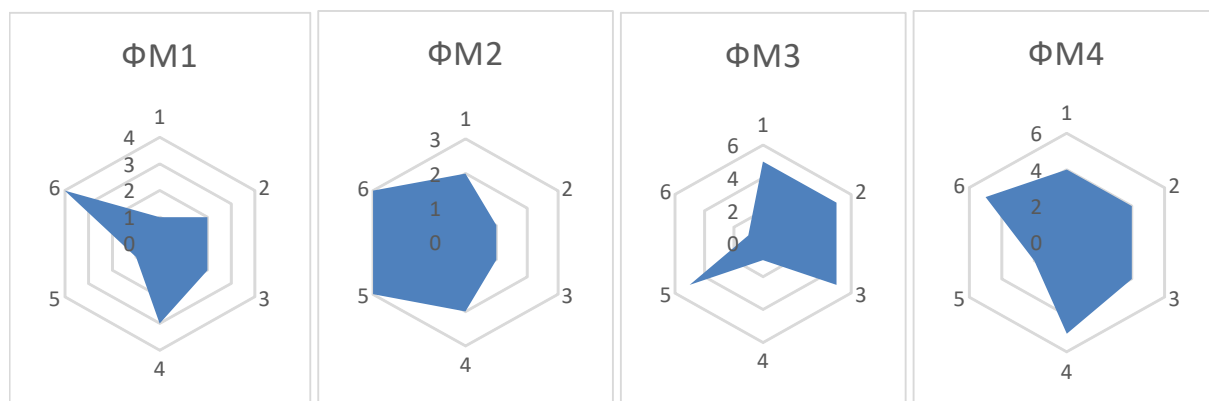


Рисунок 2. Оценка состояния ценопопуляций *Cotoneaster lucidus* (в баллах)
 Организменные признаки: 1 – высота растения, 2 – площадь проекции кроны,
 3 - объем кроны. Популяционные признаки: 4 - плотность особей, 5 – доля *g1-g2*,
 6 – доля *im-v*, 1 - 5 – баллы

балла), что согласуется с результатами анализа пространственной и онтогенетической структуры.

При анализе ландшафтно-эстетических параметров насаждений лесопарков г. Екатеринбурга выявлено, что кизильник гармонично вписывается в высокодекоративные ландшафты лесопарков, особенно осенью, когда листья раскрашиваются ярким пламенем. Для озеленения данный вид считается одним из лучших растений, так как является пластичным материалом для создания художественных композиций в садах и парках, в пригородных лесах. Эти декоративные кустарники отличаются разнообразием габитуса, величиной, формой, характером ветвления, размещением листьев, обилием цветения и плодоношения, ярко выраженной осенней окраской листьев.

Заключение. *Cotoneaster lucidus* – чужеродный вид, активно расселяющийся и натурализовавшийся в нарушенных полустественных и естественных местообитаниях лесопарках г. Екатеринбурга. При изучении онтогенетической и пространственной структуры кизильника в Шарташском, Уктусском, им. Лесоводов России и Санаторном лесопарках выявили следующие закономерности: плотность кизильника зависит от сомкнутости древесного полога, и высокая эколого-фитоценотическая приуроченность вида установлена в сосняках разнотравных. В онтогенезе выделено три периода и семь онтогенетических состояний. Все место-

обитания являются нормальными и полночленными, с одновершинными онтогенетическими спектрами, которые способны в условиях искусственного ареала формировать самоподдерживающиеся в течение несколько поколений местообитания и распространяться на значительной территории.

Библиографический список

1. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. - Ч.1. - 1998. - С.146-149.
2. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. - 2001. - №1. - С. 3-7.
3. Жукова Л.А. Внутрипопуляционное биоразнообразие травянистых растений // Экология и генетика популяций. - 1998. - С. 35-47.
4. Замятнин Б.Н. Кизильник - *Cotoneaster* // В кн.: Деревья и кустарники СССР / под ред. С.Я. Соколова. - 1954. - С. 344-370.
5. Петров А.П., Ладейщикова Г.В., Зотева Е.А. Дигрессия фитоценозов и натурализация древесных растений в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга // В сб.: Ботанические исследования на Урале: мат. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти П.Л. Горчаковского / под ред. С.А. Овеснова, - 2009. - С. 279–281.
6. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники: сб. статей. - 1950. - Вып.1. - С. 465-483.

7. Сенатор С.А., Костина Н.В., Саксонов С.В. Зависимость видового разнообразия урбанофлор от ряда факторов // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. - 2013.- Вып. 2. - С. 23–29.

8. Смирнова О.В., Чистякова А.А., Попадюк Р.В., Евстигнеев О.И., Коротков В.Н., Митрофанова М.В., Пономаренко Е.В. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). - Пушино: Пушинский Научный центр РАН, 1990. - 92 с.

9. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. - 1975. - № 2. - С. 7–34.

10. Шавнин С.А., Веселкин Д.В., Воробейчик Е.Л., Галако В.А., Власенко В.Э. Факторы трансформации сосновых насаждений в районе города Екатеринбурга // Лесоведение. - 2015. - № 5. - С. 346–355.

11. Kunin W.E. Density and reproductive success in wild populations of *Diplotaxis eruroides* (Brassicaceae) // Oecologia. – 1992. - № 91(1). - P. 129-133.

1. Glotov N.V. On estimation of parameters of the age structure of plant populations. *Zhizn populyatsiy v geterogennoy srede*. Part 1. 1998. pp. 146-149 [in Russian]

2. Zhivotovsky L.A. Ontogenetic States, effective density and classification of plant populations. *Ecology*. 2001. No 1. P. 3-7 [in Russian]

3. Zhukova L.A. Intra-Population biodiversity of herbaceous plants. *Ekologiya i genetika populyatsiy*. 1998. pp. 35-47 [in Russian]

4. Zamyatnin B.N. Rockspray-*Cotoneaster*. In the book: Trees and shrubs of the USSR.

Edited by S.Y. Sokolov. 1954. P. 344-370 [in Russian]

5. Petrov A.P., Ladeishchikova G.V., Zoteeva E.A. Digression of phytocenoses and naturalization of woody plants in the Forest Park zone of Yekaterinburg. Proc. of Sci. Conf. with Int. participation "Botanical research in the Urals". Edited by S.A. Ovesnov. 2009. pp. 279-281 [in Russian]

6. Rabotnov T.A. Questions of studying the composition of the population for the purposes of phytocenology. Problems of botany: collection of articles. 1950. Vol1. pp. 465-483 [in Russian]

7. Senator S.A., Kostina N.V., Saxonov S.V. Dependence of urbanoflora species diversity on a number of factors. *Vestnik. Udmurt. Un-ta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle*. 2013. Vol 2. pp. 23-29 [in Russian]

8. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Popadyuk R.V., Evstigneev O.I., Korotkov V.N., Mitrofanova M.V., Ponomarenko E.V. Population organization of vegetation cover of forest territories (on the example of broad-leaved forests of the European part of the USSR). Pushchino. Pushchino Sci. Center of the RAS. 1990. 92 p. [in Russian]

9. Uranov A.A. Age range of phyto cenosis populations as a function of time and energetic wave processes. *Biologicheskie nauki*. 1975. No 2. pp. 7-34 [in Russian]

10. Shavnin S.A., Veselkin D.V., Vorobeychik E.L., Galako V.A., Vlasenko V.E. Factors of transformation of pine plantations in the region of Yekaterinburg. *Lesovedeniye*. 2015. No 5. pp. 346-355 [in Russian]

11. Kunin W.E. Density and reproductive success in wild populations of *Diplotaxis eruroides* (Brassicaceae). *Oecologia*. 1992. No 91(1). pp. 129-133.