



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

16 / 2021



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

16 / 2021

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
Т. С. Мамедов
В. Н. Решетников

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2021 А. А. Прохоров

На обложке:

The heritage landscape of Melbourne Gardens against the skyline of Melbourne City. The stunning Guilfoyle's Volcano (Cacti and Succulent collection) is in the foreground.

Source: Royal Botanic Gardens Victoria

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2021

Дендрохронологические методы в изучении видов флоры Азербайджана

БАГИРОВА Самира Бехбуд кызы	Институт Дендрологии НАН Азербайджана, ул. С. Есенина, 89, Баку, Мардакан, Az1044, Азербайджан <i>samira.baqirova.2013@mail.ru</i>
ГАСАНОВА Минара Юнис	Институт Дендрологии НАН Азербайджана, ул. С. Есенина, 89, Баку, Мардакан, Az1044, Азербайджан <i>minare.hasanova@inbox.ru</i>

Ключевые слова:
дендрохронология,
дендроиндексация,
радиальный рост, древесина

Аннотация: Авторами осуществлен дендрохронологический анализ перспективных видов из различных регионов Азербайджана, изучено влияние неблагоприятных климатических факторов, выявлено влияние абиотических факторов и показана взаимосвязь между количественными и качественными показателями радиального роста древесных пород. Объекты исследования – *Cupressus sempervirens* L., *Pinus halepensis* Mill., *Acacia dealbata* Lin., *Pinus brutia* var. *eldarica* (Medw.) Silba. В результате дендрохронологического анализа изученных видов было выявлено, что радиальный рост годичных колец идет более интенсивно в молодом и репродуктивном возрасте.

Получена: 26 февраля 2021 года

Подписана к печати: 18 декабря 2021 года

Введение

Среди новых методов и технологий, используемых при изучении лесов Азербайджана, большую роль играют методы дендрохронологических исследований и дендроиндексации. Эти методы позволяют наблюдать за динамикой роста деревьев и формировать модели продуктивности лесов (Ваганов, 1978; Багирова, 2019).

Объекты и методы исследований

Климат Апшерона

Исследования проводились на Апшеронском полуострове Азербайджана (40°27'49" с. ш. 49°57'27" в. д.; высота над уровнем моря от -26 до 310 метров). Основная часть территории относится к типу сухого субтропического климата, для которого характерно сухое лето, влажная и мягкая зима (табл. 1, рис. 1).

Годовая сумма общей радиации составляет 0,2 мкЗв/час. Среднегодовая температура воздуха составляет 13-17° С.

Средняя годовая относительная влажность составляет 76-82 %. Среднегодовое количество осадков составляет 170-270 мм. Большая часть осадков выпадает осенью и зимой. В таблице 2 приведены данные о количестве осадков в 2014-2020 гг.

Таблица 1. Климатические характеристики Апшеронского полуострова (поселок Мардакян)

Table 1. Climatic characteristics of the Absheron Peninsula (Mardakjan)

Месяц Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя температура (° C)	6.2	5.9	7.8	11.3	17	22.6	26	26.8	23	17.9	12.2	8.4
Минимальная температура (° C)	4.7	4.4	6.1	9.5	14.9	20.4	23.8	24.6	21	16.1	10.7	7.1
Максимальная температура (° C)	7.3	7.1	9.2	12.8	18.7	24.3	27.7	28.5	24.6	19.3	13.4	9.5
Норма осадков (мм)	27	26	23	22	14	6	6	6	18	29	38	32
Влажность (%)	78 %	80 %	81 %	82 %	81 %	74 %	71 %	70 %	70 %	73 %	76 %	77 %
Дождливые дни (Д)	5	4	4	4	2	1	1	1	3	5	6	5

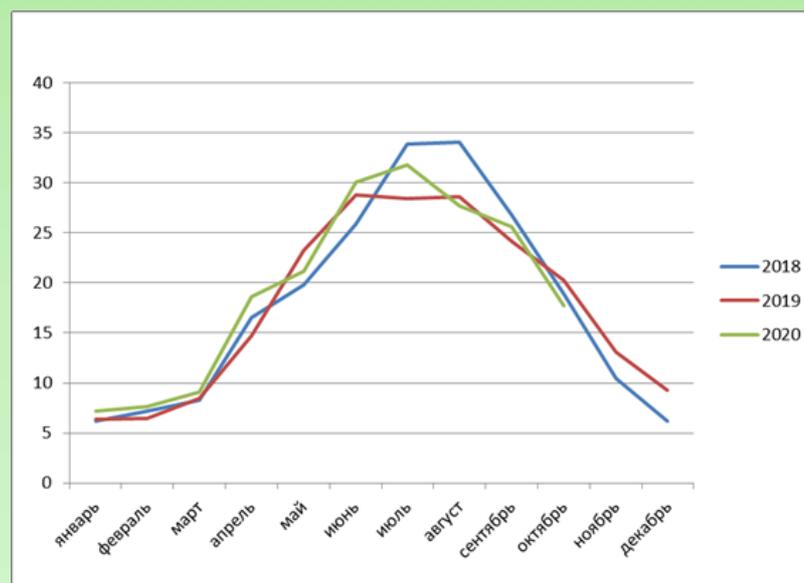


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха (° C) на Апшеронском полуострове в 2018-2020 гг.

Fig. 1. Average monthly air temperature (° C) on the Absheron Peninsula in 2018-2020.

Таблица 2. Количество осадков в 2014-2020 гг. (пос. Мардакян)

Table 2. Monthly precipitation in 2014-2020 (Mardakjan)

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма
2014	5,6	8,2	9,8	16,7	20,5	24,4	25,7	28,9	24,7	17,8	10,3	6,1	198,7
2015	6,2	6,4	8,2	16,9	19,5	26,1	27,5	26,9	25,9	17,2	9,8	7,9	198,5
2016	5,9	7,3	12,3	14,1	17,7	22,3	27,7	28,1	26,4	18,1	10,2	8,3	198,4
2017	5,7	7,5	13,0	13,8	18,0	23,4	28,0	29,8	30,1	22,0	11,2	8,9	211,4
2018	6,2	7,2	8,3	16,5	19,8	25,9	33,9	34,1	26,8	18,9	10,5	6,2	214,3
2019	6,4	6,5	8,5	14,7	23,3	28,8	28,4	28,6	24,2	20,3	13,1	9,3	212,1

2020	7,2	7,6	9,1	18,6	21,2	30,1	31,8	27,7	25,6	17,7	14,4	8,0	219
------	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----

Объекты исследований

Образцы были взяты из ствола видов *Cupressus sempervirens* L., *Pinus halepensis* Mill., *Acacia dealbata* Lin., *Pinus brutia* var. *eldarica* (Medw.) Silba. возрастом 40-50 лет с помощью буравов Suunto. Всего было взято 9 проб, образцы помещали в заранее подготовленные бумажные контейнеры, затем сушили в лаборатории и приклеивали к деревянным основам. Это упрощает процесс полировки поверхности (рис. 2).

Для исследования годичных колец по методике (Cook, Kairiutstis, 1990) использовался прибор LINTAB 6 (RINNTECH).

С помощью программного обеспечения TSAP-Win™, включающего метод Crossdating (Brookhouse, Brack, 2006) определена степень совместимости между рядами годичных колец. Чтение годичных колец проводили по методике Ф. Х. Швейнгрубера (Schweingruber, 1996). Специальное статистическое программное обеспечение использовалось для измерения и оценки годичных колец.

В работе использованы различные литературные сведения, сведения из интернета, методики и данные собственных исследований авторов.



Рис. 2. Взятие кернов, сушка извлеченных образцов и дендрохронологический анализ.

Fig. 2. Core sampling, drying of recovered samples and dendrochronological analysis.

Результаты и обсуждение

На основе данных дендрохронологических исследований выявлялась связь между абиотическими факторами и ежегодным приростом древесины изученных родов, дан анализ эколого-климатической зависимости этих пород.

Результаты дендрохронологических исследований подтверждают, что годовой прирост ствола у исследуемых видов сопряжен с эколого-климатическими условиями. Среди климатических факторов наибольшее значение имеет годовое количество осадков.

Характер роста годичных колец зависит от климатических факторов, времени года. Надо отметить, что анализ с учетом плотности и цвета древесины между годичными кольцами более корректен (Metsaranta, Lieffers, 2009; Багирова, 2019). Широкие годичные кольца свидетельствуют о благоприятных климатических условиях для роста растения, а узкие годичные кольца - о менее благоприятных условиях. Первая (внутренняя) часть годичного кольца более рыхлая и светлая, вторая (наружная) - более плотная и темная (рис. 3). Клетки, составляющие раннюю древесину, имеют более тонкие стенки и широкие полости, клетки поздней древесины - более толстые стенки и узкие полости. Переход от ранней древесины к поздней, как правило, постепенный, а от поздней к ранней, образовавшейся в следующем вегетационном периоде, четко выраженный.

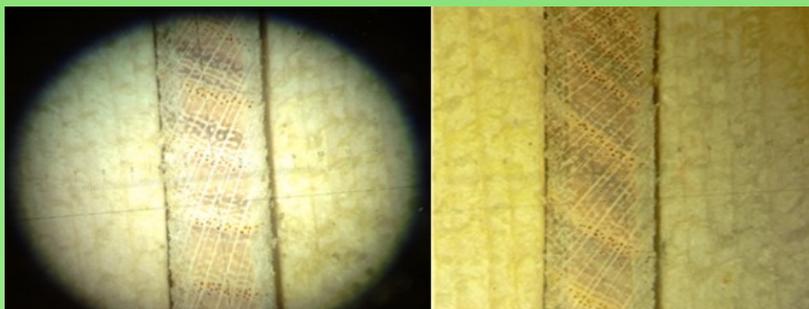
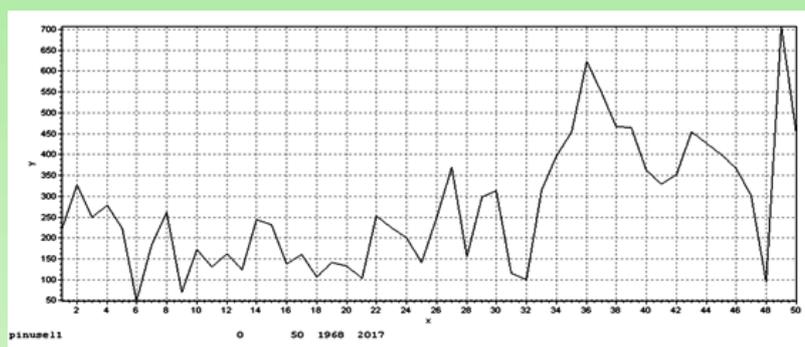


Рис. 3. Годовые кольца под микроскопом (Nicon Eclipse E-100).

Fig. 3. Annual rings under a microscope (Nicon Eclipse E-100).

Изучено влияние внутренних (эндогенных) и внешних (экзогенных) факторов, определяющих формирование годичных колец. К внешним факторам, влияющим на увеличение толщины ствола, относятся почвенно-климатические условия, фитоценоотические отношения, стихийные и антропогенные факторы (пожары, нашествия насекомых и хозяйственная деятельность человека). Дендрохронологическое исследование образца (рис. 4), взятого у 50-летнего экземпляра *Pinus brutia* var. *eldarica* (Medw.) Silba диаметр ствола которого составлял 47 см, выявило выраженную динамику радиального роста в 2003 и 2014 годах, а в 1972, 1998 и 2015 годах наблюдалось ослабленное развитие дерева (McDougall, Brookhouse, Broome, 2012; Bagirova et al., 2020).

Рис. 4. Динамика радиального роста *Pinus brutia* var. *eldarica* (Medw.) Silba с 1968 по 2017 гг.Fig. 4. Dynamics of the radial growth of *Pinus brutia* var. *eldarica* (Medw.) Silba between 1968-2017.

Перекрестная (Crossdating) оценка дендрохронологического развития видов, изучаемых в течение многих лет, позволила сформировать общую стандартную хронологию (дендроиндексацию), представленную на рис. 5.

Также в результате исследований было выявлено годовое количество осадков, рассчитанное по дендрохронологическому индексу (Fritts Н. С., 1976). Было определено среднегодовое количество осадков, составившее 346 мм в соответствии с радиальным приростом 117,67 мм за 40 лет (таб. 3). Следует отметить, что рассчитанное количество осадков за 2017 год (225 мм), достаточно близко к метеорологическим данным (211,4 мм), приведенным в табл. 2. В то же время следует учитывать наложение других климатических факторов.

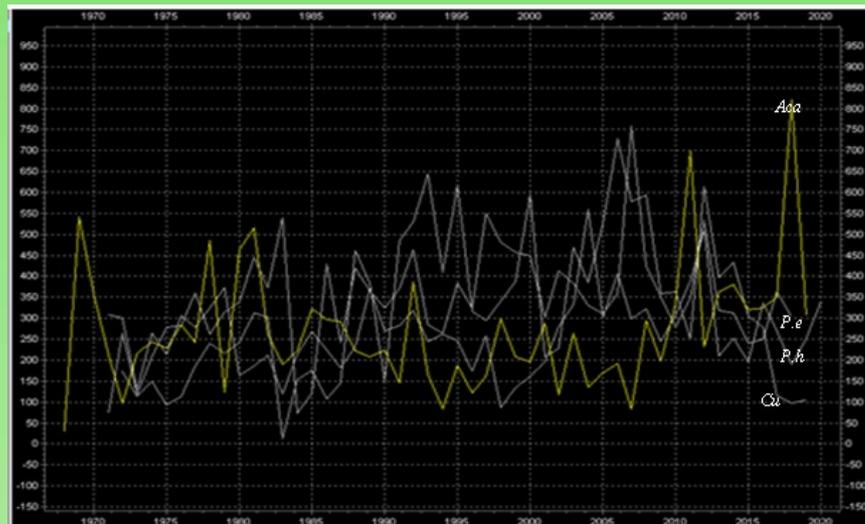


Рис. 5. Итоговая стандартная хронология (дендроиндексация) изученных видов. Cu - *Cupressus sempervirens*, Аса - *Acacia dealbata*, P. h - *Pinus halepensis* и P. е - *Pinus brutia* var. *eldarica*.

Fig. 5. Summary standard chronology (dendroindexation) of the studied species. Cu - *Cupressus sempervirens*, Аса - *Acacia dealbata*, P. h - *Pinus halepensis* и P. е - *Pinus brutia* var. *eldarica*.

Таблица 3. Годовое количество осадков, рассчитанное по дендрохронологическому индексу

Table 3. Annual precipitation calculated according to the dendrochronological index

С \с	Годы	Годовой радиальный рост и уровень осадков		
		Радиальный рост, мм	Годовые осадки	
			мм	%
1	1977	9,66	орошение	-
2		7,87	орошение	-
3		9,07	орошение	-
4		8,96	орошение	-
5		7,22	орошение	-
6		6,18	орошение	-
7		2,32	445	
8		2,69	516	
9		2,69	516	
10	1987	3,23	620	
11		3,43	659	
12		1,85	355	
13	1992	5,52	668	192
14	1997	1,04	200	
15	1998	0,70	84,4	24
16	2007	1,47	282	
17	2017	1,17	225	
Средняя оценка		2,87	346	100
Дендрохронологический индекс		1,00	121	35

Также был проведен дендрохронологический анализ эндогенных и экзогенных факторов, влияющих на внешний вид колец (Rinn, 1996) у разных видов. В течение виргинильного и репродуктивного периода

у изученных видов годовые кольца были лучше развиты, слабый рост наблюдался по мере увеличения возраста. Сходство между рядами колец у видов и возможные ошибки вычислены с применением метода Crossdating и программы COFECHA.

При снижении сходства можно сказать о достижении критического уровня реакции этих видов на внешние факторы (Holmes R. L., 1999). Перекрестное сопоставление данных дендрохронологических исследований (таб. 4) показало, что схожесть роста у *Pinus halepensis* и *Pinus brutia* var. *eldarica* составляла 70%. Причиной этому, по-видимому, является произрастание родственных видов в одинаковых условиях под влиянием одинаковых климатических факторов.

Таблица 4. Сходство между исследуемыми видами в программах TSAP–win (%)

Table 4. Affinity between the studied species in TSAP-win programs (%)

Виды	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Acacia dealbata</i>	<i>Pinus eldarica</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	100	35	60	50
<i>Pinus halepensis</i>	41,7	100	55	75
<i>Acacia dealbata</i>	40,9	35,7	100	40
<i>Pinus eldarica</i>	29,4	68,2	28,6	100

Толщина годовых колец стволов деревьев разных родов, растущих в одинаковых условиях, была одинаковой. Это свидетельствует о влиянии одного и того же условия развития на деревья. Изменение температуры вызвало различия в плотности и цвете древесины у видов.

Выводы и заключение

Основной целью исследования явилось изучение и оценка влияния абиотических экологических факторов на развитие и радиальный рост деревьев, взаимосвязь с ежегодным приростом древесины.

В рамках научно-исследовательской работы проведен дендрохронологический анализ образцов древесины четырех представителей флоры Азербайджана - *Cupressus sempervirens* L., *Pinus halepensis* Mill., *Acacia dealbata* Lin., *Pinus eldarica* Medw. Установлен возраст отдельных представителей перспективных видов, изучено влияние абиотических факторов и показана взаимосвязь между количественными и качественными показателями радиального роста древесных пород.

Перекрестное сопоставление данных дендрохронологических исследований показало схожесть роста *Pinus halepensis* и *Pinus eldarica*. Причиной этому, по-видимому, является произрастание родственных видов в одинаковых условиях под влиянием одинаковых климатических факторов.

Изучение динамики роста в разных условиях и сравнительный анализ *Cupressus sempervirens* L., *Pinus halepensis* Mill., *Acacia dealbata* Lin., и *Pinus eldarica* Medw. с учетом биоэкологических свойств позволяет дать экотипологические обоснования для использования их в лесоустройстве Азербайджана.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках задания НАН Азербайджана в лаборатории дендрохронологии Института дендрологии.

Автор выражает признательность руководству и сотрудникам Института дендрологии НАН Азербайджана за возможность и организацию проведения работ на Апшеронском полуострове Азербайджана.

Литература

Багирова С. Б. Применение дендрохронологических методов к некоторым видам в лесоустройстве Азербайджана // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 51—6. С. 25—30.

Багирова С. Б., Расулова А. Г., Мирджалаллы И. Б., Мамедова Н. З., Алиев А. Н., Afandieva R. R. Дендрохронологическое исследование редкого и исчезающего вида *Pterocarya pterocarpa* (Michx) Kunth ex Iljinsk. в Национальном парке Гиркан // Цветоводство: история, теория, практика: Материалы IX международной научной конференции, Санкт-Петербург, 7-13 сентября 2019. Санкт-Петербург, 2019. С. 128—130.

Ваганов Е. А., Спиров В. В. Исследование метеорологических условий сезона роста дерева с помощью рефлектограмм годовичных колец // Анализ динамики роста биологических объектов. М.: Наука, 1978. С. 103—115.

Bagirova S. B., Ataeva H. M., Rasulova A. G., Mirjalalli I. B. The study of the radial growth of the flora species which do not have special protection on the southern hillsides of Greater Caucasus // Journal of advances in Natural Sciences. 2020. 7. P. 1—10. <https://doi.org/10.24297/jns.v7i.8616> .

Brookhouse M., Brack C. The effect of age and sample position on eucalypt tree-ring width series // Canadian Journal of Forest Research. 2008. Vol. 38. P. 44—58.

Cook E. R., Kairiutstis L. A. Methods of Dendrochronology. Dordrecht. Boston. London: Kluwer Academic Publishers, 1990. P. 163—217.

Fritts H. C. Tree rings and climate. London: Academic Press , 1976.

Holmes R. L. Dendrochronology: program manual // Tucson Laboratory of Tree Ring Research. 1999. 40 p.

Mc Dougall K., Brookhouse M., Broome L. Dendroclimatological investigation of mainland Australia's only alpine conifer - *Podocarpus lawrencei* Hook. f. // Dendrochronologia. 2012. Vol. 30. № 1. P. 1—9.

Metsaranta J. M., Lieffers V. J. Using dendrochronology to obtain annual data for modeling stand development - A supplement to permanent sample plots. 2009. № 82. P. 163—173.

Rinn F. TSAP. Version 3.0 Reference manual computer program for time series analysis and presentation copyright Frank Rin Distribution. Heidelberg, 1996. 246 p.

Schweingruber F. H. Tree Rings and environment Dendrochronology. D. Reidel Bern, Stutgard, Wenna, Paul Haupt, 1996. P. 609.

Dendrochronological Methods in the Study of Some Species of Azerbaijan Flora

**BAGIROVA
Samira Behbud**

Institute of Dendrology of the NAS of Azerbaijan,
S. Yesenin str., 89, Baku, Az1044, Azerbaijan
samira.baqirova.2013@mail.ru

**HASANOVA
Minara Yunis**

Institute of Dendrology of the NAS of Azerbaijan,
S. Yesenin str., 89, Baku, Az1044, Azerbaijan
minare.hasanova@inbox.ru

Key words:

dendrochronology,
dendroindication, radial growth,
wood

Summary:

The authors carried out a dendrochronological analysis of promising species from various regions of Azerbaijan, studied the influence of unfavorable climatic factors, revealed the influence of abiotic factors, and showed the relationship between quantitative and qualitative indicators of radial growth of tree species. Research objects - *Cupressus sempervirens* L., *Pinus halepensis* Mill., *Acacia dealbata* Lin., *Pinus brutia* var. *eldarica* (Medw.) Silba. As a result of the dendrochronological analysis of the studied species, it was revealed that the radial growth of annual rings is more intensive at a young and reproductive age.

Is received: 26 february 2021 year

Is passed for the press: 18 december 2021 year

References

- Bagirova S. B. Application of dendrochronological methods to some species in the forest inventory of Azerbaijan// *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2019. No. 51—6. P. 25—30.
- Bagirova S. B., Ataeva H. M., Rasulova A. G., Mirjalalli I. B. The study of the radial growth of the flora species which do not have special protection on the southern hillsides of Greater Caucasus // *Journal of advances in Natural Sciences*. 2020. 7. P. 1—10. <https://doi.org/10.24297/jns.v7i.8616> .
- Bagirova S. B., Rasulova A. G., Mirdzhalally I. B., Mamedova N. Z., Aliev A. N., Afandieva R. R. Dendrochronological study of a rare and endangered species *Pterocarya pterocarpa* (Michx) Kunth ex Iljinsk. in the Hyrcanus National Park. IX international scientific conference "Floriculture: history, theory, practice". Sankt-Peterburg, 2019. P. 128—130.
- Brookhouse M., Brack C. The effect of age and sample position on eucalypt tree-ring width series // *Canadian Journal of Forest Research*. 2008. Vol. 38. P. 44—58.
- Cook E. R., Kairiutstis L. A. *Methods of Dendrochronology*. Dordrecht. Boston. London: Kluwer Academic Publishers, 1990. P. 163—217.
- Fritts H. C. *Tree rings and climate*. London: Academic Press , 1976.
- Holmes R. L. *Dendrochronology: program manual* // Tucson Laboratory of Tree Ring Research. 1999. 40 p.
- Mc Dougall K., Brookhouse M., Broome L. Dendroclimatological investigation of mainland Australia's only alpine conifer - *Podocarpus lawrencei* Hook. f. // *Dendrochronologia*. 2012. Vol. 30. No. 1. P. 1—9.
- Metsaranta J. M., Lieffers V. J. Using dendrochronology to obtain annual data for modeling stand development - A supplement to permanent sample plots. 2009. No. 82. P. 163—173.
- Rinn F. *TSAP. Version 3.0 Reference manual computer program for time series analysis and presentation* copyright Frank Rin Distrubution. Heidelberg, 1996. 246 p.
- Schweingruber F. H. *Tree Rings and environment Dendrochronology*. D. Reidel Bern, Stutgard, Wenna, Paul Haupt, 1996. P. 609.
- Vaganov E. A., Spirov V. V. Study of the meteorological conditions of the tree growth season using reflectograms of tree rings // *Analysis of the dynamics of growth of biological objects*. M.: Nauka, 1978. P. 103—115.

Цитирование: Багирова С. Б., Гасанова М. Ю. Дендрохронологические методы в изучении видов флоры Азербайджана // Hortus bot. 2021. Т. 16, 2021, стр. 200 - 208, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7805>. DOI: [10.15393/j4.art.2021.7805](https://doi.org/10.15393/j4.art.2021.7805)
Cited as: Bagirova S. B., Hasanova M. Y. (2021). Dendrochronological Methods in the Study of Some Species of Azerbaijan Flora // Hortus bot. 16, 200 - 208. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7805>