

УДК 574.3 (470.67)

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-81-88

**ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА *JUNIPERUS POLYCARPOS* С. КОСН
ВЫСОКОГОРНОЙ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ ДАГЕСТАНА****Надежда Алиевна Амирханова, Гульнара Алиловна Садыкова**

Горный ботанический сад ДФИЦ РАН,
367000, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, М. Гаджиева 45
E-mail: nadya_amir@mail.ru, sadykova_gula@mail.ru

В статье представлены результаты изучения возрастной и онтогенетической структуры высокогорной ценопопуляции редкого древесного вида *Juniperus polycarpus* С. Косх. Календарный возраст определен по индексу, полученному как отношение числа годичных колец к радиальному приросту ствола, возрастные состояния оценены по биоморфологической конструкции кроны, биометрическому индексу кроны, виталитету, пораженности *Arceuthobium oxycedri* (DC.) M.Bieb., уровню семеношения, а также и качественным характеристикам побегов и листьев (игольчатость или чешуйчатость хвои, цвет хвои, ажурность или изреженность кроны). Календарный возраст особей в ценопопуляции достигает 364 лет, с максимумом особей (44,1%) в возрасте до 50 лет. Онтогенетический спектр ценопопуляции нормальный полночленный с преобладанием особей генеративных (60%) возрастных состояний. Распределение особей по абсолютным возрастам и онтогенетическим состояниям имеют смещенные спектры, что указывает на большое количество молодых особей в популяции, а также на раннее вступление особей в генеративную фазу.

Ключевые слова: ценопопуляции; *Juniperus polycarpus*; возрастная структура; онтогенетическая структура; Высокогорный Дагестан; *Arceuthobium oxycedri*

Введение

Возрастная структура является важной характеристикой популяций. Соотношение различных возрастных групп в популяции определяет ее способность к самоподдержанию и устойчивому существованию. Уровень возрастного разнообразия является показателем стабильности популяций. Вместе с тем экологические условия среды определяют изменение параметров ценопопуляции, главным образом, онтогенетической структуры. Последнее, наряду с численностью и площадью природных популяций является важным показателем как при определении состояния редких и уязвимых видов в природе, так и для оценки сохранности растительного покрова в целом.

К числу редких и уязвимых видов можжевельников редколесий относится *Juniperus polycarpus* С.Косх. *J. polycarpus* встречается в Закавказье, Турции, Иране, на территории России в Дагестане [5]. Популяция *J. polycarpus* в Дагестане имеет крайний северный предел своего распространения, имеет разорванный ареал и представлена предгорной и высокогорной популяциями [9]. В высокогорьях встречается в Тляратинском районе на склонах отрогов Богосского хребта, в Цумадинском районе можжевельниковые редколесья распространены на отрогах Кад-Богосского хребта и на склонах г. Омар Вахунаубетер Снегового хребта. Последние приурочены к северным склонам и представлены сообществами *Juniperetum polycarpi spiraeoso-varioherbosum*.

В целом, высокогорные ценопопуляции нами ранее рассмотрены с позиции их географического распространения, геоморфологической приуроченности, численности, занимаемой площади, флористического разнообразия и фитоценологических особенностей [8].

Целью настоящей работы являлось изучение возрастной структуры цумадинской ценопопуляции высокогорного Дагестана в продолжение цикла работ по изучению популяционной структуры *J. polycarpus* в Дагестане.

Объекты и методы исследования

Изучение высокогорной популяции *J. polycarpus* проводили на склонах отрогов г. Кад (Богосский хребет) и г. Омар Вахунаубетер (Снеговой хребет) на высотах 1168-1257 м (рис. 1). Крутизна склонов составляет 45-60°. Почвы горно-степные сланцево-среднещебнистые со незначительными выходами крупных сланцевых пластов.

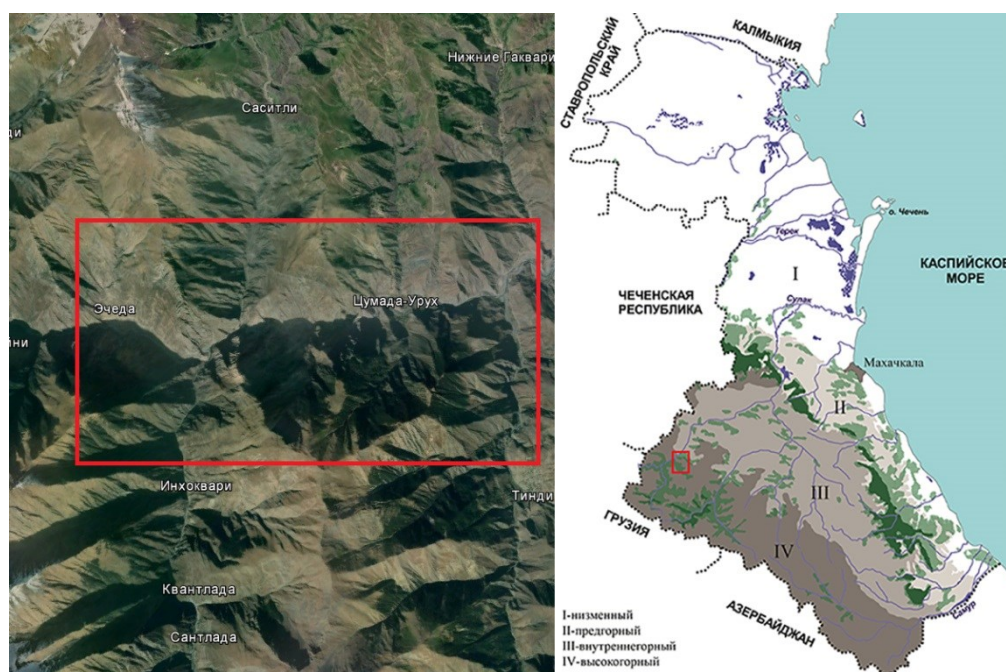


Рис. 1 Картографическое расположение цумадинской ценопопуляции *Juniperus polycarpus* С. Koch в Высокогорном Дагестане

Для исследования структуры ценопопуляций можжевельника многоплодного на гадаичи-эчединском участке было заложено 12 пробных площадей размером 400 м², на которых был произведен учет всех особей можжевельника многоплодного.

Всего в ценопопуляции проанализировано 195 деревьев, для которых определены основные биометрические показатели (высота кроны, высота нижней границы кроны, диаметр ствола у основания и на высоте груди, диаметр кроны), виталитет, календарный возраст особей и их онтогенетическое состояние, уровень семеношения у женских особей, пораженность. Календарный возраст деревьев определяли по годичным кольцам на 63 кервах, взятых при помощи бурава Пресслера.

Среднее значение индекса, полученное отношением количества годичных колец к диаметру ствола [3] *J. polycarpus* в популяции составило $I=9,7$ при точности опыта в 4,7%.

Группировка особей по календарному возрасту проведена при помощи классового интервала по формуле:

$$R = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K}, \quad (1)$$

где R – классовой интервал, $X_{\max}-X_{\min}$ – амплитуда колебания значений признака ($X_{\max}$ – максимальное значение признака, $X_{\min}$ – минимальное значение признака), K –

число намечаемых классов ($K=5 \lg N$ при $N>100$), при этом K составил 50 лет. Такой интервал имеет и физиологический смысл, связанный с вступлением деревьев *J. polycarpus* в генеративную фазу в 40–50 лет [4].

Виталитетная оценка деревьев проводилась на основе комплекса количественных и качественных признаков: доли сухих ветвей, плотности кроны, цвета хвои, степени повреждения паразитами, степени семеношения и т.д. Выделены 5 категорий жизненного состояния по шкале Алексеева [6]: I – усохшие деревья, II – усыхающие деревья с сильным повреждением, III – ослабленные деревья, с усыханием отдельных ветвей и незначительным хлорозом, IV – особи хорошего состояния, V – не угнетенные (здоровые) особи.

Уровень семеношения определяли глазомерно с использованием пятибалльной шкалы В.Г. Каппера: 0 – шишкоягоды отсутствуют; 1 – низкий уровень семеношения, шишкоягоды встречаются единично; 2 – слабое; 3 – среднее; 4 – хорошее; 5 – обильное семеношение.

Определение онтогенетических стадий проводили по классификации Т.А. Работнова [7] с дополнениями и уточнениями А. А. Уранова.

В выделении онтогенетических состояний особей *J. polycarpus* за основу взяты такие показатели как биоморфологическая конструкция кроны, биометрический индекс кроны, жизненное состояние, пораженность, семеношение и качественные характеристики самих побегов и листьев (игольчатость или чешуйчатость хвои, цвет хвои, ажурность или изреженность кроны).

Статистическая обработка данных проведена в программе Statistica 10.

Результаты и обсуждение

Особи *J. polycarpus* сгруппированы по онтогенетическим состояниям, определено их процентное соотношение.

В целом в ценопопуляции преобладают генеративные особи (60%), из которых большая часть представлена молодыми генеративными особями (g1) 37,4%, значительно меньше участие зрелых генеративных (g2) 16,4% и поздних генеративных (g3) 6,2%. Особей предгенеративного состояния 35,4%, постгенеративных субсенильных особей 4,6%, сенильные особи в ценопопуляции не выявлены.

Из числа предгенеративных доминируют виргинильные особи (20,5%) с габитусом взрослого растения, правильной конусовидной кроной и полностью сформированной чешуевидной хвоей. Особей других предгенеративных состояний значительно меньше: имматурных (im) 3,6%, проростков (pl) 4,1%, количество ювенильных (j) особей в 2 раза больше im и pl – 7,2%.

Для каждого онтогенетического состояния определены биометрические показатели и календарный возраст особей (табл. 1).

Высота проростков варьирует в диапазоне от 4 до 10 см и в среднем составила 6 см. Признаки «диаметр основания ствола» и «диаметр кроны» для проростков не приведены ввиду физиологической незрелости. Возраст проростков 1-2 года.

Высота ювенильных особей составляет 15-30 см, диаметр у основания – от 3 мм до 1 см, диаметр кроны варьирует от 6 до 30 см и в среднем составляет 14 см (52,6%). Возраст ювенильных растений 2-5 лет.

Для имматурных особей средний возраст составил 8 лет. Средняя высота растений 0,59 м, диаметр кроны – 0,43 м. Диаметр ствола у основания для особей этой группы колеблется в диапазоне от 0,8 см до 2,5 см, возраст – от 4 до 12 лет.

Максимальный календарный возраст виргинильных особей достигает 73 года (CV 49,1%). Для них отмечается высокое колебание биометрических показателей. Средняя высота деревьев составила 1,6 м (CV 34,9%), диаметр – 1,13 м (CV 36,7%).

Крона виргинильных особей конусовидная, хвоя в основном чешуевидная, с незначительной долей игольчатых листьев в нижней части кроны. Средний индекс кроны $I=1,5$, у отдельных особей достигает 4 (табл. 1).

Таблица 1

Статистические показатели биометрических параметров особей *J. polycarpus* С. Koch различных онтогенетических состояний в цумадинской ценопопуляции

Онтогенетическое состояние	Статистические показатели	Высота дерева, м	Диаметр основания ствола, см	Диаметр кроны, м	Возраст, годы	N
pl	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,06±0,01	-	-	1,25±0,16	8
	CV,%	58,3	-	-	37,0	
	min-max	0,04-0,1	-	-	1-2	
j	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,24±0,017	0,59±0,07	0,14±0,02	3,7±0,34	14
	CV,%	26,9	43,8	52,6	34,1	
	min-max	0,15-0,3	0,03-1,0	0,06-0,3	2,0-5,0	
im	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,59±0,05	1,69±0,23	0,43±0,03	8,34±1,05	7
	CV,%	23,0	36,3	17,6	33,3	
	min-max	0,4-0,8	0,8-2,5	0,3-0,5	4-12	
v	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1,6±0,09	6,15±0,48	1,13±0,07	29,8±2,32	40
	CV,%	34,9	49,1	36,7	49,1	
	min-max	0,8-3,0	2-15	0,3-2,5	10-73	
g1	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,4±0,12	17,1±0,89	2,3±0,09	76,6±3,48	73
	CV,%	29,8	38,1	31,8	38,8	
	min-max	1,7-7	3-35	0,5-4	15-170	
g2	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	4,5±0,22	33,4±1,30	4,0±0,16	145,1±7,04	32
	CV,%	27,2	19,0	2,7-6	27,4	
	min-max	2,5-8	23-45	22,8	88-218	
g3	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,9±0,3	45,0±5,58	4,8±0,33	196,9±26,6	12
	CV,%	26,7	39,2	23,7	46,8	
	min-max	1,9-5,7	20-75	3-6,5	88-364	
Ss	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,9±0,3	20,7±3,42	3,7±0,35	100,2±16,57	9
	CV,%	22,7	49,6	28,6	49,6	
	min-max	2,4-5,0	6,0-35,0	1,7-5	29-170	

У особей g1 возрастного состояния высота дерева 3,4 м, диаметр у основания 17,1 см, диаметр кроны 2,3 м, средний возраст особей молодого генеративного состояния в популяции 76,6 лет. Минимальный возраст 15 лет, максимальный – 170 лет. Для деревьев молодого генеративного состояния большой диапазон биометрических показателей связан как с микроусловиями среды, так и с календарной неоднородностью особей внутри группы, в связи с различным вступлением особей в фазу семеношения.

Высота кроны зрелых генеративных особей варьирует от 2,5 до 8 м, в среднем составляет 4,5 м. Средний диаметр кроны 4 м, максимальный 6 м, диаметр у основания в среднем составляет 33,4 см. Средний возраст особей 145, 1 лет, максимальный -218 лет.

Средний возраст особей позднего генеративного состояния составил 196,9 лет, максимальный возраст – 364 года. Средняя высота деревьев 3,9 м, диаметр – 4,8 м. Для особей g3 онтогенетического состояния значение диаметра кроны максимальное для ценопопуляции. Диаметр ствола у основания (45 см) в 1,3 и 2,6 раз больше, чем у

аналогичных показателей в зрелом и молодом генеративных состояниях соответственно.

Для группы особей позднего генеративного состояния отмечается снижение или полное прекращение ростовой активности верхушечных побегов. Биометрический индекс для g3 группы особей меньше единицы (0,8) (рис. 2).

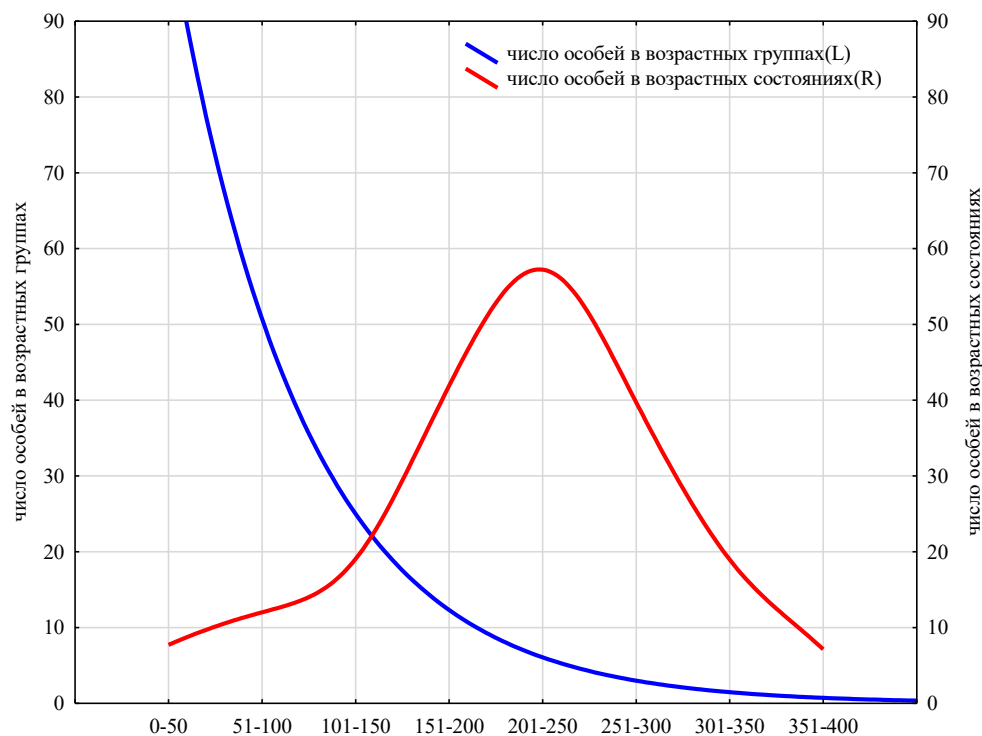


Рис. 2 Распределение особей *J. polycarpus* C. Koch. цумадинской ценопопуляции по календарному возрасту и онтогенетическому состоянию

Примечание: Линия аппроксимации распределения особей по онтогенетическим состояниям на графике не соответствует классам абсолютных возрастов

Для данной группы особей отмечается ослабление процессов жизнедеятельности: отмечается уменьшение годичного прироста и уровня семеношения, усыхание части кроны, отмирание скелетных ветвей. Крона у поврежденных особей становится разреженной, куполообразной и полушаровидной формы, безформенной.

Особи *J. polycarpus* достигают субсенильного состояния двумя путями: через последовательное прохождение стадий онтогенеза и по сокращенному пути, минуя генеративный период.

При последовательном прохождении стадий онтогенеза в благоприятных условиях среды снижение виталитета у субсенильных особей *J. polycarpus* связано с естественным процессом старения организма. Крона старого дерева становится изреженной, усыхает большая часть ветвей, искривляется ствол, что отражается на биометрических и индексных показателях.

В неблагоприятных условиях выпадение некоторых стадий онтогенеза и переход в субсенильное состояние связано с угнетением и ослаблением болезнями и паразитами, с низким уровнем виталитета. Для таких деревьев отмечается преждевременное фрагментарное усыхание части кроны, несмотря на небольшой календарный возраст и незначительные биоморфологические показатели [10].

В цумадинской ценопопуляции особи *J. polycarpus* проходят все стадии онтогенетического развития, квазисенильные особи отсутствуют.

Для особей субсенильного возрастного состояния высота дерева 3,9 м, диаметр кроны – 3,7 м, диаметр ствола у основания 20,7 см, возрастной диапазон составил от 29 до 170 лет, средний возраст – 100,2 года.

Распределение особей *J. polycarpus* по группам календарных возрастов в цумадинской популяции имеет правостороннюю асимметрию с максимальным значением в группе молодых особей (до 50 лет): 44,1% до 50 лет, 29,7% особей 51-100 лет, 15,4% – 101-150 лет, 7,2% – 151-200 лет, 2,6% – 201-250 лет и по 0,5% в диапазоне от 300 до 349 и 350 до 400 лет. Линия аппроксимации распределения особей по онтогенетическим состояниям имеет кривую близкую к нормальному распределению, в вершине молодых генеративных особей (g1).

То есть наблюдается смещение спектров особей по абсолютным возрастам и возрастным состояниям (см. рис. 2).

Линия аппроксимации распределения особей по календарному возрасту, имеет вид ветви гиперболы I части координатной четверти, что указывает на преобладание в популяции молодых особей.

Такое расхождение линий аппроксимации может свидетельствовать как о молодости популяций, так и о раннем вступлении в генеративную фазу. Для данной популяции возраст вступления в генеративный период 15 лет.

Особи в ценопопуляции отличаются высоким виталитетом – 85,6% (4 балла – 40,5%, 5 баллов – 45,1%). Особей с низкой жизненностью несколько меньше (1,5% - 2 балла 12,8% - 3 балла).

Виталитетная структура ценопопуляций оценена и по виталитету особей в разных возрастных состояниях (табл. 2). Виталитетная оценка по онтогенетическим состояниям отражает закономерные физиологические процессы и разнообразие экологических взаимосвязей. Усыхающие и ослабленные особи в популяции единично представлены во всех онтогенетических состояниях, за исключением pl и j, несколько больше их количество в v и g1 состояниях. Для большей части проростков уровень жизненности составляет 4 балла, в связи с неустойчивостью во внутри- и межвидовых взаимоотношениях. Для поздних генеративных и субсенильных возрастных состояний максимум особей с хорошим уровнем жизненности связан со снижением физиологической активности.

Таблица 2

Виталитетный спектр для особей *J. polycarpus* разных стадий онтогенеза (%)

Возрастные состояния	Уровень виталитета				
	1	2	3	4	5
pl	0	0	0	3.6	0.5
j	0	0	0	2.1	5.1
im	0	0	0.5	1.0	2.1
v	0	0.5	4.6	9.2	6.2
g1	0	0.5	4.1	9.7	23.1
g2	0	0	1.5	7.2	7.7
g3	0	0	1.5	4.6	0
ss	0	0.5	0.5	3.1	0.5

Преобладание виргинильных особей с уровнем жизненности «4» возможно имеет связь с наибольшим процентом (85%) пораженных особей этой группы *Arceuthobium oxycedri* (DC.) M.Bieb., при общем диапазоне поражения в разных онтогенетических группах от 44% в субсенильной группе (ss) до 85% в виргинильной группе(v).

То есть, на данной популяции подтверждается ранее установленный факт [2] поселения полупаразита на молодых здоровых растениях, в фазе ростовой и физиологической активности, но со слабым развитием покровных тканей для беспрепятственного внедрения и поселения на растении-хозяине.

Выводы

Возрастная структура цумадинской ценопопуляции высокогорного Дагестана, насчитывающая 30 тыс. особей [6], проанализирована на 195 деревьях. В ценопопуляции преобладают особи генеративных (60%) возрастных состояний. Ценопопуляция нормальная полночленная.

Возраст деревьев *J. polycarpus* в ценопопуляции достигает 364 года, из которых 44,1% особей в возрасте до 50 лет. Распределение особей по абсолютным возрастам и онтогенетическим состояниям имеют смещенные спектры, что указывает на большое количество молодых особей в популяции, а также на раннее вступление особей в генеративную фазу (15 лет).

Уровень виталитета жизненности особей в ценопопуляции высокий (5 баллов – 45,1%, 4 балла – 40,5%). Для отдельных групп (особи виргинильного возрастного состояния) снижение виталитетной оценки связываем с 85% поражением полупаразитом *Arceuthobium oxycedri*.

Список литературы

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 3. – С.51-57.
2. Асадулаев З.М., Маллалиев М.М., Садыкова Г.А. Распространение и вредоносность полупаразита арцеутобиума можжевельникового (*Arceuthobium oxycedri* (DC.) Vieb.) на можжевельнике продолговатом (*Juniperus oblonga* Vieb.) в Дагестане // Вестник ДНЦ. – 2016. – № 62. – С. 9-14.
3. Асадулаев З.М., Садыкова Г.А. Структурная и ресурсная оценка природных популяций можжевельника продолговатого (*Juniperus oblonga* Vieb.) в Дагестане. – Махачкала: Наука ДНЦ, 2011. – 216 с.
4. Григорян А.А. Материалы первого всесоюзного совещания по «Арчовой проблеме». – Ереван. – 1976. – 211 с.
5. Кеңховели Н.Н. Ксерофитные (аридные) редколесья. Растительность Европейской части СССР. – Л: Наука. 1980. – С. 273-276.
6. Красная книга Республики Дагестан. – Махачкала: Типография ИП Джамалудинов М.А., 2020. – 800 с.
7. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. – М.- Л. – 1950. – Вып. 1. – С. 465-483.
8. Садыкова Г.А., Алиев Х.У., Нешатаева В.Ю., Амирханова Н.А. Сообщества *Juniperus excelsa* Vieb. subsp. *polycarpus* (Cupressaceae) Высокогорного Дагестана // Ботанический журнал. – 2018. – № 12. – С. 1512-1537. DOI: 10.1134/S0006813618120025
9. Садыкова Г.А., Асадулаев З.М., Алиев Х.У. О статусе краснокнижных видов *Juniperus* L. в Дагестане // Труды XIII съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». 16-22 сент. 2013 г. – Тольятти, 2013. – Т. 3. – С.48-49.
10. Смирнова О.В., Чистякова А.А., Истомина И.И. Квазисенильность как одно из проявлений фитоценотической толерантности растений // Журн. общей биологии. – 1984. – Т. 45. – № 2. С. 216-225.

Статья поступила в редакцию 23.07.2023 г.

Amirkhanova N.A., Sadykova G.A. Age structure of *Juniperus polycarpus* C. Koch in the high-mountain cenopopulation of Dagestan // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2023. – № 149. – P. 81-88

The article presents the results of studying the age and ontogenetic structure of the high-mountain cenopopulation of the rare tree species *Juniperus polycarpus* C. Koch. The calendar age is determined by the index obtained as the ratio of the number of growth rings to the radial growth of the trunk, the age conditions are estimated by the biomorphological structure of the crown, the index of biometric indicators of the crown, vitality, infestation, the level of seed production and the quality characteristics of shoots and leaves (needle or scaly needles, color needles, delicacy or sparseness of the crown). The calendar age of individuals in the cenopopulation reaches 364 years, with a maximum of individuals (44.1%) under the age of 50 years. The ontogenetic spectrum of the cenopopulation is normal full-membered with a predominance of individuals of generative (60%) age conditions. The distribution of individuals by absolute ages and age condition has shifted spectra, which indicates a large number of young individuals in the population, as well as an early entry of individuals into the generative phase.

Key words: *cenopopulations; Juniperus polycarpus* C. Koch; *age structure; ontogenetic structure; highland Dagestan; Arceuthobium oxicedri*