

УДК 574.24; 58.01/.07; 58.02

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-143-64-71

СЕЗОННЫЙ РОСТ ПОБЕГОВ *JUNIPERUS EXCELSA* М.-ВИБ. В ГОРНОМ КРЫМУ

Юрий Владимирович Плугатарь, Олеся Олеговна Коренькова,
Владимир Петрович Коба

ФГБУН «Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН» 298648,
Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: o.o.korenkova@mail.ru

В статье приведены результаты изучения сезонного роста побегов *Juniperus excelsa* М.-Bieb. В связи с особенностями погодных и орографических условий произрастания. Установлено, что на рост вегетативных органов можжевельника наиболее заметное влияние оказывает количество осадков в период с февраля по июнь. Максимальный прирост побегов отмечен в 2021 г., который характеризовался повышенным количеством атмосферных осадков. В западной части насаждений Горного Крыма годовой прирост выше в сравнении с центральной и восточной. Определена степень влияния орографических факторов. Установлено, что сила влияния высоты места произрастания составляет 43%, в засушливые годы интенсивность влияния данного фактора снижается. Выявлена связь величины годового прироста побегов *Juniperus excelsa* М.-Bieb. с показателями почвенных условий и экспозиции склона. На склонах с восточной и юго-западной экспозициями величина прироста выше по сравнению с другими экспозициями.

Ключевые слова: прирост побегов; осадки; лесорастительные условия; популяция; *Juniperus excelsa* М.-Bieb

Введение

Среди крымских можжевельников, *Juniperus excelsa* М.-Bieb. – самый многочисленный из лесообразующих пород. При этом его ареал разорван и представлен в горных ландшафтах Крыма отдельными локалитетами от Инкермана до Судака.

Juniperus excelsa включен в Красную книгу Республики Крым и Красную книгу города Севастополя в статусе «сокращающийся в численности». Отмечено, что возобновление вида лимитировано пониженной семенной продуктивностью и антропогенным прессингом. В результате чего, возникает необходимость в более детальном изучении вопросов роста и развития особей в популяции и, как следствие, разработки комплекса мероприятий по их поддержанию и восстановлению [5, 6].

В настоящее время в Крыму остро стоят вопросы аридизации климата и почвенной эрозии. Можжевельниковые формации во многом смягчают последствия этих неблагоприятных факторов. Они также имеют большое рекреационное значение. К сожалению, ценность можжевельниковых лесов, как важнейшего элемента природно-ресурсного потенциала, не в полной мере учитываются при ведении лесного хозяйства в Горном Крыму. Многие лесохозяйственные мероприятия ограничиваются лишь пассивной охраной природных популяций. В последнее время, в связи с проблемами водообеспечения, все большую актуальность приобретает вопрос сохранения лесных экосистем с целью повышения эффективности естественного регулирования гидрологического режима в водосборных ландшафтах, снижения эрозии почв, в целом улучшения экологической обстановки региона [9].

Влияние экологических факторов на рост и развитие растений проявляется в различной степени: одни факторы (ведущие) оказывают более сильное воздействие, другие (второстепенные) действуют слабее. Реакция растений на изменяющиеся условия среды выражается в способности приобретать выносливость, выраженную в пластичности структур и функций, выработке адаптивных изменений строения и

процессов жизнедеятельности [2, 3, 12]. Целью проведенных исследований явилась оценка динамики годового прироста побегов *Juniperus excelsa* в связи с особенностями погодных и эдафо-орографических условий.

Объект и методы исследования

Изучение прироста побегов *J. excelsa* проводили на 27 пробных площадях (ПП) размером 0,2 га, закладка которых была проведена в природных популяциях на высотах от 25 до 620 м н.у.м. (рис. 1).



Рис. 1 Схема расположения пробных площадей в популяциях *Juniperus excelsa* M.-Bieb. в Горном Крыму

Пробные площади охватывают регион от Севастополя до Судака и размещены в различных эдафо-орографических условиях.

Закладку пробных площадей и выделение модельных деревьев (по 10 на каждой пробной площади) проводили с использованием общепринятых в лесоводстве и геоботанике методик. Годовой прирост побегов изучали на ветвях южной части кроны модельных деревьев. По каждому побегу определяли прирост за текущий год и за два предшествующих [4]. Прирост побега текущего года, образован зеленой молодой хвоей. По морфологическим признакам она не отличается от хвои предыдущих периодов вегетации. Побег предшествующего года образован неодревесневшей хвоей светло-коричневого цвета. Периферические ткани хвои в процессе развития становятся более плотными. При этом хвоя все еще содержит смолу. В возрасте двух лет побег сложен одревесневшей хвоей темно-коричневого цвета, которая очень плотная и сухая, при этом с наружной стороны все еще прослеживается продолговатая железка. Вершина хвои остроконечная. Последующая часть побега отличается одревесневшей хвоей серо-коричневого цвета, железки на ней отсутствуют. При проведении наблюдений длина этой части побега не измерялась, т.к. в данной ситуации однозначно выделить прирост отдельного года не представляется возможным [4].

Оценку типов лесорастительных условий проводили на основе анализа структуры и состава травянистых растений, характеризующих богатство и влажность почвы. Среди растений индекаторов можно выделить: *Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. *Asphodeline lutea* (L.) Rechb. и *A. taurica* (L.) Rechb., *Carex humilis* Leyss. и *C. nitida* Host, *Elytrigia scythica* (Nevski) Nevski, *Inula ensifolia* L., *Geranium sanguineum* L., *Linum tenuifolium* L., *Orchis simia* Lam., *Paeonia tenuifolia* L. и *P. daurica* Andrews, *Potentilla recta* L., *Ruscus aculeatus* L., *Sedum acre* L., *Stipa capillata* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Thymus callieri* Borb. [9]. Частоту встречаемости растений определяли глазомерно, используя при этом шкалу О. Друде. При характеристике количественного участия видов использовали балльную шкалу обилия видов Ж. Браун-Бланке [8]. С использованием методики П.С. Погребняка (1968 г.) определяли типы условий местопроизрастания [10] (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пробных площадей в насаждениях *Juniperus excelsa* М.-Bieb.

№ ПП	Расположение ПП	Высота н.у.м.	Экспозиция склона	Эдатоп	Тип леса
1	г. Курт-Кая	300	Ю-З	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
2	г. Курт-Кая	470	Ю-З	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
3	г. Толака-Баир	620	З	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
4	г. Кара-Даг	415	С-В	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
5	г. Кара-Даг	515	В	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
6	г. Кара-Даг	495	В	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
7	г. Самналых	365	Ю	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
8	окр-сти с. Широкое	295	З	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
9	г. Кучук-Коль-Бурун	360	Ю-В	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
10	г. Каяташ	385	Ю	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
11	г. Чирка-Каясы	160	Ю	A ₁	Сухой можжевельниковый бор
12	окр-сти г. Инкерман	115	Ю	C ₁	Сухой можжевельниковый сугрудок
13	окр-сти г. Инкерман	100	З	C ₁	Сухой можжевельниковый сугрудок
14	ур. Батилиман	115	Ю	C ₁	Сухой сосново-можжевельниковый сугрудок
15	г. Сарыч	105	Ю-З	C ₁	Сухой можжевельниковый сугрудок
16	г. Дракон	170	Ю-В	C ₁	Сухой можжевельниковый сугрудок
17	г. Кошка	195	З	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
18	г. Крестовая	165	Ю-З	C ₁	Сухой можжевельниковый сугрудок
19	м. Мартьян	110	Ю	C ₁	Сухой дубово-можжевельниково-фисташковый сугрудок
20	окр-сти п.г.т. Масандра	415	Ю-З	A ₁	Сухой можжевельниковый бор
21	б. Семидворская	70	Ю-В	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
22	г. Япул-Бурун	25	Ю-В	A ₁	Сухой можжевельниково-дубовый бор
23	г. Папая-Кая	40	С-В	B ₁	Сухая можжевельниковая суборь
24	г. Коба-Кая	65	В	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
25	г. Коба-Кая	75	З	B ₀	Очень сухая можжевельниковая суборь
26	г. Сокол	95	Ю-В	C ₁	Сухой сосново-можжевельниковый сугрудок
27	г. Каршигерс	100	З	C ₁	Сухой можжевельниково-дубовый сугрудок

При оценке влияния погодных условий на величину годового прироста побегов, пробные площади были разделены на три группы: западную, восточную и южнобережную, которую можно также определять, как центральную. В западную группу вошли ПП № 1-13; в восточную – № 22-27, а в южнобережную – пробные площади с 14 по 21.

Для западной группы использовали данные Севастопольской метеорологической станции № 33991; для восточной и южнобережных групп – Феодосийской (№ 33976) и Ялтинской (№ 33990). Полученные результаты обрабатывали, используя методы вариационной статистики [7].

Результаты и обсуждение

J. excelsa двудомное, реже однодомное дерево высотой до 20-25 м. Хвоя на взрослых особях обычно чешуевидная, черепитчатая длиной 0,5-1,5 и шириной 0,5-1 мм. Шишковаягоды в диаметре 6-12мм созревают на второй год, содержат по 3-6 семян, 4-6 мм длиной и 3-4 мм шириной. Распространен *J. excelsa* в Албании, Болгарии, Греции, России, Азербайджане, Грузии, Кипре, Иране, Ираке, Ливане, Сирии, Турции (табл. 2).

Таблица 2

Величина годового прироста *Juniperus excelsa* M.-Bieb. в Горном Крыму

№ ПП	2021		2020		2019	
	L ± l, см	V (%)	L ± l, см	V (%)	L ± l, см	V (%)
1	6,88 ± 0,61	25,4	4,25 ± 0,52	33,1	3,11 ± 0,37	33,4
2	6,73 ± 0,37	9,5	5,87 ± 0,59	16,8	4,33 ± 0,32	29,0
3	6,14 ± 0,49	24,2	3,76 ± 0,30	23,8	3,24 ± 0,25	22,8
4	3,47 ± 0,35	26,9	3,30 ± 0,24	19,5	3,36 ± 0,26	20,5
5	5,87 ± 0,29	12,1	3,1 ± 0,38	29,7	3,07 ± 0,43	34,2
6	5,96 ± 0,61	20,3	1,55 ± 0,18	22,7	1,2 ± 0,14	24,5
7	5,00 ± 0,33	13,1	3,12 ± 0,57	36,2	2,93 ± 0,48	32,6
8	3,16 ± 0,41	29,6	2,38 ± 0,46	43,5	2,38 ± 0,28	26,3
9	6,40 ± 0,42	15,9	4,40 ± 0,22	11,9	3,2 ± 0,28	21,2
10	5,45 ± 0,24	8,80	3,65 ± 0,80	43,8	3,08 ± 0,68	43,9
11	4,08 ± 0,35	16,9	3,02 ± 0,39	26,2	2,33 ± 0,23	19,6
12	5,06 ± 0,11	6,9	3,24 ± 0,22	21,8	2,44 ± 0,30	38,1
13	4,31 ± 0,23	14,0	2,61 ± 0,24	23,9	2,27 ± 0,29	33,6
Западная группа	5,29 ± 0,17	28,4	3,34 ± 0,14	37,8	2,89 ± 0,11	33,8
Кол-во осадков, мм	375		255		217	
14	3,73 ± 0,30	22,7	1,81 ± 0,30	46,8	1,68 ± 0,13	22,1
15	3,45 ± 0,12	11,1	1,93 ± 0,12	20,0	1,77 ± 0,13	22,6
16	4,25 ± 0,18	10,4	2,30 ± 0,29	35,3	1,97 ± 0,24	29,8
17	4,00 ± 0,50	28,8	2,32 ± 0,34	36,2	1,95 ± 0,25	31,4
18	3,88 ± 0,39	26,7	2,61 ± 0,19	18,8	2,11 ± 0,18	22,9
19	3,50 ± 0,43	29,9	1,83 ± 0,22	28,9	1,65 ± 0,20	29,4
20	3,80 ± 0,23	15,7	2,67 ± 0,25	24,3	2,04 ± 0,10	13,5
21	3,32 ± 0,16	14,3	2,44 ± 0,19	23,1	2,03 ± 0,17	25,3
Южно-береж. гр.	3,71 ± 0,10	20,8	2,24 ± 0,09	31,6	1,92 ± 0,07	24,3
Кол-во осадков, мм	322		208		156	
22	3,20 ± 0,16	13,0	2,39 ± 0,21	23,3	2,54 ± 0,11	11,1
23	2,93 ± 0,53	30,9	2,59 ± 0,23	24,7	2,70 ± 0,47	38,3
24	3,15 ± 0,18	16,8	1,98 ± 0,12	18,5	2,04 ± 0,18	26,6
25	3,28 ± 0,11	8,0	1,98 ± 0,25	30,1	2,55 ± 0,26	25,2
26	2,95 ± 0,31	33,1	2,00 ± 0,26	40,8	2,31 ± 0,19	29,6
27	5,66 ± 0,25	10,0	2,42 ± 0,47	43,6	3,44 ± 0,26	17,1
Восточная группа	3,37 ± 0,17	34,4	2,22 ± 0,11	31,3	2,6 ± 0,12	35,3
Кол-во осадков, мм	437		153		250	

Занимает местообитания от горных хвойных лесов до верхних горных степей с преобладанием ксерофитов, в высотном диапазоне от 0 до 3950 м н.у.м. Образует леса с

Pinus gerardiana Wall. ex D.Don, *Pinus wallichiana* A.B.Jacks., *Cedrus deodara* (Roxb. ex D.Don) G.Don, *Abies pindrow* (Royle ex D.Don) Royle. В лиственных лесах встречается совместно с *Juglans nigra* L., *Malus sieversii* (Ledeb.) M.Roem., *Carpinus* sp., *Crataegus* sp., *Prunus* sp., *Sorbus* sp. В высокогорьях образует чистые можжевельниковые редколесья на осыпях и выходах материнской породы [13-15].

В процессе исследования проводился анализ прироста побегов в период 2019-2021 гг. Установлено, что минимальный прирост наблюдался у растений южнобережной группы, который в 2019 г. составил 1,92 см (см. табл. 2). Максимальный прирост был отмечен в западной группе – 5,29 см в 2021 г.

Существенное отличие прироста побегов (почти в 3 раза) связано с погодными условиями различных вегетационных периодов, в частности, количеством выпавших осадков. По данным К.А. Сергеевой [11], наиболее критическим периодом в жизни растения является период роста побегов. В это время значительное влияние на состояние растений оказывает дефицит влаги и минеральных веществ.

Рост побегов можжевельника начинается в первой декаде марта и заканчивается в конце июня. Установлено, что в 2021 г. в период с февраля по июнь характеризовался большим количеством осадков (практически в два раза) на всей территории Крыма, нежели два предыдущих года. По данным метеостанций г. Севастополь и г. Ялта 2019 г. был наиболее засушливым, количество осадков в период роста побегов составляет 217 и 156 мм соответственно. В г. Феодосия минимальное количество осадков отмечено в 2020 г. и составило 153 мм.

На рисунке 2 достаточно четко просматривается зависимость годового прироста побегов *J. excelsa* от количества осадков в период с февраля по июнь, коэффициент корреляции составил 0,99.



Рис. 2 Прирост побегов *Juniperus excelsa* М.-Bieb. и количество атмосферных осадков

С повышением количества атмосферных осадков в период роста побегов увеличивается и их прирост. Подобная связь прослеживается и в восточном районе

наблюдений, здесь минимальный прирост отмечен в засушливый для данного региона 2020 г. При этом из рисунка 2 и таблицы 2 видно, что в 2021 г. в период роста побегов на метеостанции г. Феодосия зафиксировано максимальное, для трех территорий, количество осадков, а среднегрупповая величина годового прироста побегов в исследуемом году – минимальная.

Известно, что на прирост побегов древесных растений, кроме климатических условий, могут оказывать влияние и ряд других факторов, среди которых важное значение имеет высота над уровнем моря. В засушливый год влияние высоты над уровнем моря на развитие особей проявляется незначительно [1]. С использованием дисперсионного анализа установлено, что сила влияния фактора (высоты над уровнем моря) в 2021 г. составила 43% ($F_{\phi}=22,41$; F_{st} при 1%=2,80; $k_A=6$; $k_e>200$), в засушливые годы – 22-23% ($F_{\phi}=7,33-8,50$). Для дальнейшего анализа результатов исследований использовались данные 2021 года. Было выявлено, что с повышением высоты над уровнем моря наблюдается увеличение годового прироста побегов, коэффициент корреляции составил 0,92 (рис. 3). Минимальный прирост был отмечен на высоте 40 м н.у.м. и составляет 2,93 см. Максимальный прирост зафиксирован у особей западной группы и в среднем имел величину 5,29 см. Данная группа растений характеризуется наиболее высоким месторасположением.

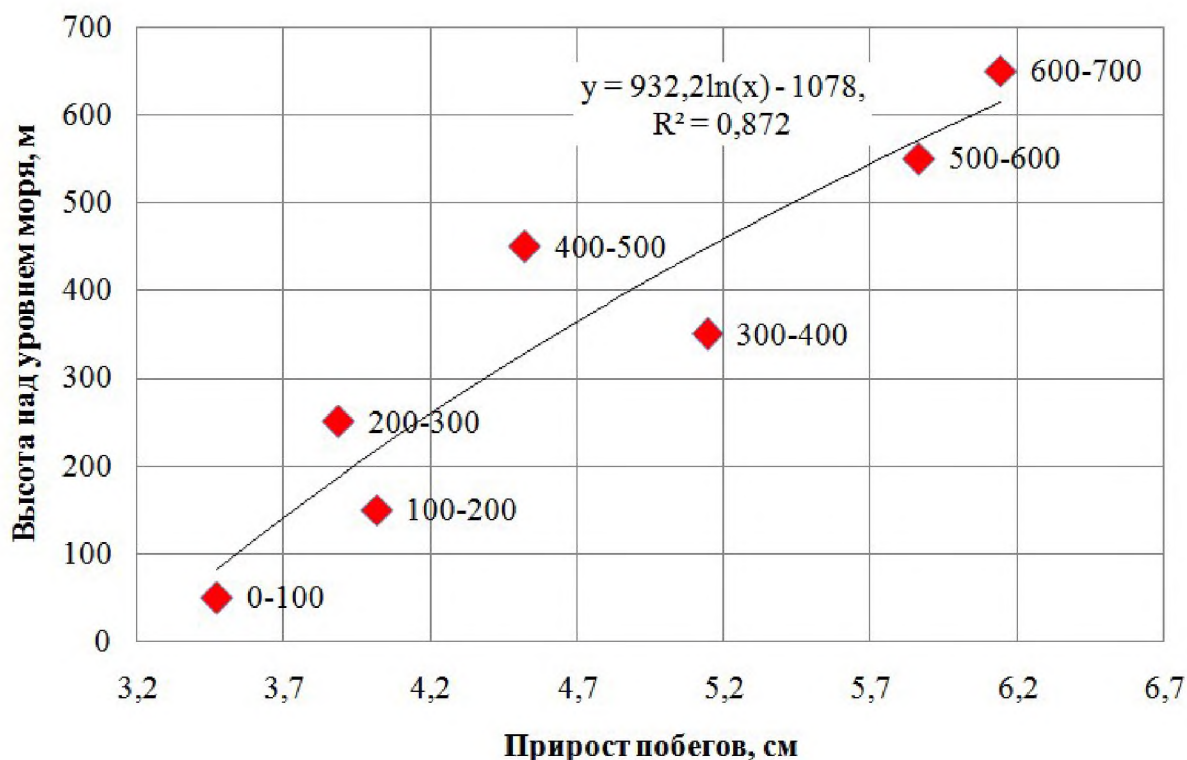


Рис. 3 Связь прироста побегов *Juniperus excelsa* M.-Bieb. с высотой над уровнем моря местопроизрастания

Кроме высоты над уровнем моря, на величину годового прироста побегов *J. excelsa* оказывают влияние и эдафические условия. Сравнительный анализ годового прироста побегов показал, что влияние эдаптона выражено значительно слабее нежели два предыдущих фактора и составляет 19% ($F_{\phi}=14,62$; F_{st} при 1%=3,78; $k_A=3$; $k_e>200$). Максимальный годовой прирост побегов (3,6 см) наблюдался на пробных площадях с эдаптоном В₁, минимальный прирост (2,3 см) – на В₀ и С₁.

По данным, Т.К. Горышиной, наряду с высотой над уровнем моря условия для роста и развития растений в горах определяются экспозицией склонов. В ходе проведенных исследований, установлено, что сила влияния экспозиции склона выражена незначительно – 6% ($F_{\phi}=2,29$; F_{st} при 5%=2,21; $k_A=5$; $k_e>200$) вне зависимости от условий вегетационного периода. Минимальный показатель годового прироста (3,7 см) наблюдался на склонах с северо-восточной экспозицией. На участках с южной и юго-восточной экспозицией прирост побегов был существенно выше – 4,43 см и 3,82 см соответственно. На пробных площадях с восточной, юго-западной экспозициями отмечается одинаковый средний максимальный прирост – 4,67 см. Подобная зависимость объясняется различием тепло- и влагообеспеченности участков. Можно предположить, что на территориях с восточной и юго-западной экспозициями соблюдается оптимальное соотношение прогревания воздуха и почвы с режимом увлажнения (в частности, скоростью снеготаяния и иссушения почвы) [2].

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что наиболее существенное влияние на сезонный прирост побегов *J. excelsa*, в условиях Горного Крыма, оказывает количество осадков в период с февраля по июнь. Максимальный прирост побегов отмечался у особей западной группы в 2021 г. и составил 5,29 см, который характеризовался повышенным количеством атмосферных осадков (375 мм).

В меньшей степени величина прироста побегов зависит от высоты над уровнем моря. Сила влияния высоты местопроизрастания составляет 43%. В засушливые годы уровень влияния гипсометрического фактора заметно снижается. В западной части насаждений Горного Крыма годовой прирост выше в сравнении с центральной и восточной.

Выявлена достоверная зависимость величины годового прироста побегов *J. excelsa* от почвенных условий и экспозиции склона территории местопроизрастания. Сила влияния этих факторов составляет 19% и 6% соответственно. Наиболее благоприятными для роста вегетативных органов *J. excelsa* являются участки склонов восточной и юго-западной экспозиции. По характеристике лесорастительных условий в экотопах сухих суборей наблюдается увеличение показателей годового прироста побегов *J. excelsa*. Его величина составляет 3,61 см.

Список литературы

1. Барри Р.Г. Погода и климат в горах. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 311 с.
2. Горышина Т.К. Экология растений: Учеб. пособие – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.
3. Донец Е.В. Особенности влияния режима осадков на годичный прирост сосны обыкновенной в условиях юго-западной части Крапивинского нефтяного месторождения // Омский научный вестник. – 2014. – №1 (128). – С. 149-151.
4. Коренькова О.О. Биолого-экологические особенности роста и развития *Juniperus foetidissima* Willd. в горном Крыму: дисс. канд. биол. наук: 03.02.08 / ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». – Ялта, 2017. – 169 с.
5. Красная книга города Севастополя. – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. – 432 с.
6. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / отв. ред. д.б.н., проф. А. В. Ена и к.б.н. А. В. Фатерыга. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.

8. Методы изучения лесных сообществ / отв. ред. В. Т. Ярмишко, И. В. Лянгузова. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
9. *Плугатарь Ю.В.* Леса Крыма: Монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 385 с.
10. *Погребняк П.С.* Общее лесоводство. – М.: Колос, 1968. – 440 с.
11. *Сергеева К.А.* Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. – М.: Наука, 1971. – 174 с.
12. *Al Farsi Kh.A.A.Y., Lupton D., Hitchmough J.D., Cameron R.W.F.* How fast can conifers climb mountains? Investigating the effects of a changing climate on the viability of *Juniperus seravschanica* within the mountains of Oman, and developing a conservation strategy for this tree species // Journal of Arid Environments. – 2017. – Vol. 147. – P. 40-53. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2017.07.020.
13. *Adams R.P.* The *Junipers* of the world: The genus *Juniperus*. 4sd ed. – Trafford Publ., Victoria, BC, 2014. – 422 p.
14. *Farjon A.A.* Handbook of the World's Conifers – Brill: Leiden & Boston, 2017. – 1154 p.
15. *Yousefi S., Avand M., Yariyan P.* Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excelsa* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran // Ecological Informatics. – 2021. – Vol. 65. – P. 101427. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2021.101427

Статья поступила в редакцию 01.03.2022 г.

Plugatar Yu.V., Korenkova O.O., Koba V.P. Seasonal growth of *Juniperus excelsa* M.-Bieb. in the Mountain Crimea // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2022. – № 143. – P. 64-71

The article presents the results of studying the seasonal growth of *J. excelsa* shoots in connection with the peculiarities of the weather and orographic conditions of growth. It has been established that the growth of juniper vegetative organs is most significantly affected by the amount of precipitation in the period from February to June. The maximum growth of shoots was noted in 2021, which was characterized by an increased amount of precipitation. In the western part of the plantations of the Crimean Mountains, the annual increase is higher in comparison with the central and eastern ones. The degree of influence of orographic factors is determined. It has been established that the strength of the influence of the height of the place of growth is 43%; in dry years, the intensity of the influence of this factor decreases. The relationship between the annual increase in shoots of *J. excelsa* and the indicators of soil conditions and slope exposure was revealed. On slopes with eastern and southwestern exposures, the increase is higher compared to other exposures.

Key words: *growth of shoots; precipitation; forest conditions; population; Juniperus excelsa*