

ВОЗРАСТНЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ *TAXUS BACCATA* В ПРЕДГОРНОМ ДАГЕСТАНЕ

доктор биологических наук, профессор **З.М. Асадулаев**¹
младший научный сотрудник **О.К. Омарова**¹
кандидат биологических наук, доцент **З.Р. Рамазанова**¹

1– ФГБУН «Горный ботанический сад ДНЦ РАН», Махачкала, Российская Федерация

Дендрохронология как раздел экологической науки и как технология изучения годичных колец широко используется в археологии, при изучении истории лесных фитоценозов, для раскрытия долгосрочной динамики и циклов изменчивости климата, выявления механизмов формирования древесины в онтогенезе. Причиной анализа годичных приростов древесины деревьев *Taxus baccata* в популяции, произрастающей в Предгорном Дагестане, стала необходимость поиска надежных мерных признаков, отражающих внутривидовые индивидуальные изменения и возможность использования показателей этих признаков для выявления зависимости состояния популяции от климатических факторов в связи с редкостью данного вида. Работа проводилась на северном склоне Гимринского хребта Предгорного Дагестана в типичных местах произрастания тиса ягодного совместно с буком восточным. Для взятия керн отбирали отдельно растущие неугнетенные, неповрежденные, находящиеся на некотором удалении друг от друга деревья, чтобы снизить влияние борьбы за свет и питательные вещества. С каждого дерева брали по одному керну с северной стороны ствола. Годичные приросты измеряли на бинокулярном микроскопе. По показателям годичных колец проведены дисперсионный, корреляционный анализы, результаты которых показали зависимость изменения толщины годичных колец от температуры воздуха и отсутствие такой зависимости от количества осадков. Выявлена также однотипность реакции деревьев *T. baccata* на изменение климатических показателей среды за период с 1953 по 2010 г. независимо от значительных различий в возрасте деревьев.

Ключевые слова: тис ягодный, дендрохронология, годичные кольца, керн, возраст

AGE AND CLIMATIC BASES OF VARIABILITY OF ANNUAL GROWTH RINGS OF *TAXUS BACCATA* IN FOOTHILL DAGESTAN

Dr. Sci. Biol., professor **Z.M. Asadulayev**¹
Junior researcher **O.K. Omarova**¹
Candidate of Biology, associate professor **Z.R. Ramazanova**¹

1– FGBUN "Mountain botanical garden DNTS OF RAS ", Makhachkala, Russian Federation

Abstract

Dendrochronology as the section of ecological science and as the technology of studying of annual growth rings, is widely used in archeology, when studying history of forest fitotsenoz, for disclosure of long-term dynamics and cycles of variability of climate, identification of mechanisms of formation of wood in ontogenesis. Need of search of the reliable measured signs reflecting intra population individual changes and a possibility of use of indicators of these signs for identification of dependence of a condition of population on climatic factors in connection with a rarity of this look became the reason of the analysis of year gains of wood of trees of *Taxus baccata* in the population growing in

Foothill Dagestan. Work was carried out on a northern slope of the Gimrinsky ridge of Foothill Dagestan in typical places of growth of a yew berry together with a beech east. For capture of a core selected not oppressed, intact, being on some removal from each other trees separately growing to reduce influence of fight for light and nutrients. From each tree took on one core from North side of a trunk. Year gains measured on a binocular microscope. On indicators of annual growth rings it is carried out dispersive, correlation analyses which results have shown dependence of change of thickness of annual growth rings on air temperature and lack of such dependence on an amount of precipitation. Also the uniformity of reaction of trees of *T. baccata* to change of climatic indicators of the environment from 1953 for 2010 irrespective of significant differences at the age of trees is revealed.

Keywords: *Taxus baccata*, dendrochronology, annual growth rings, core, age

Введение

Дендрохронология как раздел экологической науки [1] и как технология изучения годичных колец широко используется в археологии, при изучении истории лесных фитоценозов [2], для раскрытия долгосрочной динамики и циклов изменчивости климата [3; 4; 5], выявления механизмов формирования древесины в онтогенезе [6]. Данные годичных колец деревьев помогают идентифицировать неизвестные ранее события [4], используются для изучения синхронности изменений окружающей среды в пространстве и времени, скорости и сроков геоморфологических процессов [5].

В литературе по дендрохронологии представлено множество работ по изменчивости качественных и количественных характеристик слоев древесины и десятки эффективных методов и подходов по выявлению и интерпретации скрытой в годичных кольцах деревьев информации [4; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13]. Изменчивость дендрохронологических показателей в онтогенезе связывают при этом с возрастом и влиянием климатических факторов [14], а для оценки влияния климата на рост древесины наиболее пригодными считают деревья, произрастающие в экстремальных условиях [2; 15; 5; 16]. Оценено также пролонгированное влияние на радиальный прирост древесины условий прошлых лет и вегетационного периода [9; 5; 17].

Часть работ посвящена оценке динамических процессов, происходящих в лесных экосистемах, и прогнозу возможных в них изменений в будущем по показателям годичных приростов древесины [18; 19]. Работы, в которых на основе изменчивости показателей годичных колец древесины анализируются внутривидовые процессы у древесных

видов, отсутствуют [20], хотя считают, что такие данные представляют теоретический и практический интерес и важны для дендрэкологического мониторинга [21].

Настоящая работа посвящена анализу годичных приростов древесины деревьев *T. baccata* в популяции, произрастающей в местности Терменлик Предгорного Дагестана. Причиной проведения таких исследований стала необходимость поиска надежных мерных признаков, отражающих внутривидовые индивидуальные изменения и возможность использования показателей этих признаков для выявления зависимости состояния популяции от климатических факторов в связи с редкостью данного вида.

Согласно литературным данным, из-за твердости древесины и несимметричности ствола *T. baccata* в дендрохронологии традиционно используется мало [22]. Кроме того, у деревьев *T. baccata* часто наблюдается выпад годичных колец [23], порослеобразование и слияние нескольких стволов [24], что приводит к трудностям в перекрестном датировании и путанице при определении их возраста. Указанные трудности можно преодолеть, выбирая для дендрохронологических целей подходящие деревья с определенными одиночными стволами. Последнее показано в сравнительных исследованиях, проведенных в Иране [25], на деревьях из западных Гималаев [24], в Ирландии [26, 27], Польше, Италии, Греции, Британии.

В восточной и западной Польше [28, 29] по дендрохронологическим данным установлено положительное влияние температуры в зимний период и осадков в июле текущего года на рост как мужских, так и женских растений *T. baccata*. При

этом уменьшение суммы атмосферных осадков в пределах ареала приводит к изменению половой структуры популяций, снижению численности женских особей, что связывают, прежде всего, с неравнозначным репродуктивным усилием и различием требований к местообитаниям у растений разных полов.

В центральной Италии и Греции [30] также выявлены экологические различия и пространственная разобщенность особей разных полов *T. baccata*, что связывают с большей требовательностью деревьев женского пола к влажности и другим ресурсам почвы.

Перспективность исследования годовых колец в дендроклиматологии показана и при изучении деревьев *T. baccata* из дворца Хэмптон-Корт в Лондоне [31], где выявлена сильная взаимосвязь их роста с осадками и поздней летней температурой.

Проведенный анализ литературных источников подтверждает значительный дендроклиматический потенциал тиса наряду с дубом и сосной с долговечной древесиной.

Методика отбора образцов

Отбор деревьев тиса ягодного для взятия кернов проводили на северном склоне Гимринского хребта в окрестности базы отдыха «Терменлик» Предгорного Дагестана в типичных местах его совместного произрастания с букком восточным. В силу эколого-биологических свойств тис ягодный занимает влажные местообитания в третьем ярусе букового леса. Выбор тиса ягодного для дендрохронологических исследований связан с тем, что этот вид занесен в Красные книги России и Дагестана. При этом деревья тиса ягодного характеризуются одной волной прироста за вегетационный период, относительно четкими годовыми кольцами, долголетием, высокой требовательностью к влажности почвы и воздуха, что обеспечивает высокую чувствительность к воздействию внешних факторов на радиальный прирост.

Для взятия керна отбирали отдельно растущие неугнетенные, неповрежденные, находящиеся на некотором удалении друг от друга деревья, чтобы снизить влияние борьбы за свет и питательные вещества. Всего выбрано 24 дерева, координаты которых определены при помощи GPS-навигатора.

С каждого дерева брали по одному керну с северной стороны ствола. Бурение проводили на высоте 0,3 м от поверхности земли. Для отбора кернов использовали бурав Пресслера. Сбор, транспортировка, первичная обработка и обозначение кернов проводились по стандартным методикам, принятым в дендрохронологии [4].

Годичные приросты измеряли на бинокулярном микроскопе с точностью до 0,01 мм, для лучшего их проявления керны и спилы предварительно обрабатывали наждачной бумагой, зачищали лезвием бритвы и смачивали водой [15].

По показателям годовых колец проведен дисперсионный анализ, для каждого дерева и обобщенной хронологии составлен полиномиальный тренд шестой степени с использованием стандартной функции EXCEL. Индивидуальные кривые прироста, построенные для каждого дерева, усреднены для получения обобщенной стандартизированной хронологии.

Влияние климата на динамику годовых приростов деревьев оценено по месяцам с использованием данных по температуре воздуха и количеству осадков метеостанции г. Буйнакска, расположенной в 5 км от изученной популяции (за период 1953–2010 гг.). Синхронность изменения показателей радиального прироста в разные периоды определена по коэффициентам корреляции.

Изученные деревья тиса ягодного по показателям кернов разделены на три возрастные группы: до 100 лет (рис. 1, А), до 200 лет (рис. 1, Б) и старше 200 лет (рис. 1, В). Верхний возрастной порог для первой группы выбран по среднему сроку (100 лет) вступления произрастающих в лесу деревьев *T. baccata* в генеративную фазу [32].

Результаты исследований

В первую группу (до 100 лет) вошли 11 деревьев в возрасте от 27 до 73 лет. Толщина годовых колец у деревьев этой группы варьируется в широких пределах – от 349,2 до 1155,9 мкм, размах составляет 806,7 мкм (табл. 1).

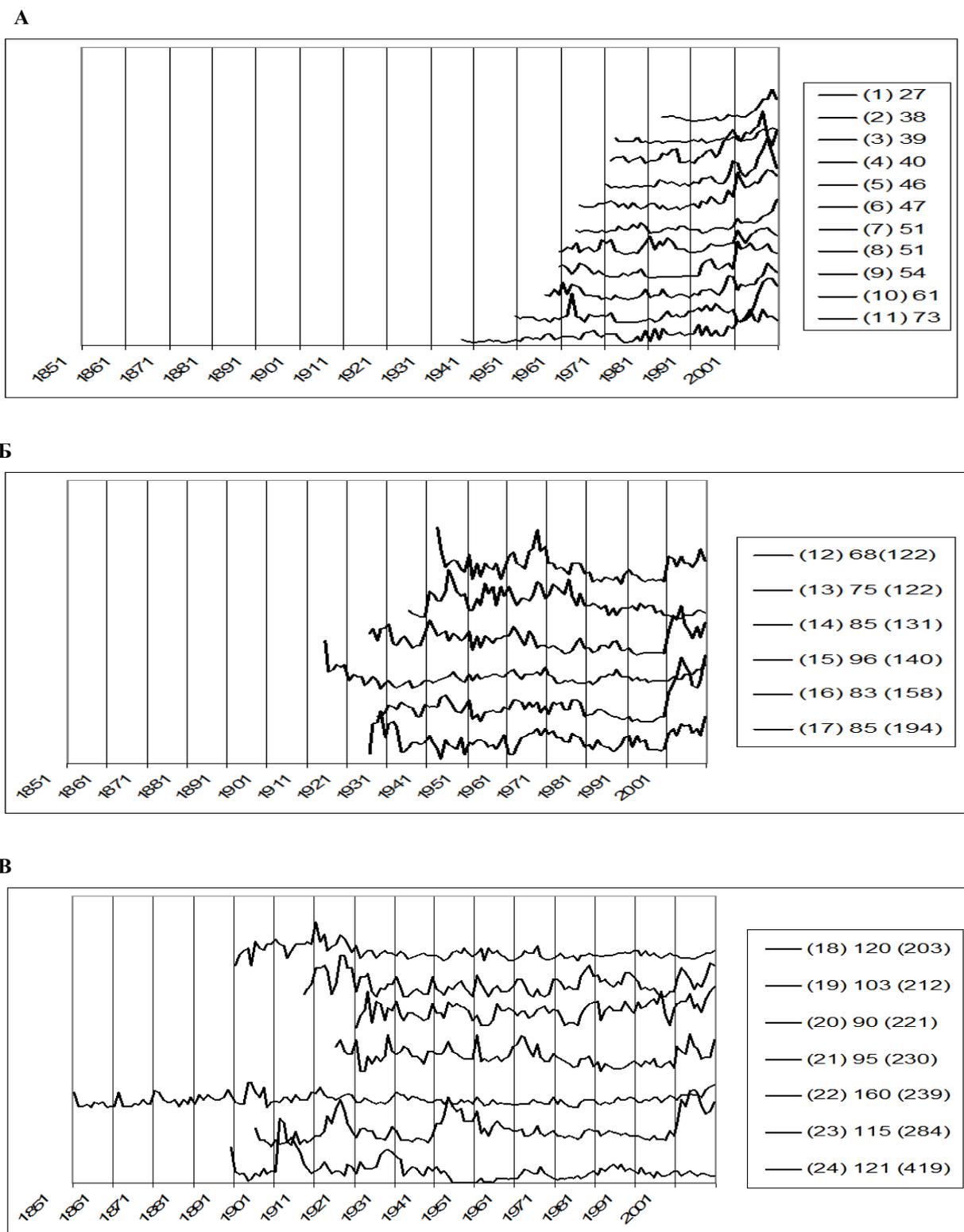


Рис. 1. Древесно-кольцевые хронологии 24-х деревьев *T. baccata*

Примечание: Первый столбец (цифры в скобках) – номера деревьев (кернов). Второй столбец – числа годичных колец. Третий столбец (цифры в скобках) – возраст дерева, вычисленный по индексу годичного прироста и диаметру ствола дерева

Природопользование

Разница между максимальным и минимальным показателями годовых приростов у деревьев второй группы (от 100 до 200 лет) в 2,4 раза меньше, чем у деревьев первой группы, и составля-

ет всего 355,3 мкм. У деревьев старше 200 лет амплитуда показателей прироста вновь увеличивается – 729,0 мкм.

Таблица 1

Средние показатели годовых колец древесины за период с 1983 по 2010 гг. и их изменчивость в зависимости от возраста деревьев *T. baccata* в буйнакской популяции

Возрастные группы	№ деревьев	Возраст деревьев, лет	\bar{X}	Sx	CV, %
Первая (до 100 лет)	1	27	525,6	105,48	104,3
	2	38	349,2	43,71	77,2
	3	39	1155,9	140,68	76,0
	4	40	756,3	124,87	104,4
	5	46	845,0	116,37	93,4
	6	47	471,3	62,39	90,8
	7	51	769,0	69,65	64,7
	8	51	762,0	102,21	95,8
	9	54	689,8	75,99	81,0
	10	61	665,7	90,87	106,6
	11	73	785,3	62,47	68,0
Σ			715,5	28,5	91,4
Вторая (от 100 до 200 лет)	12	122	845,9	61,26	59,7
	13	122	845,5	54,15	55,5
	14	131	730,4	46,73	59,0
	15	140	654,8	28,34	42,4
	16	158	941,1	63,63	61,6
	17	194	1010,1	44,22	40,4
Σ			833,0	20,9	55,6
Третья (старше 200 лет)	18	203	632,5	24,29	42,1
	19	212	821,3	39,54	48,9
	20	221	1216,3	38,00	29,6
	21	230	801,3	37,41	45,5
	22	239	487,3	16,60	43,1
	23	284	750,2	48,81	69,8
	24	419	530,7	40,73	84,4
	Σ			714,6	15,2
Первая – вторая	t критерий		1,2		
Вторая – третья			1,1		
Первая – третья			0,008		

Примечание: \bar{X} – среднее арифметическое значение, в мкм; Sx – ошибка среднего арифметического; CV, % – коэффициент изменчивости

Коэффициент вариации показателей годовых колец у деревьев первой группы высокий (CV 64,7–106,6 %), что можно считать признаком большей чувствительности молодых деревьев к климатическим факторам [16]. У деревьев старше 100 лет изменчивость снижается (во второй группе 40,4–61,6 % и в третьей группе 29,6–84,4 %), что можно объяснить меньшей зависимостью более крупных деревьев по сравнению с деревьями меньших размеров того же вида в однотипных условиях среды от температуры, влажности почвы и элементов минерального питания в связи с увеличением объема используемого пространства, ресурсов, улучшением общего состояния деревьев [33]. Связь между возрастом и CV отрицательная, достоверная ($r = -0,51$). Т-критерий тоже не выявил различий между группами, что может быть связано и с условностью выделения возрастных групп (с интервалом 100 лет), которые не отражают реальные возрастные особенности деревьев в популяции.

У большинства изученных деревьев годы с максимальными и минимальными приростами (за период с 1927 по 2010 гг.) совпадают: максимальные значения приходятся на 1962–1964 и 2007–2010 гг., минимальные – на 1975–1976 и 1998–2000 гг.

Апроксимированные кривые хронологий годовых колец деревьев тиса ягодного в первые сто лет жизни соответствуют общепринятым представлениям роста растений в онтогенезе (кроме дерева № 2), что на примере 46-летнего дерева (№ 5 из рис. 1, А) представлено на рис. 2. Обособленность

показателей дерева под № 2 можно объяснить его индивидуальными особенностями (угнетенное состояние и т. д.), так как все деревья произрастали в пределах 200 метров высоты над уровнем моря, во внешне одинаковых условиях под пологом деревьев бука и граба. Дендрохронологии большинства деревьев первой возрастной группы (кроме № 2 и № 10) показывают резкое увеличение толщины годовых колец в 2001 году. Интенсивность нарастания толщины сохраняется и в последующие годы. У деревьев двух последующих возрастных групп (рис. 1, Б и 1, В) динамика древесно-кольцевой хронологии иная; наблюдается общее снижение темпа нарастания и амплитуды толщины прироста. Однако во всех хронологиях (кроме деревьев № 15; 18; 22) наблюдаются некоторые циклы усиления и снижения нарастания ширины годовых колец.

Синхронность этих циклов явилось основанием для объединения индивидуальных древесно-кольцевых хронологий в обобщенную хронологию (рис. 3) по 1823 показателям годовых приростов для 24 деревьев за период с 1851 по 2010 годы. Считаем, что общий положительный тренд увеличения показателей прироста древесины отражает состояние молодости популяции, где максимальный возраст дерева составил 419 лет.

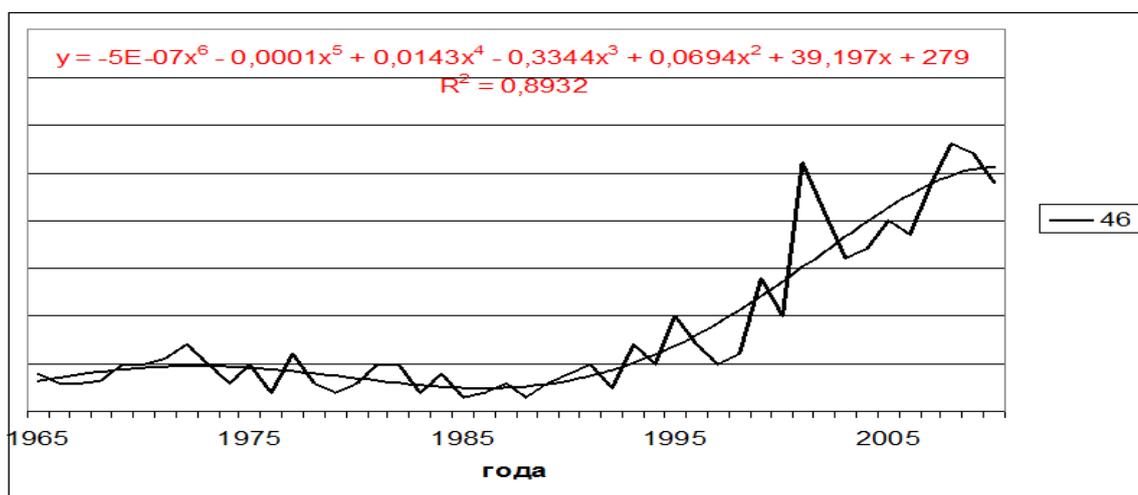


Рис. 2. Аппроксимированная кривая годовых приростов 46-летнего дерева *T. baccata*

Дендрохронологии большинства деревьев первой возрастной группы (кроме № 2 и № 10) показывают резкое увеличение толщины годовых колец в 2001 году. Интенсивность нарастания толщины сохраняется и в последующие годы. У деревьев двух последующих возрастных групп (рис. 1, Б и 1, В) динамика древесно-кольцевой хронологии иная: наблюдается общее снижение темпа нарастания и амплитуды толщины прироста. Однако во всех хронологиях (кроме деревьев № 15; 18; 22) наблюдаются некоторые циклы усиления и снижения нарастания ширины годовых колец.

Синхронность этих циклов явилась основанием для объединения индивидуальных древесно-кольцевых хронологий в обобщенную хронологию (рис. 3) по 1823 показателям годовых приростов для 24 деревьев за период с 1851 по 2010 год. Считаем, что общий положительный тренд увеличения показателей прироста древесины отражает состояние молодости популяции, где максимальный возраст дерева составил 419 лет.

Однофакторный дисперсионный анализ показал достоверность различий между показателями годовых приростов деревьев (межиндивидные) на высоком уровне значимости ($P < 0,01$), внутрииндивидные различия не доказаны (табл. 2). Отсутствие достоверных внутрииндивидных различий означает, что, несмотря на некоторое несходство при

визуальном сравнении хронологий, представленных на рис. 1 (А, Б, В), и независимо от возрастных особенностей, внутренняя реакция на климатические факторы каждого дерева в пределах доступных измерений подвержена меньшим колебаниям, чем те же показатели у разных индивидов. Наличие различий между деревьями отражает специфичность реакции деревьев тиса ягодного на комплекс внешних факторов. Одной из характерных черт древесных хронологий является наличие регулярных многолетних и устойчивых циклов колебания прироста годовых колец [2]. Выявление этих колебаний позволяет определить связи между приростом и изменениями внешних условий или другими причинами. На рис. 4 представлены тренды изменения ширины годовых приростов древесины у трех возрастных групп деревьев тиса ягодного в буйнакской популяции. В первые 100 лет жизни наблюдается наиболее интенсивное нарастание диаметра ствола ($r = 0,55$). В последующие 100 лет нарастание диаметра ствола снижается ($r = - 0,025$), что в силу долговечности деревьев тиса не может быть связано со старением деревьев. В этом случае решающее влияние на снижение темпа нарастания прироста должны иметь климатические составляющие внешней среды (влажность, температура).

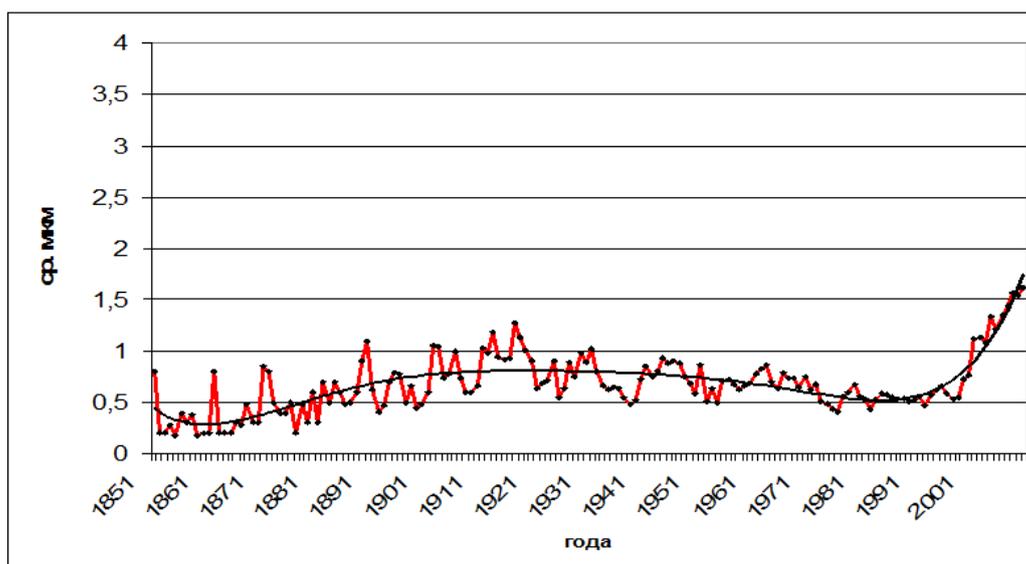


Рис. 3. Обобщенная хронология приростов годовых колец (мкм) у 24 деревьев *T. baccata*

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показателей годичных приростов деревьев
T. baccata

Источник вариации	df	MS	F
Первые 27 годичных колец кернов			
Межиндивидуальные	23	2208446	14,7**
Внутрииндивидуальные	624	150214,9	–
Последние 27 годичных колец кернов			
Межиндивидуальные	23	2612928	7,8***
Внутрииндивидуальные	624	334453,2	–
За 90 лет у третьей возрастной группы			
Межиндивидуальные	6	6537914	58,7*
Внутрииндивидуальные	623	111468,0	–

Примечание: MS – дисперсия; F – критерий Фишера; df – число степеней свободы.

Уровень значимости - * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

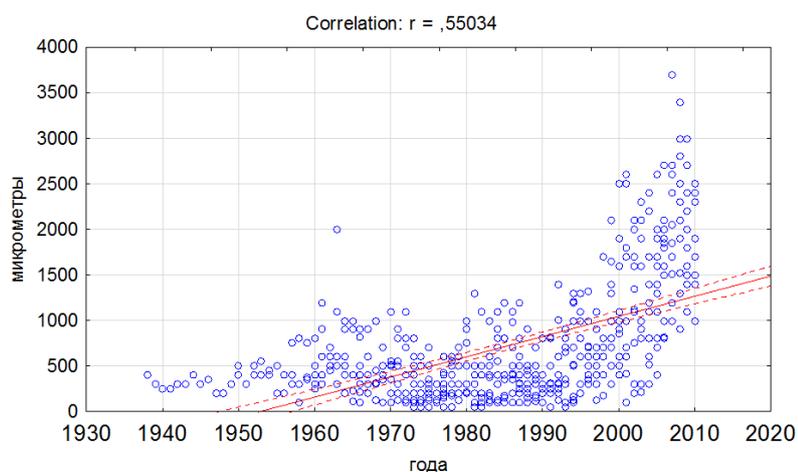
У деревьев старше 200 лет ширина годичных колец вновь увеличивается, хотя и незначительно ($r = 0,097$). По дендрохронологиям, представленным на рис. 1 и 4, мы можем предположить о существовании в местности Терменлик, где произрастает тис ягодный, долголетних (примерно 100 лет) циклов нарастания диаметра ствола. При отсутствии таких циклов регрессии, представленные на рис. 4 (А, Б, В), имели бы сходный тренд. У деревьев в возрасте от 122 до 194 лет наблюдается явное снижение темпов утолщения стволов, что невозможно объяснить физиологическими причинами роста деревьев или особенностями биологии хвойных. В последующем (209–419 лет) совокупный темп нарастания толщины ствола приобретает незначительный, но положительный тренд, что можно объяснить улучшением условий места произрастания и долговечностью и относительной молодостью изученных деревьев тиса ягодного.

Анализ изменения средней годовой температуры за период с 1953 по 2010 г. показал значительный общий положительный тренд ($r = 0,476$), в частности за последнее десятилетие (Б), и повышение, хотя и незначительное, среднегодовых осадков ($r = 0,169$) (А). Полученные данные являются основанием для объяснения увеличения прироста го-

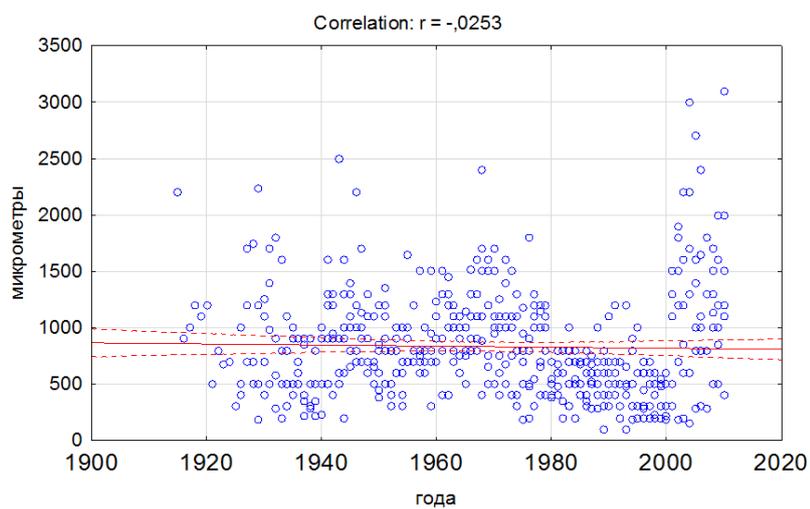
дичных колец (рис. 1, 2 и 3) у деревьев тиса ягодного за период с 2000 по 2010 год в связи с общим улучшением условий для этого вида. Т. е. увеличение температуры воздуха и количества осадков за указанный период времени благоприятно повлияло на общее состояние и ростовые характеристики тиса ягодного в местности «Терменлик» Предгорного Дагестана, что для сохранности вида, занесенного в Красные книги России и Дагестана, является положительным моментом.

В табл. 3 представлены показатели отклика годичных приростов древесины тиса ягодного на изменение среднемесячной температуры воздуха и атмосферных осадков по месяцам за период с 1953 по 2010 г. Выявлена значительная зависимость толщины годичных колец деревьев тиса ягодного от температурного фактора и отсутствие такой зависимости от количества атмосферных осадков. В июле влияние осадков оказалось даже отрицательным ($-0,29^*$). Отсутствие связи прироста годичных колец с осадками за гидрологический год объясняется тем, что изученная популяция произрастает на северном макросклоне Гимринского хребта, где годовое количество осадков (более 600 мм) достаточно для произрастания здесь влаголюбивых широколиственных деревьев.

А



Б



В

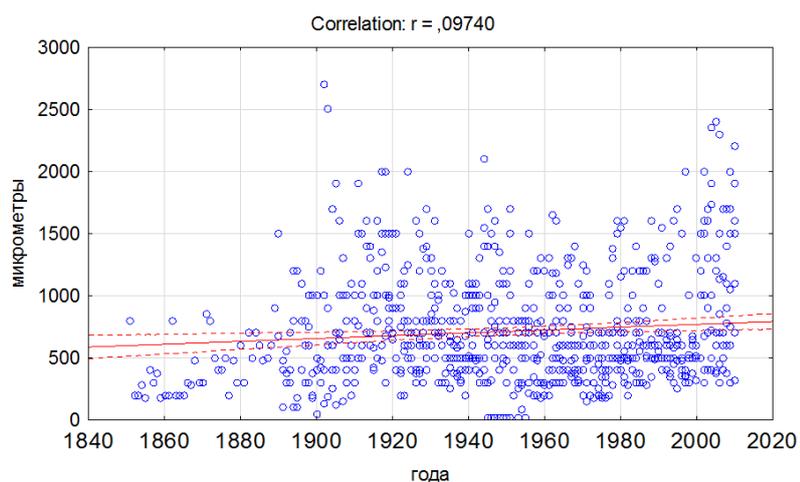


Рис. 4. Тренд изменения ширины годичных приростов древесины у деревьев трех возрастных групп *T. baccata*: А – 27-73 года, Б – 122-194 года, В – 203-419 лет

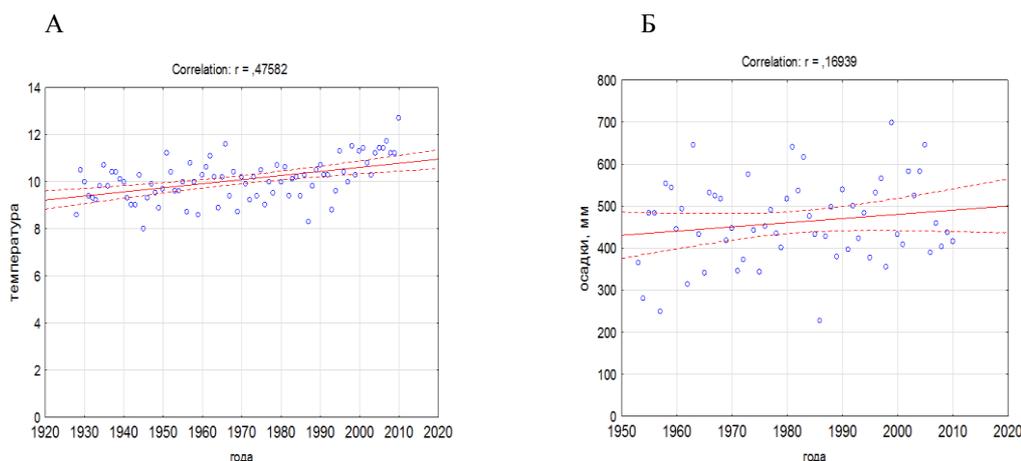


Рис. 5. Линейный тренд изменения осадков (А) и температуры (Б) за период с 1953 по 2010 гг. в условиях Центрального Предгорного Дагестана (данные по г. Буйнакск)

Таблица 3

Зависимость толщины годовых колец *T. baccata* от температуры воздуха и атмосферных осадков (г) за период с 1953 по 2010 г.

	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °С	0,17	0,32*	0,47*	-0,07	0,07	0,28*	0,34*	0,48*	0,40*	0,39*	0,34*	0,25
Осадки, мм	0,25	-0,02	0,24	0,21	0,02	-0,03	-0,29*	0,06	0,07	0,06	-0,01	0,04

Тис ягодный предпочитает тенистые места под пологом доминантов (бук или граб) с избыточным почвенным увлажнением, и с учетом пролонгированного влияния почвенных условий осадки не лимитируют здесь рост его деревьев. Колебание количества осадков по годам также незначительное. Более высокая статистически доказанная положительная зависимость прироста от среднемесячной температуры воздуха выявлена в марте, августе и сентябре.

Отсутствие связи с температурой в апреле-мае, может быть связано с затратами энергопластических веществ не на радиальный рост, а на размножение (в этот период происходит опыление). Проведен также анализ синхронности изменения показателей толщины годовых колец у разновозрастных (27–419 лет) деревьев тиса ягодного в период с 1983 по 2010 г. и первых 27 показателей кернов у этих же деревьев в разные периоды (табл. 4.) Из 288 возможных вариантов в 192 случа-

ях в последние 27 лет жизни (нижняя часть табл. 4) связи оказались достоверными, что составляет 66,6 %, из которых только 8,3 % – отрицательные. Высокую синхронность этих изменений мы связываем с типичностью реакции деревьев на сходные климатические условия независимо от возраста.

При оценке синхронности годовых приростов древесины у тех же деревьев в более молодом возрасте (по первым 27 показателям кернов), которые приходятся на разные годы, картина корреляционных связей совершенно другая. Количество достоверных связей снизилось до 17,7 % (10,5 – положительные, 7,2 – отрицательные), что объясняется отсутствием общего тренда у разновозрастных деревьев и различием климатических условий разных лет.

Анализ корреляционных связей еще раз подтверждает значительное влияние климата (в нашем случае – температуры с июня по октябрь) на изменение годовых приростов древесины тиса ягодно-

го независимо от возрастных особенностей деревьев в данной популяции.

Заключение

1. Выявлен общий тренд увеличения температуры и количества осадков за период с 1953 по 2010 год, что положительно отразилось на показателях годовичных колец древесины деревьев *T. baccata*, особенно в период с 2001 по 2010 год.

2. Обнаружена зависимость изменения толщины годовичных колец от температуры воздуха и отсутствие такой зависимости от количества осадков, что объясняется относительной стабильностью

среднегодового количества атмосферных осадков, произрастанием *T. baccata* в местах с высокой влажностью грунта на северных склонах хребтов Предгорного Дагестана в тени (третий ярус) деревьев доминантов (бук, граб).

3. На основе корреляционного анализа выявлена однотипность (66,6 % положительных достоверных связей) реакции деревьев *T. baccata* на изменение климатических показателей среды за период с 1953 по 2010 г. независимо от значительных возрастных различий деревьев (от 27 до 419 лет).

Библиографический список

1. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации [Текст] : учеб.-метод. пособие / под ред. Е. А. Ваганова, С. Г. Шиятова. – Красноярск, 2000. – 81 с.
2. Румянцев, Д. Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии [Текст] : моногр. / Д. Е. Румянцев. – М., 2010. – 109 с.
3. Ловелиус, Н. В. Аномальные приросты сосны в Карелии и факторы среды [Текст] / Н. В. Ловелиус, С. Б. Пальчиков, А. Ю. Ретеюм // Общество. Среда. Развитие. – 2015. – № 3. – С. 193-197.
4. Tree-ring-based moisture variability in western Tianshan Mountains since A.D. 1882 and its possible driving mechanism [Text] / Z. Ruibo [et al.] // Agricultural and Forest Meteorology. – 2016. – P. 267-276.
5. Fritts, H. C. Tree Rings and Climate [Text] / H. C. Fritts. – New York, Academic Press, 1976. – 571 p.
6. Блохина, Н. И. Влияние условий произрастания на формирование анатомической структуры древесины лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Maigr) в Приамурье [Текст] / Н. И. Блохина, О. В. Бондаренко, С. В. Осипов // Экология. – 2012. – № 6. – С. 31-40.
7. Визуальная параметризация имитационной модели Ваганова-Шашкина и ее применение в дендроэкологических исследованиях [Текст] / И. И. Тычков, И. Н. Коюпченко, В. А. Ильин, В. В. Шишов // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2015. – № 8. – С. 475-491.
8. Архангельская, Т. А. Ретроспективная оценка радиоэкологической ситуации по результатам изучения годовых колец срезов деревьев [Текст] : моногр. / Т. А. Архангельская. – Томск, 2004. – 106 с.
9. Вариации структуры и изотопного состава годовичных колец ели и сосны в горах северной Италии [Текст] / Е. А. Ваганов, М. В. Скомаркова, Э. Д. Шульце, П. Линке // Лесоведение. – 2007. – № 3. – С. 32-39.
10. Антюфеев, В. В. Реконструкции инсоляционных условий прошлого по годовичным кольцам [Текст] / В. В. Антюфеев, Л. И. Антюфеева // Modern Phytomorphology. – 2012. – P. 143-147.
11. Ваганов, Е. А. Анализ роста дерева по структуре годовичных колец [Текст] / Е. А. Ваганов, И. А. Терсков. – Новосибирск, 1977. – 92 с.
12. Unusual twentieth-century summer warmth in a 1000-year temperature record from Siberia [Текст] / K. R. Briffa [et al.] // Nature. – 1995. – Vol. 376. – № 6536. – P. 156-159.
13. Силкин, П. П. Многопараметрический анализ структуры годовичных колец в дендроэкологических исследованиях [Текст] : автореф. ... дис. д-ра биол. наук: 03.00.02 / П. П. Силкин. – Красноярск, 2009. – 21 с.
14. Рунова, Е. М. Влияние рекреационной нагрузки на радиальный прирост сосны [Текст] / Е. М. Рунова, Т. А. Михайлова, Л. В. Аношкина // Системы. Методы. Технологии. – 2011. – № 10. – С. 142-144.
15. Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях [Текст] / под ред. В. А. Липаткина, Д. Е. Румянцева. – М. : МГУЛ, 2007. – 138 с.

16. Ваганов, Е. А. Дендрохронология [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Ваганов, В. Б. Круглов, В. Г. Васильев. – Красноярск, 2008. – 117 с.
17. Кирдянов А. В. Разделение климатического сигнала, содержащегося в изменчивости ширины и плотности годовых колец древесины [Текст] / А. В. Кирдянов, Е. А. Ваганов // Лесоведение. – 2006. - № 6. – С. 71-75.
18. Ваганов, Е. А. Денроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике [Текст] / Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов, В. С. Мазела. – Новосибирск, 1996. – 246 с.
19. Тишин, Д. В. Влияние природно-климатических факторов на радиальный прирост основных видов деревьев Среднего Поволжья [Текст] : автореф. ... дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Д. В. Тишин. – Казань, 2006. – 20 с.
20. Румянцев, Д. Е. Биологические основы изменчивости годовых колец [Текст] / Д. Е. Румянцев, А. А. Епишков // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2. – С. 481-485.
21. Мазуркин, П. М. Волновая динамика ширины годовых слоев дуба [Текст] / П. М. Мазуркин, Д. В. Тишин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16. – № 5. – С. 214-223.
22. Bernabei, M. Tree-ring data for yew (*Taxus baccata*) from the Alps. NOAA Satellite and Information Service [Digital resource] / M. Bernabei, P. Gjerdrum. – 2006. – Режим доступа: <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/metadata/noaa-tree-2733.html> (accessed 20.01.13).
23. Thomas, P. A. *Taxus baccata* L. Biological flora of the British Isles 229 [Text] / P. A. Thomas, A. Polwart // Journal of Ecology. – 2003. – P. 489-524.
24. Yadav, R. R. Tree-ring analysis of *Taxus baccata* from the western Himalaya, India, and its dendroclimatic potential [Text] / R. R. Yadav, J. Singh // Tree-Ring Research. – 2002. – Vol. 58(1/2). – P. 23-29.
25. Etude dendroclimatologique du bois de *Taxus baccata* du nord de l'Iran [Text] / D. Parsapajouh, O. Braeker, H. Habibi, E. Schaer // Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. – 1986. – P. 853-868.
26. Perrin, P. The Ecology of Yew (*Taxus baccata*) in Ireland [Text] / P. Perrin. – College Dublin, 2002. – 160 p.
27. Galvin, S. Evaluating the dendroclimatological potential of *Taxus baccata* (yew) in southwest Ireland [Text] / S. Galvin, A. Potito, K. Hickey // Dendrochronologia. – 2014. – Vol. 32. – P. 144-152.
28. Iszkuło, G. Dendroecological differences between *Taxus baccata* males and females in comparison with monoecious *Abies alba* Dendrobiology [Text] / G. Iszkuło, A. K. Jasińska, K. Sobierajska // Dendrochronologia. – 2011. – Vol. 65. – P. 55-61.
29. Cedro, A. Growth-climate relationships at yew and wild service trees on the eastern edge of their range in Europe [Digital resource] / A. Cedro, B. Cedro // Forest Systems. – 2015. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07480>.
30. Katsavou, I. Ecology and conservation status of *Taxus baccata* population in NE Chalkidiki [Text] / I. Katsavou, P. Ganatsas // Northern Greece Received. – 2012. – Vol. 68. – P. 55-62.
31. Moir, A. K. The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK [Text] / A. K. Moir // New Phytol. – 1999. – Vol. 144. – P. 479-488.
32. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) [Текст]. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
33. Шитт, П. Г. Избранные сочинения [Текст] / П. Г. Шитт. – М., 1968. – С. 168-180.

References

1. Vaganov E. A., Shiyatov S. G. *Metody dendrokronologii. Chast' I. Osnovy dendrokronologii. Sbor i poluchenie drevesno-kol'tsevoy informatsii* [Dendrochronology methods. Part I. Dendrochronology bases. Collecting and obtaining wood and ring information]. Krasnoyarsk, 2000. 81 p.

2. Rumyantsev D. E. *Istoriya i metodologiya lesovodstvennoy dendrokronologii* [History and methodology of a lesovodstvenny dendrochronology]. Moscow, MGUL, 2010. 109 p.
3. Lovelius N. V., Pal'chikov S. B., Reteyum A. Yu. *Anomal'nye prirosty sosny v Karelii i faktory sredy* [Abnormal gains of a pine to Karelia and factors of the environment] *Obshchestvo. Sreda. Razvitie* [Society. Wednesday. Development], 2015, no. 3, p. 193-197.
4. Ruibo Z., Yujiang Y., Xiaohua G., Qing H., Harming S., Tongwen Z., Feng C., Bakytbek E., Shulong Y., Li Q., Ziang F. *Tree-ring-based moisture variability in western Tianshan Mountains since A.D. 1882 and its possible driving mechanism* [Tree-ring-based moisture variability in western Tianshan Mountains since A.D. 1882 and its possible driving mechanism]. *Sel'skhozjajstvennyj i lesnaja meteorologija* [Agricultural and Forest Meteorology], 2016, p. 267-276.
5. Fritts H. C. *Tree Rings and Climate* [Tree Rings and Climate]. *Akademicheskoe izdanie* [Academic Press], 1976, 571 p.
6. Blokhina N. I., Bondarenko O. V., Osipov S. V. *Vliyanie usloviy proizrastaniya na formirovanie anatomicheskoy struktury drevesiny listvennitsy Kayandera (*Larix cajanderi* Mair) v Priamur'e* [Influence of conditions of growth on formation of anatomical structure of wood of a larch of Kayander (*Larix cajanderi* Mair) in Priamurye] *Ekologiya* [Ecology], 2012, no. 6, p. 31-40.
7. Tychkov I. I., Koyupchenko I. N., Il'in V. A., Shishov V. V. *Vizual'naya parametrizatsiya imitatsionnoy modeli Vaganova-Shashkina i ee primenenie v dendroekologicheskikh issledovaniyakh* [Visual parametrization of imitating model of Vaganov-Shashkina and her application in the dendroekologicheskikh researches] *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya* [Magazine of Siberian Federal University. Biology], 2015, no. 8, p. 475-491.
8. Arkhangelskaya T. A. *Retrospektivnaya otsenka radioekologicheskoy situatsii po rezul'tatam izucheniya godovykh kolets srezov derev'ev* [Retrospective assessment of a radio ecological situation by results of studying of annual rings of cuts of trees]. Tomsk, 2004. 25 p.
9. Vaganov E. A., Skomarkova M. V., Shultse E. D., Linke P. *Variatsii struktury i izotopnogo sostava godichnykh kolets eli i sosny v gorakh severnoy Italii* [Variations of structure and isotope structure of annual growth rings of a fir-tree and pine in mountains of northern Italy] *Lesovedenie* [Silvics]. Moscow, 2007, no. 3, p. 32-39.
10. Antyufeev V. V., Antyufeeva L.I. *Rekonstruktsii insolyatsionnykh usloviy proshlogo po godichnym kol'tsam* [Reconstruction insolyatsionnykh of conditions of the past on annual growth rings] *Modern Phytomorphology* [Modern Phytomorphology], 2012, p. 143-147.
11. Vaganov E. A. *Analiz rosta dereva po strukture godichnykh kolets* [The analysis of growth of a tree on structure of annual growth rings]. Novosibirsk, 1977. 92 p.
12. Briffa K. R., Jones P. D., Schweingruber F. H., Shiyatov S. G., Cook E. R. *Unusualtwentieth-century summer warmth in a 1000- year temperature record from Siberia* [Unusual twentieth-century summer warmth in a 1000- year temperature record from Siberia]. *Priroda* [Nature], 1995, no. 6536, p. 156-159.
13. Silkin P. P. *Mnogoparametricheskii analiz struktury godichnykh kolets v dendroekologicheskikh issledovaniyakh* [The multiple parameter analysis of structure of annual growth rings in the dendroekologicheskikh researches]. Krasnoyarsk, 2009. 21 p.
14. Runova E. M., Mikhaylova T. A., Anoshkina L. V. *Vliyanie rekreatsionnoy nagruzki na radial'nyy prirost sosny* [Influence of recreational load of a radial gain of a pine] *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 2011, p. 142-144.
15. Lipatkina V. A., Rumyantseva D. E. *Dendrokronologicheskaya informatsiya v lesovodstvennykh issledovaniyakh* [Dendrokronologicheskyy information in the lesovodstvennykh researches]. Moscow, MGUL, 2007. 138 p.
16. Vaganov E. A. *Dendrokronologiya* [Dendrochronology]. Krasnoyarsk, 2008. 117 p.

17. Kirdyanov A. V., Vaganov E. A. *Razdelenie klimaticheskogo signala, sodержashchegosya v izmenchivosti shiriny i plotnosti godichnykh kolets drevesiny* [Division of the climatic signal which is contained in variability of width and density of annual growth rings of wood]. *Lesovedenie* [Silvics], 2006, no. 6, p. 71-75.
18. Vaganov E. A., Shiyatov S. G., Mazela V. S. *Denroklimaticheskie issledovaniya v Uralo-Sibirskoy Subarktiye* [Denroklimatichesky researches in the Uralo-Sibirsky Subarctic region]. Novosibirsk, 1996. 246 p.
19. Tishin D. V. *Vliyanie prirodno-klimaticheskikh faktorov na radial'nyy prirost osnovnykh vidov derev'ev Srednego Povolzh'ya*. Diss. kand. biol. nauk [Influence of climatic factors on a radial gain of main types of trees of Central Volga area. Dr. biol. sci. diss.]. Kazan, 2006. 20 p.
20. Rummyantsev D. E., Epishkov A. A. *Biologicheskie osnovy izmenchivosti godichnykh kolets* [Biological bases of variability of annual growth rings]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Basic research], 2015, no. 2, p. 481-485.
21. Mazurkin P. M., Tishin D. V. *Volnovaya dinamika shiriny godichnykh sloev duba* [Wave dynamics of width of year layers of an oak]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Samara scientific center of RAS], 2014, no. 5, p. 214-223.
22. Bernabei M. Tree-ring data for yew (*Taxus baccata*) from the Alps. NOAA Satellite and Information Service, 2006. URL: <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/metadata/noaa-tree-2733.html> (accessed 20.01.13).
23. Thomas P. A. *Taxus baccata L. Bio-logical flora of the British Isles 229* [*Taxus baccata* L. Bio-logical flora of the British Isles 229]. *Zhurnal jekologii* [Journal of Ecology], 2003, p. 489-524.
24. Yadav R. R. *Tree-ring analysis of Taxus baccata from the western Himalaya, India, and its dendroclimatic potential* [Tree-ring analysis of *Taxus baccata* from the western Himalaya, India, and its dendroclimatic potential]. *Issledovanie godichnogo kolca* [Tree-Ring Research], 2002, no. 58, p. 23-29.
25. Parsapajouh D. *Etude dendroclimatologique du bois de Taxus baccata du nord de l'Iran* [Etude dendroclimatologique du bois de *Taxus baccata* du nord de l'Iran]. *Forstwesen Schweizerische Zeitschrift fuXr* [Schweizerische Zeitschrift fuXr Forstwesen], 1986, p. 853-868.
26. Perrin P. *The Ecology of Yew (Taxus baccata) in Ireland* [The Ecology of Yew (*Taxus baccata*) in Ireland]. *Kolledzh Dublin* [College Dublin], 2002. 221 p.
27. Galvin S., Potito A., Hickey K. *Evaluating the dendroclimatological potential of Taxus baccata (yew) in southwest Ireland* [Evaluating the dendroclimatological potential of *Taxus baccata* (yew) in southwest Ireland]. *Dendrochronologia* [Dendrochronologia], 2014, no. 32, p. 144-152.
28. Iszkuło G., Jasińska A. K., Sobierajska K. *Dendroecological differences between Taxus baccata males and females in comparison with monoecious Abies alba Dendrobiology* [Dendroecological differences between *Taxus baccata* males and females in comparison with monoecious *Abies alba* Dendrobiology]. *Dendrochronologia* [Dendrochronologia], 2011, no. 65, p. 55-61.
29. Cedro A. Growth-climate relationships at yew and wild service trees on the eastern edge of their range in Europe [Digital resource], 2015. Access mode: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07480>.
30. Katsavou I. *Ecology and conservation status of Taxus baccata population in NE Chalkidiki* [Ecology and conservation status of *Taxus baccata* population in NE Chalkidiki]. *Severnaja poluchennaja Grecija* [Northern Greece Received], 2012, no. 68, pp. 55-62.
31. Moir A. K. *The dendrochronological potential of modern yew (Taxus baccata) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK* [The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK]. *Novyj Phytol* [New Phytol], 1999, no. 144, pp. 479-488.
32. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [Red List of the Russian Federation (plants and mushrooms)]. Moscow, KMK, 2008. 855 p.
33. Shitt P.G. *Izbrannye sochineniya* [Chosen compositions]. Moscow, 1968. 180 p.

Сведения об авторах

Асадулаев Загирбег Магомедович – доктор биологических наук, профессор, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горного ботанического сада ДНЦ РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: asgorbs@mail.ru.

Омарова Паризат Курбаналиевна – младший научный сотрудник Лаборатории интродукции и генетических ресурсов древесных растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горного ботанического сада ДНЦ РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: parizat.omarova.87@mail.ru.

Рамазанова Зулфира Рамазановна – кандидат биологических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Дагестанского государственного педагогического университета, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: zulfiraram@mail.ru.

Information about authors

Asadulaev Zagirbeg Magomedovich – Doctor of Biology, Professor, Mountain Botanical Garden at Daghestan Scientific centre, Russian academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation; e-mail: asgorbs@mail.ru.

Omarova Parizat Kurbanaliyevna – Junior researcher at the Laboratory for introduction and genetic resources of woody plants of Federal state budgetary institution of science Mountain botanical garden of the Dagestan scientific center, Russian academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation; e-mail: parizat.omarova.87@mail.ru.

Ramazanova Zulfira Ramazanovna – Candidate of Biology, associate professor of health and safety of the Dagestan state pedagogical university, Makhachkala, Russian Federation; e-mail: zulfiraram@mail.ru.