

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ В ГОРНОМ ДАГЕСТАНЕ ВИДОВ РОДА КАРКАС (*CELTIS* L.)

Б.М. Магомедова

ФГБУН «Горный ботанический сад Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук» (ГорБС ДФИЦ РАН), Россия, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45

bary_m@mail.ru

Рассмотрены вопросы реализации ростовых процессов у ювенильных растений рода Каркас (*Celtis* L.) в зависимости от условий Горного Дагестана. Установлено, что комплексные почвенно-климатические условия разных высотных уровней оказывают существенное влияние на изменчивость морфологических признаков семян и их ростовые показатели. Показано, что климатические и почвенные условия Цудахарской экспериментальной базы являются более благоприятными для роста видов рода Каркас (*Celtis* L.). Указано, что комплексный фактор в условиях Гунибской и Цудахарской экспериментальных баз существенно влияет (на 99,9%-м уровне значимости) на изменчивость практически всех изученных морфологических признаков листьев у семян родов Каркас (*Celtis* L.). Выявлено отсутствие различий по *t*-критерию Стьюдента между средними значениями признаков индекса формы листа у каркаса кавказского *C. caucasica* Willd., каркаса Планшона *C. planchoniana* K. У каркаса западного *C. occidentalis* L. влияние высотного градиента на изменчивость признака индекса листа достоверна на 99%-м уровне значимости. Рекомендуются виды каркас кавказский (*C. caucasica*) и каркас западный (*C. occidentalis*) для использования в целях лесомелиорации в аридных условиях Горного Дагестана.

Ключевые слова: онтогенез, семена, *Celtis* L., Красная книга, Дагестан, древесный вид

Ссылка для цитирования: Магомедова Б.М. Особенности произрастания в Горном Дагестане видов рода Каркас (*Celtis* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2026. Т. 30. № 1. С. 62–73.
DOI: 10.18698/2542-1468-2026-1-62-73

В целях борьбы с опустыниванием и деградацией земель в засушливых регионах необходимо проведение лесомелиоративных мероприятий. Ассортимент применяемых для этого древесных насаждений существенно ограничен, в частности, в связи со специфическими почвенно-климатическими условиями [1], т. е. с дефицитом влаги в период вегетации, высокими или низкими значениями температуры воздуха, которые выступают ограничивающими факторами для расширения ареала той или иной культуры. Наиболее устойчивыми древесными видами в аридных условиях считаются растения, у которых процессы водообмена резко снижаются при недостаточном водообеспечении и максимально увеличиваются в оптимальных условиях. Это группа растений, которые имеют широкий диапазон изменчивости основных физиологических показателей [2].

Прежде всего представляют интерес представители рода Каркас (*Celtis* L.), характеризующиеся такими преимуществами, как долговечность, быстрый рост, нетребовательность к почвенным

условиям, декоративность. Они рекомендуются к широкому применению для создания защитных насаждений [1]. Род Каркас обладает исключительной пластичностью, позволяющей ему приспосабливаться к чрезвычайно разнообразным экологическим условиям и произрастать в местах, непригодных для большинства древесных и кустарниковых пород. Это обуславливает его огромную ценность в горной мелиорации как дерева, эффективного в области облесения и закрепления каменистых и щебнистых склонов гор в сухих местностях с малоплодородными почвами (в частности, участков с осыпями).

Род Каркас (*Celtis* L.) включает в себя около 60 видов, распространенных в умеренном и тропическом климатических поясах [3–20]. Анализ современного распространения каркасов показал, что в культуре распространено 22 вида. В СНГ значительный коллекционный фонд каркасов собран в Ташкентском ботаническом саду имени академика Ф.Н. Русанова — 12 видов, в Батумском ботаническом саду — 9 видов и одна форма, в Никитском ботаническом саду (г. Ялта, Республика Крым) — 9 видов и в Ботаническом саду имени Э.З. Гареева (Бишкек, Кыргызстан) — 7 видов и одна форма [3].

В условиях интродукции некоторые виды образуют жизнеспособный самосев, что свидетельствует об их высокой пластичности в различных условиях произрастания. Некоторые виды даже в естественных условиях чрезвычайно гетерогенны и отличаются полиморфизмом отдельных признаков [3–20].

В различных условиях произрастания виды рода Каркас *Celtis* L. отличаются зимостойкостью, в частности каркас кавказский подмерзает в северных широтах, как отмечают некоторые авторы [20–21]. Кроме того, они достаточно засухоустойчивы и устойчивы к повреждению вредителями и болезнями [22–24]. В силу обширной облиственности кроны, красивого внешнего вида коры, долговечности, а также указанных выше зимостойкости и засухоустойчивости, род очень ценен для озеленения [3]. В научных исследованиях видам рода Каркас *Celtis* L. уделяется большое внимание. В работе [25] приведена оценка биоэкологического потенциала видового разнообразия рода Каркас *Celtis* L. и разработана методика определения его перспективности для защитного лесоразведения и озеленения. Исследованы биоэкологические особенности представителей этого рода интродуцированных, в частности в Туркменистане [26]. Изучен комплекс необходимых питательных качеств и химический состав плодов у вида Каркас южный *C. australis* [27], химический состав у вида Каркас филиппинский *C. philippinensis* [28]. Представлено [29] биоэкологическое обоснование применения видов рода *Celtis* L. в лесомелиоративных насаждениях Нижнего Поволжья. Кроме того, [30] изучены особенности организации побеговых систем вида каркас кавказский *C. caucasica* Willd., экология [31] двух популяций вида каркас тонколиственный *C. tenuifolia* Nutt., произрастающих в Канаде.

Условия почвообразования в Республике Дагестан отличаются недостаточным количеством выпадающих осадков (250...300 мм), при коэффициенте увлажнения K , равном 0,3...0,4 и высокой температурой воздуха в летний сезон [32].

Одной из характерных особенностей каркаса служит способность переносить продолжительную засуху. Засухоустойчивость каркаса объясняется наличием анатомо-морфологических приспособлений, т. е. исключительно плотным расположением и чрезмерной удлинённостью клеток палисадной ткани листа, образованием большого количества цистолитов при ухудшении водного режима, мощным развитием в коре стебля одревесневших механических тканей и накоплением в древесине гемипеллюлозных отложений в виде запасных питательных веществ [33].

Засухоустойчивость этой своеобразной породы объясняется также чрезвычайно мощной развитой корневой системой, надёжно закрепляющей почву. Горизонтальная проекция корневой системы существенно превышает горизонтальную проекцию кроны, а отдельные корни отходят от стволов на расстояние до 10...12 м.

Виды каркаса имеют большое практическое значение: обладают декоративностью, применяются в пищевой, дубильной, красильной, масложировой, кормовой (для скота) отраслях [34].

Вид имеет плотную, тяжёлую, зеленовато-жёлтую древесину. Вследствие твердости древесины его называют «железным деревом», однако она быстро разрушается, особенно, если ее надолго оставить на открытом воздухе. Промышленного значения эта древесина не имеет и используется в основном для мелких поделок, а также для изготовления фанеры золотистого цвета с очень красивой текстурой. Кору, листья, молодые веточки каркаса можно использовать для окраски тканей, в частности шелк окрашивается в кремовые и ореховые тона. Плоды каркаса хоть и мелкие, но съедобные. Жители горных районов собирают созревшие плоды, хорошо их просушивают, перемалывают в муку, и, смешивая с пшеничной мукой, используют для выпечки хлеба. Плоды применяют в качестве тонизирующего средства.

На Кавказе в целом в природе произрастают четыре вида каркаса: каркас южный *C. australis* L., каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K., каркас Турнефора *C. tournefortii* Lam., а во флоре Дагестана встречаются два вида — каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K., из которых каркас кавказский *C. caucasica* Willd. — редкий и уязвимый вид, занесённый в Красную книгу Республики Дагестан [35, 36].

По литературным данным [37–48], проявление адаптивных свойств к ксеротермическим факторам среды на стадии проростка и в ювенильном периоде показывает возможность использования отдельных видов Каркаса для защитного лесоразведения и озеленения.

В имеющейся коллекции Горного ботанического сада (Республика Дагестан) произрастают три вида каркаса: каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K., каркас западный *C. occidentalis* L.

Цель работы

Цель работы — изучение особенностей ростовых процессов древесных растений рода Каркас *Celtis* L. в засушливых условиях

(Республика Дагестан) для определения перспективности их использования в защитном лесоразведении.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования рассмотрены древесные виды рода Каркас *Celtis* L.: каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K., каркас западный *C. occidentalis* L.

Изучение роста сеянцев было проведено в условиях Горного ботанического сада ДФИЦ РАН на Цудахарской экспериментальной базе (ЦЭБ), высота 1100 м н. у. м. и Гунибской экспериментальной базе (ГЭБ), высота 1750 м н. у. м., расположенных во Внутригорном Дагестане.

Гунибская экспериментальная база расположена на высоте от 1650 до 2000 м н. у. м. По рельефу и геологическому строению эта территория относится к известняковому району, образованному преимущественно меловыми и юрскими известняками и характеризуется следующими параметрами: среднегодовое количество осадков 619 мм; среднегодовая температура воздуха 6,6 °C; абсолютный минимум температуры 26,0 °C; абсолютный максимум температуры 36,0 °C; относительная влажность воздуха 65 %. В почвенном покрове преобладают субальпийские горно-луговые и черноземовидные почвы [43].

Цудахарская экспериментальная база расположена на высоте от 900 до 1100 м н. у. м. и имеет следующие параметры: среднегодовое количество осадков 440 мм; среднегодовая температура воздуха 6,9 °C; относительная влажность воздуха 72 %. В почвенном покрове преобладают известковые почвы.

Посев семян проведен по общепринятой методике осенью и весной в трех повторностях [44]. Ежемесячно с момента появления всходов измеряли длину годичного побега. К концу вегетационного периода были измерены морфологические признаки листьев: длина листовой пластинки, длина черешка, общая длина листа, максимальная ширина пластинки. Измерения проводились линейкой (в сантиметрах) с точностью до 1 мм (высота). Кроме того, определяли среднее арифметическое значение $\bar{X}$, его ошибку S_x , коэффициент вариации CV (%) по шкале С.А. Мамаева [44]. Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием программы Exsel.

Вид каркас кавказский *C. caucasica* Willd. произрастает в очень сухих или полусухих местностях. Общий ареал: Кавказ, Юго-

Западная (Турция, Иран, Ирак, Афганистан, Пакистан), Средняя и Южная Азия. На Кавказе он растет в нижнем и среднем горных поясах до высоты 1500...1600 м. Экологически довольно разнообразен, так как в своем распространении связан с различными типами растительности: пустынным, степным, фриганным, редколесным и лесным. Вид приурочен в основном к полосе нижнего предела горных лиственных лесов, образует смешанно-лиственные редколесья совместно с гемиксерофильными или ксерофильными породами (дубом, ясенем, кленом, вязом, грабом), в том числе кустарниками (боярышником, кизильником, спиреей, держи-деревом, скумпией). К почвам малотребователен. Светолюбив. Размножение семенное. На орошаемых землях растет довольно быстро. Однолетние растения достигают в среднем 65 см, 10-летние деревья имеют высоту 6–7 м. Несмотря на то, что каркас хорошо размножается сеянцами и саженцами, все-таки основной способ его разведения в горах остается за посевом на постоянное место без пересадки. Сеянцы каркаса хорошо переносят жару и не нуждаются в притенениях. Дерево вступает в генеративную стадию с 8...10 лет, образуя при этом шаровидные красновато-желтые гладкие костянки с сизоватым налетом на длинных ножках. Созревание семян наблюдается в начале осени. Листья у растения продолговатые, жесткие, ассиметричные. Живет до 100–200 лет.

Вид каркас Планшона *C. planchoniana* K. — листопадное дерево или кустарник высотой до 5 м. На Кавказе растет главным образом в безлесных областях, вертикально простираясь от 300 м до высоты 1500...1700 м, а местами и выше, обитая на сухих неплодородных каменистых и скалистых местах, как правило, единичными экземплярами или небольшими группами. Ареал вида включает в себя Юго-Восточную Европу, Юго-Западную Азию, восточную часть Кавказа, в западной части не произрастает, внесен в Красную книгу Краснодарского края [45]. К почвам не требователен, растет на сильноэродированных почвах, на каменисто-осыпных склонах, в расщелинах скалистых выступов и на крутых склонах. Климатические условия среды обитания сходны в основном с условиями произрастания вида каркас кавказский *C. caucasica* Willd. Каркасы очень светолюбивые культуры, каркас кавказский *C. caucasica* Willd. более светолюбив, чем каркас Планшона *C. planchoniana* K. Плод — костянка почти шаровидной формы, поверхность плода шероховатая, красновато-желтого цвета с сизым налетом, мякоть — сладковатая. Цветет ранней весной, вместе с распусканием

Т а б л и ц а 1

Лабораторная и полевая всхожесть семян рода Каркас *Celtis* L.Laboratory and field germination of seeds of the genus *Celtis* L.

Вид	Всхожесть, %					
	Лабораторная		Полевая			
			осень		весна	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$CV, \%$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$CV, \%$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$CV, \%$
Каркас кавказский <i>C. caucasica</i> Willd.	81,7 ± 4,37	9,3	42,0 ± 2,08	8,6	60,0 ± 1,73	5,0
Каркас западный <i>C. occidentalis</i> L.	51,1 ± 2,25	7,6	8,2 ± 1,32	27,9	45,1 ± 0,72	2,8
Каркас Планшона <i>C. planchoniana</i> K.	47,5 ± 1,07	3,9	19,7 ± 2,14	18,8	38,1 ± 1,33	6,0

Т а б л и ц а 2

Достоверность значений признаков листьев сеянцев рода Каркас *Celtis* L.Reliability of leaves trait values for seedlings of the genus *Celtis* L.

Вид	Длина листовой пластинки <i>A</i> , мм	Длина черешка <i>C</i> , мм	Общая длина листа <i>AC</i> , мм	Максимальная ширина пластинки <i>B</i> , мм	Индекс листа <i>A/B</i>
Каркас кавказский <i>C. caucasica</i> Willd.	3,28 ($P < 0,01$)	5,82 ($P < 0,001$)	12,03 ($P < 0,001$)	8,02 ($P < 0,001$)	—
Каркас западный <i>C. occidentalis</i> L.	19,02 ($P < 0,001$)	5,47 ($P < 0,001$)	19,71 ($P < 0,001$)	16,13 ($P < 0,001$)	3,43 ($P < 0,01$)
Каркас Планшона <i>C. planchoniana</i> K.	7,62 ($P < 0,001$)	3,45 ($P < 0,01$)	3,177 ($P < 0,01$)	6,03 ($P < 0,001$)	—

*Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора.

листьев — в марте — апреле, плоды созревают в сентябре — октябре.

Каркас западный *C. occidentalis* L. — листопадное дерево среднего размера. Ареал распространения вида Северная Америка, на Кавказе произрастает как интродуцированный вид. В естественных условиях встречен в зоне лесов, участвует во втором ярусе в смешанно-лиственных или сосново-лиственных лесах, развитых на хорошо дренированных лессовидных суглинках и на безлесных пространствах. Цветет в апреле — мае, одновременно с распусканием листьев, плоды созревают в сентябре — октябре. Проявляет высокую теневыносливость. Вредителями и болезнями не повреждается. Пригоден для облесения в районах с сухим или полувлажным климатом, при этом теплым или умеренно-холодным. Коренные американцы использовали отвары, приготовленные из коры для облегчения боли в горле, а древесный экстракт — при лечении желтухи [5, 6].

Семена видов каркас кавказский *Celtis caucasica* Willd. и каркас Планшона *C. plancho-*

niana K. были собраны из естественных мест произрастания в природе, каркас западный *C. occidentalis* L. — в г. Махачкале.

Результаты и обсуждение

Каркасы могут размножаться как вегетативно, так и семенами. Для защитного лесоразведения наиболее эффективным считается семенное размножение.

Высевать семена каркаса можно осенью или весной. Осенние посевы проводились без подготовки семян, весенние — стратифицированными семенами. Норма высева семян составляла 28 г на 1 м, глубина заделки — 3 см. В естественных условиях в природе семенное возобновление видов каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K. отмечено очень редко, вероятно, вследствие аридности и климата на территории и биотических факторов. В связи с этим были проведены работы по изучению всхожести семян, начальных этапов онтогенеза видов рода каркас *Celtis* L. в различных экологических условиях.

Т а б л и ц а 3

**Динамика роста сеянцев древесных видов рода Каркас *Celtis* L.
в условиях Горного Дагестана**

Growth dynamics of the *Celtis* L. seedlings in the conditions of Mountainous Dagestan

Вид	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
	Среднее значение и ошибка $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Коэффициент вариации CV, %	Среднее значение и ошибка $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Коэффициент вариации CV, %	Среднее значение и ошибка $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Коэффициент вариации CV, %	Среднее значение и ошибка $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Коэффициент вариации CV, %	Среднее значение и ошибка $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Коэффициент вариации CV, %
Каркас кавказский <i>C. caucasica</i> Willd. (ГЭБ/ЦЭБ)	1,9 ± 0,05	8,8	2,3 ± 0,09	11,6	7,9 ± 0,25	10,0	12,3 ± 0,73	18,7	23,2 ± 1,20	16,4
	2,9 ± 0,14	15,3	7,2 ± 0,53	23,4	31,4 ± 1,27	12,8	47,6 ± 2,10	13,9	68,4 ± 4,2	19,4
Каркас западный <i>C. occidentalis</i> L. (ГЭБ/ЦЭБ)	2,6 ± 0,11	13,2	3,4 ± 0,13	12,2	8,8 ± 0,27	9,7	12,4 ± 0,62	15,7	23,7 ± 1,18	15,7
	5,6 ± 0,16	9,0	8,3 ± 0,48	18,3	30,2 ± 0,77	8,04	53,2 ± 0,73	4,4	74,8 ± 1,58	6,7
Каркас Планшона <i>C. planchoniana</i> К. (ГЭБ/ЦЭБ)	1,12 ± 0,05	13,2	1,9 ± 0,07	10,7	5,4 ± 0,23	13,4	6,0 ± 0,24	12,8	7,1 ± 0,34	15,1
	1,9 ± 0,04	6,9	4,3 ± 0,32	23,5	8,2 ± 0,76	29,4	14,2 ± 0,77	17,3	19,1 ± 1,19	19,7

Т а б л и ц а 4

**Морфологические признаки листьев сеянцев видов рода Каркас *Celtis* L.
в условиях Горного Дагестана**

Leaves morphological characteristics of *Celtis* L. seedlings in the conditions of Mountainous Dagestan

Вид	Длина листовой пластинки A, мм		Длина черешка C, мм		Общая длина листа AC, мм		Максимальная ширина пластин- ки B, мм		Индекс листа A/B	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %
Каркас кавказский <i>C. caucasica</i> Willd. (ГЭБ/ЦЭБ)	56,3 ± 1,90	8,9	4,4 ± 0,30	17,8	60,7 ± 2,1	9,2	36,0 ± 1,69	12,4	1,6 ± 0,03	5,6
	90,6 ± 2,55	8,9	7,2 ± 0,39	17,1	97,8 ± 2,64	8,6	56,5 ± 2,39	13,4	1,6 ± 0,04	8,4
Каркас западный <i>C. occidentalis</i> L. (ГЭБ/ЦЭБ)	66,2 ± 1,33	6,4	4,5 ± 0,17	11,7	70,7 ± 1,41	6,3	39,1 ± 0,98	7,9	1,7 ± 0,02	3,8
	111,3 ± 2,13	6,1	6 ± 0,21	11,1	117,3 ± 2,09	5,6	66,7 ± 1,21	5,7	1,7 ± 0,02	4,1
Каркас Планшона <i>C. planchoniana</i> К. (ГЭБ/ЦЭБ)	18,6 ± 0,80	12,2	1,7 ± 0,21	35,2	20,3 ± 0,89	12,4	11,4 ± 0,46	11,5	1,6 ± 0,04	7,6
	31,6 ± 1,73	17,4	2,8 ± 0,25	28,7	34,3 ± 1,93	17,8	19,1 ± 1,46	24,2	1,68 ± 0,07	13,2

У видов каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* К. и каркас западный *C. occidentalis* L. весенний посев стратифицированных семян показал более

высокие результаты по сравнению с осенним (табл. 1). Как полевая, так и лабораторная всхожесть у каркаса кавказского *C. caucasica* Willd. были самыми высокими из изучаемых видов



Рис. 1. Сеянцы каркаса кавказского *C. caucasica* Willd.
Fig. 1. *Celtis caucasica* Willd. seedlings



Рис. 2. Сеянцы каркаса Планшона *C. planchoniana* K.
Fig. 2. *Celtis planchoniana* K. seedlings

рода Каркас *Celtis* L. (80 %), кроме того, они характеризовались надземным прорастанием.

Начальные темпы роста в условиях обоих экспериментальных баз демонстрируют низкие значения в первый месяц развития; в следующие месяцы можно наблюдать более высокие темпы роста в условиях ЦЭБ по сравнению с ГЭБ. Видимо, комплексные почвенно-климатические условия ЦЭБ (1100 м н. у. м.) для сеянцев видов рода Каркас *Celtis* L. являются более благоприятными. С увеличением высоты над уровнем моря (ГЭБ, 1750 м н. у. м.) природные условия, в частности низкая температура, имеет определяющее значение для вегетации (табл. 2). Можно сделать вывод о том, что климатические и почвенные условия ЦЭБ являются более благоприятными для роста видов рода Каркас *Celtis* L.

Семядоли по форме у видов прямоугольные, у каркаса Планшона *C. planchoniana* K. меньше, чем у двух других. Также только у этого вида первые листья, которые появляются в начале мая, с верхней стороны голые, с нижней — опушенные, в особенности по жилкам, а у остальных видов опушение наблюдается с обеих сторон.



Рис. 3. Сеянцы каркаса западного *C. occidentalis* L.
Fig. 3. *Celtis occidentalis* L. seedlings

Интродукция древесных растений позволяет выявить закономерности произрастания древесных растений в новой среде и сохранения их в условиях культуры, а также определить возможное рациональное использование растительных ресурсов [45–48].

Природные условия горных районов оказывают существенное влияние на изменчивость изучаемых показателей листа. На высоте 1100 м н. у. м. данные параметры выше в 1,5 раза (табл. 3).

Установлено, что комплексный фактор в условиях ГЭБ и ЦЭБ сильно сказывается на изменчивости практически всех изученных морфологических признаков листьев у сеянцев рода Каркас *Celtis* L. (см. табл. 1, 2). Как видно из табл. 4, на 99 % является достоверным влияние на такие признаки, как длина черешка и общая длина листа у каркаса Планшона *C. planchoniana* K., длина листовой пластинки у каркаса кавказского *C. caucasica* Willd.

По *t*-критерию Стьюдента нет различий у признаков индекса формы листа у каркаса Планшона *C. planchoniana* K., каркаса кавказского *C. caucasica* Willd., в отличие от каркаса западного *C. occidentalis* L., у которого влияние факторов достоверно на 99%-м уровне значимости. Изучаемые признаки в целом имеют средний уровень изменчивости по шкале А.С. Мамаева [40]. Условия произрастания более всего влияют на изменчивость такого признака, как длина черешка у каркаса Планшона *C. planchoniana* K. (рис. 1–3).

Проявление адаптивных свойств к ксеротермическим факторам среды на стадии проростка и в ювенильном периоде показывают возможность использования отдельных растительных организмов для защитного лесоразведения и озеленения, в том числе для рассмотрения видов рода Каркас *Celtis* L.

Выводы

Проведенные исследования позволили выявить высотную дифференциацию ростовых процессов у сеянцев трех видов рода Каркас (каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K., каркас западный *C. occidentalis* L.) в условиях Горного Дагестана. Комплекс условий Цудахарской экспериментальной базы (высота 1100 м н. у. м) является существенно более благоприятным для начального роста и развития сеянцев всех изученных видов каркас *Celtis* L. что подтверждается достоверно более высокими показателями длины годичного побега и большинства морфометрических параметров листьев.

Установлено статистически значимое влияние комплексного фактора среды (высотный градиент) на изменчивость морфологических признаков листьев. Для большинства изученных параметров (длина листовой пластинки, общая длина листа, ширина пластинки) это влияние является высокодостоверным ($P < 0,001$).

Выявлены видовые различия в адаптивной стратегии: каркас западный *C. occidentalis* L. показал наибольшую фенотипическую пластичность, продемонстрировав достоверные различия (на 99%-м уровне значимости) даже в таком стабильном признаке, как индекс формы листа. Каркас кавказский *C. caucasica* Willd., каркас Планшона *C. planchoniana* K. оказались более консервативными в отношении формы листа, не выявив достоверных различий по данному признаку между высотными уровнями, что может указывать на их генетически закрепленную устойчивость в данных условиях.

В результате оценки репродуктивных и ростовых характеристик для целей защитного лесоразведения в аридных условиях Горного Дагестана рекомендованы к использованию: каркас кавказский *C. caucasica* Willd., как аборигенный, наиболее адаптированный вид, обладающий наивысшей устойчивостью; каркас западный *C. occidentalis* L., как перспективный интродуцент с высокой адаптивной способностью и интенсивным ростом в оптимальных условиях.

Наиболее эффективным агротехническим приемом для размножения всех изученных видов является весенний посев стратифицированными семенами.

Таким образом, виды рода Каркас *Celtis* L. обладают значительным потенциалом для использования в восстановительной экологии и озеленении горных регионов с аридным климатом, а каркас кавказский и каркас западный определены в качестве наиболее перспективных таксонов для проведения лесомелиоративных мероприятий в Республике Дагестан. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят получить более фундаментальные результаты, направленные на борьбу с опустыниванием на аридных территориях.

Список литературы

- [1] Цембелев М.А., Семенютина А. В. Биоэкология видов рода *Celtis* L. в Нижнем Поволжье. Волгоград: Изд-во ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. 144 с.
- [2] Маттис Г.Я., Крючков С.Н. Лесоразведение в засушливых условиях. Волгоград: Изд-во ВНИИАЛМИ, 2003. 292 с.
- [3] Дендрофлора Кавказа / под ред. В.З. Гулисашвили. Тбилиси: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 2. 329 с.

- [4] Reichman O.J. Forest // Konza Prairie: A tallgrass natural history. University of Kansas: Lawrence KS, 1987, pp. 115–124.
- [5] Stickney Peter F. Seral origin of species originating in northern Rocky Mountain forests / U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, Missoula, 1989, 10 p.
- [6] El-Alfy T.S. M., El-Gohary H.M.A., Sokkar N.M., Abd El-Tawab S., Al-Mahdy D.A.M. Botanical and genetic characteristics of *Celtis australis* L. and *Celtis occidentalis* L. grown in Egypt // Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University, 2011, v. 49, no. 1, pp. 37–57.
- [7] Demir F., Doğan H., Özcan M., Haciseferoğlu H. Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis* L.) // J. of Food Engineering, 2002, v. 54, no. 3, pp. 241–247.
- [8] Kim D.K., Lim J.P., Kim J.W., Park H.W., Eun J.S. Antitumor and antiinflammatory constituents from *Celtis sinensis* // Archives of Pharmacal Research, 2005, v. 28, pp. 39–43.
- [9] Berg C.C., Dahlberg S.V. A revision of *Celtis subg. Mertensia* (Ulmaceae) // Brittonia, 2001, v. 53, pp. 66–81.
- [10] Adedapo A.A., Jimoh F.O., Afolayan A.J., Masika P.J. Antioxidant Properties of the Methanol Extracts of the Leaves and Stems of *Celtis africana* // Records of Natural Products, 2009, v. 3, pp. 23–31.
- [11] Al-Taweel A.M., Perveen S., El-Shafae A.M., Fawzy G.A., Malik A., Afza N., Latif M. Bioactive phenolic amides from *Celtis africana* // Molecules, 2012, v. 17, no. 3, pp. 2675–2682.
- [12] El-Alfy T.S., El-Gohary H., Sokkar N.M., Hosny M., Al-Mahdy D.A. A new flavonoid C-glycoside from *Celtis australis* L. and *Celtis occidentalis* L. leaves and potential antioxidant and cytotoxic activities // Scientia pharmaceutica, 2011, v. 79, no. 4, pp. 963–975.
- [13] Acquaviva R., Sorrenti V., Santangelo R., Cardile V., Tomasello B., Malfa G., Di Giacomo C. Effects of an extract of *Celtis aetnensis* (Tornab.) Strobl twigs on human colon cancer cell cultures // Oncology Reports, 2016, v. 36, no. 4, pp. 2298–2304.
- [14] Sepahvand T., Etemad V., Matiniazade M., Shirvany A. Symbiosis of AMF with growth modulation and antioxidant capacity of Caucasian Hackberry (*Celtis Caucasica* L.) seedlings under drought stress // Central Asian J. of Environmental Science and Technology Innovation, 2021, v. 2, no. 1, pp. 20–35.
- [15] Semwal R.B., Semwal D.K. Analgesic and anti-inflammatory activities of extracts and fatty acids from *Celtis australis* L. // The Natural Products J., 2012, v. 2, no. 4, pp. 323–327.
- [16] Cowan M.R., Gabel M.L., Jähren A.H., Tieszen L.L. Growth and biomineralization of *Celtis occidentalis* (Ulmaceae) pericarps // American Midland Naturalist, 1997, pp. 266–273.
- [17] Krajicek J.E., Williams R.D. *Celtis occidentalis* L. Hackberry // Silvics of North America, 1990, v. 2, pp. 262–265.
- [18] Brunetti C., Tattini M., Guidi L., Velikova V., Ferrini F., Fini A. An integrated overview of physiological and biochemical responses of *Celtis australis* to drought stress // Urban forestry & Urban greening, 2019, v. 46, p. 126480.
- [19] Spitaler R., Gurschler S., Ellmerer E., Schubert B., Sgarbossa M., Zidorn C. Flavonoids from *Celtis australis* (Cannabaceae) // Biochemical Systematics and Ecology, 2009, v. 37, no. 2, pp. 120–121.
- [20] Ota A., Višnjevec A. M., Vidrih R., Prgommet Ž., Nečemer M., Hribar J., Ulrih N.P. Nutritional, antioxidative, and antimicrobial analysis of the Mediterranean hackberry (*Celtis australis* L.) // Food science & nutrition, 2017, v. 5, no. 1, pp. 160–170.
- [21] Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесная пром-сть, 1974. 704 с.
- [22] Атрохин В.Г., Калущий К.К., Тюриков Ф.Т. Древесные породы мира. Т. 3 / Древесные породы СССР. М.: Лесная пром-сть, 1982. 264 с.
- [23] Мамедова К.А. Рост и развитие некоторых видов каркаса на Апшероне // Бюл. ГБС АН РФ, 1992. Вып. 164. С. 18–21.
- [24] Мавжудов А.А. Представители рода *Celtis* L. в условиях Ташкента // Узбекский биологический журнал, 1963. № 3. С. 32–37.
- [25] Семенютина А.В., Петров В.И., Подковыров И.Ю. Методика определения перспективности интродукции видов *Ulmus* L. и *Celtis* L. для защитного лесоразведения и озеленения // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, 2015. № 7–8. С. 56–69.
- [26] Гуйджев Б.Х. Биоэкологические особенности представителей рода *Celtis* L., интродуцированных в Туркменистане: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ашхабад, 1994. 24 с.
- [27] Demir F., Dogan H., Ozcan M., Haciseferogullari H. Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis* L.) // J. of Food Engineering, 2002, t. 54, no. 3, pp. 241–247.
- [28] Hwang B.Y., Chai H.B., Kardono L.B.S., Riswan S., Farnsworth N.R., Cordell G.A., Pezzuto J.M., Douglas Kinghorn A. Cytotoxic triterpenes from the twigs of *Celtis philippinensis* // Phytochemistry, 2003, t. 62, no. 2, pp. 197–201.
- [29] Цембелев М.А. Биоэкологическое обоснование применения видов рода *Celtis* L. в лесомелиоративных насаждениях нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2006. 24 с.
- [30] Азова О.В. Особенности организации побеговых систем *Magnolia kobus* DC., *Celtis caucasica* Willd., *Ligustrum vulgare* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2003, 17 с.
- [31] Dunster K.J. The ecology of two northern marginal disjunct populations of *Celtis tenuifolia* Nutt. in Ontario, Canada: Ph. D. dis., University of Toronto, Toronto, Ontario, 1992, 191 p.
- [32] Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Котенко М.Е., Мусалаева П.Д. Системный анализ функционирования засоленных почв и особенности их использования в аридных условиях // Аридные экосистемы, 2024. Т. 30. № 3(100). С. 37–48.
- [33] Семенютина А.В. Лесомелиорация и обогащение дендрофлоры аридных регионов России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 2005. 46 с.
- [34] Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: Изд-во Администрации Краснодарского края, 2017. 850 с.
- [35] Тахтаджян А.Л. Конспект флоры Кавказа: В 3 т. Т. 3 (2). СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 623 с.
- [36] Красная книга Республики Дагестан // отв. ред. Г.М. Абдурахманов. Махачкала: ИПЭ РД, 2009. 552 с.

- [37] Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А., Лазарев С.Е., Цой М.В., Мельник К.А. Характеристика и особенности ростовых процессов древесных растений в засушливом регионе // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2021. Т. 16. № 2(62). С. 60–64.
- [38] Семенютина А.В., Петров В.И., Подковыров И.Ю. Методика определения перспективности интродукции видов *Ulmus* L. и *Celtis* L. для защитного лесоразведения и озеленения // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, 2015. № 7–8. С. 56–69.
- [39] Asadi F., Etemad V., Moradi G., Sepahvand A. Effect of different irrigation and shade treatments on seedling production of *Celtis caucasica* Willd // Iranian J. of Forest, 2018, t. 10, no. 1, pp. 67–77.
- [40] Kaparbay R.E., Tolenova A.D., Almabek D.M., Ivashchenko A.A., Abidkulova K.T., Arynov B.B. Monitoring of rare floristic elements of the Northern Tien-Shan mountain forest // Experimental Biology, 2023, v. 94, no. 1. DOI:10.26577/eb.2023.v94.i1.02
- [41] Mokhizadeh V.M., Moshki A., Ravanbakhsh H., Molashahi M., Kianian M.K. Seedlings response of *Cercis siliquastrum* L., *Celtis caucasica* Wild., *Elaeagnus angustifolia* L. and *Amygdalus scoparia* Spach to moisture storage treatments in the arid region of Semnan // Iranian J. of Forest, 2024, v. 16, no. 2, pp. 185–195.
- [42] Asadi F., Etemad V., Moradi G., Sepahvand A. Effect of irrigation and shade on biomass, leaf area and viability of *Celtis caucasica* Willd. Seedlings // Forest Research and Development, 2018, v. 4, no. 3, pp. 331–345.
- [43] Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. Физическая география Дагестана. М.: Школа, 1996. 384 с.
- [44] Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 400 с.
- [45] Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере сем. Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
- [46] Махнев А.К. О внутривидовой и географической изменчивости и морфогенезе листьев *Betula verrucosa* Ehrh. и *Betula pubescens* Ehrh. на Среднем Урале // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений. Свердловск: Редакционно-издательский совет Уральского филиала академии наук СССР, 1969. С. 39–68.
- [47] Givnish T.J. Ecological aspects of plant morphology: leaf form in relation to environment // Acta Biotheoretica, 1978, v. 27, pp. 83–142.
- [48] Givnish T.J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests // Physiological ecology of plants of the wet tropics / eds. E. Medina, H.A. Mooney, C. Vasquez-Yanes. Mexico, 1984, pp. 51–84.

Сведения об авторе

Магомедова Барият Магомедтагировна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории интродукции и генетических ресурсов древесных растений, ФГБУН «Горный ботанический сад Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук» (ГорБС ДФИЦ РАН), bary_m@mail.ru

Поступила в редакцию 22.08.2024.

Одобрено после рецензирования 28.02.2025.

Принята к публикации 11.09.2025.

GENUS *CELTIS* L. GROWTH FEATURES IN MOUNTAIN DAGESTAN

B.M. Magomedova

Mountain Botanical Garden of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 45,
M. Gadjev st., 367000, Makhachkala, Republic Dagestan, Russia

bary_m@mail.ru

The growth processes of the genus *Celtis* L. juvenile plants are examined depending on the conditions of Mountainous Dagestan. It is established that the complex soil and climatic conditions at different elevations have a significant impact on the variability of seedling morphological traits and their growth performance. It is shown that the climatic and soil conditions at the Tsudakhar experimental base are more favorable for the species of the genus *Celtis* L. It is indicated that the complex factor in the conditions of the Gunib and Tsudakhar experimental bases significantly affects (at the 99,9 % significance level) the variability of almost all the studied morphological traits of leaves in seedlings of the genera *Celtis* L. No differences were found in Student's *t*-test between the mean values of the leaf shape index traits in the *C. caucasica* Willd. and the *C. planchoniana* K. For the *C. occidentalis* L., the effect of the altitudinal gradient on the variability of the leaf index trait is reliable at the 99 % significance level. The species *C. caucasica* and *C. occidentalis* are recommended for forest restoration in the arid conditions of Mountainous Dagestan.

Keywords: ontogeny, seedlings, *Celtis* L., the Red Book, Dagestan, woody species

Suggested citation: Magomedova B.M. *Osobennosti proizrastaniya v Gornom Dagestane vidov roda Karkas (Celtis L.)* [Genus *Celtis* L. growth features in Mountain Dagestan]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2026, vol. 30, no. 1, pp. 62–73. DOI: 10.18698/2542-1468-2026-1-62-73

References

- [1] Tsembelev M. A., Semenyutina A. V. *Bioekologiya vidov roda Celtis L. v Nizhnem Povolzh'e* [Bioecology of species of the genus *Celtis* L. in the Lower Volga region]. Volgograd: Federal Scientific Center of Agroecology, Russian Academy of Sciences, 2019, 144 p.
- [2] Mattis G. Ya., Kryuchkov S.N. *Lesorazvedenie v zasushlivykh usloviyakh* [Afforestation in arid conditions]. Volgograd: VNIALMI, 2003, 292 p.
- [3] *Dendroflora Kavkaza* [Dendroflora of the Caucasus]. Ed. V.Z. Gulisashvili. Tbilisi: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1961, v. 2, 329 p.
- [4] Reichman O.J. Forest. Konza Prairie: A tallgrass natural history. University of Kansas. Lawrence KS, 1987, pp. 115–124.
- [5] Stickney Peter F. Seral origin of species originating in northern Rocky Mountain forests. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, Missoula, 1989, 10 p.
- [6] El-Alfy T.S. M., El-Gohary H.M.A., Sokkar N.M., Abd El-Tawab S., Al-Mahdy D.A.M. Botanical and genetic characteristics of *Celtis australis* L. and *Celtis occidentalis* L. grown in Egypt. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*, 2011, v. 49, no. 1, pp. 37–57.
- [7] Demir F., Doğan H., Özcan M., Haciseferoğlu H. Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis* L.). *J. of Food Engineering*, 2002, v. 54, no. 3, pp. 241–247.
- [8] Kim D.K., Lim J.P., Kim J.W., Park H.W., Eun J.S. Antitumor and antiinflammatory constituents from *Celtis sinensis*. *Archives of Pharmacal Research*, 2005, v. 28, pp. 39–43.
- [9] Berg C.C., Dahlberg S.V. A revision of *Celtis* subg. *Mertensia* (Ulmaceae). *Brittonia*, 2001, v. 53, pp. 66–81.
- [10] Adedapo A.A., Jimoh F.O., Afolayan A.J., Masika P.J. Antioxidant Properties of the Methanol Extracts of the Leaves and Stems of *Celtis africana*. *Records of Natural Products*, 2009, v. 3, pp. 23–31.
- [11] Al-Taweel A.M., Perveen S., El-Shafae A.M., Fawzy G.A., Malik A., Afza N., Latif M. Bioactive phenolic amides from *Celtis africana*. *Molecules*, 2012, v. 17, no. 3, pp. 2675–2682.
- [12] El-Alfy T.S., El-Gohary H., Sokkar N.M., Hosny M., Al-Mahdy D.A. A new flavonoid C-glycoside from *Celtis australis* L. and *Celtis occidentalis* L. leaves and potential antioxidant and cytotoxic activities. *Scientia pharmaceutica*, 2011, v. 79, no. 4, pp. 963–975.
- [13] Acquaviva R., Sorrenti V., Santangelo R., Cardile V., Tomasello B., Malfa G., Di Giacomo C. Effects of an extract of *Celtis aetnensis* (Tornab.) Strobl twigs on human colon cancer cell cultures. *Oncology Reports*, 2016, v. 36, no. 4, pp. 2298–2304.
- [14] Sepahvand T., Etemad V., Matinzade M., Shirvany A. Symbiosis of AMF with growth modulation and antioxidant capacity of Caucasian Hackberry (*Celtis Caucasica* L.) seedlings under drought stress. *Central Asian J. of Environmental Science and Technology Innovation*, 2021, v. 2, no. 1, pp. 20–35.
- [15] Semwal R.B., Semwal D.K. Analgesic and anti-inflammatory activities of extracts and fatty acids from *Celtis australis* L. *The Natural Products J.*, 2012, v. 2, no. 4, pp. 323–327.
- [16] Cowan M.R., Gabel M.L., Jahren A.H., Tieszen L.L. Growth and biomineralization of *Celtis occidentalis* (Ulmaceae) pericarps. *American Midland Naturalist*, 1997, pp. 266–273.

- [17] Krajicek J. E., Williams R. D. *Celtis occidentalis* L. Hackberry. Silvics of North America, 1990, v. 2, pp. 262–265.
- [18] Brunetti C., Tattini M., Guidi L., Velikova V., Ferrini F., Fini A. An integrated overview of physiological and biochemical responses of *Celtis australis* to drought stress. Urban forestry & urban greening, 2019, v. 46, p. 126480.
- [19] Spitaler R., Gurschler S., Ellmerer E., Schubert B., Sgarbossa M., Zidorn C. Flavonoids from *Celtis australis* (Cannabaceae). Biochemical Systematics and Ecology, 2009, v. 37, no. 2, pp. 120–121.
- [20] Ota A., Višnjevec A. M., Vidrih R., Prgommet Ž., Nečemer M., Hribar J., Ulrih N.P. Nutritional, antioxidative, and antimicrobial analysis of the Mediterranean hackberry (*Celtis australis* L.). Food science & nutrition, 2017, v. 5, no. 1, pp. 160–170.
- [21] Kolesnikov A.I. *Dekorativnaya dendrologiya* [Decorative dendrology]. Moscow: Lesnaya prom-st' [Forestry Industry], 1974, 704 p.
- [22] Atrokhin V.G., Kalutskiy K.K., Tyurikov F.T. *Drevesnye porody mira* [Wood species of the world, vol. 3]. Drevesnye porody SSSR [Wood species of the USSR]. Moscow: Lesnaya prom-st' [Forestry Industry], 1982, 264 p.
- [23] Mamedova K.A. Mamedova K.A. *Rost i razvitiye nekotorykh vidov karkasa na Apsheron* [Growth and development of some types of framewood on Absheron]. Byul. GBS AN RF [Bulletin of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences], 1992, iss. 164, pp. 18–21.
- [24] Mavzhudov A.A. *Predstaviteli roda Celtis L. v usloviyakh Tashkenta* [Representatives of the genus Celtis L. in Tashkent]. Uzbekskiy biologicheskiy zhurnal [Uzbek Biological J.], 1963, no. 3, pp. 32–37.
- [25] Semenytina A.V., Petrov V.I., Podkovyrov I.Yu. *Metodika opredeleniya perspektivnosti introduksii vidov Ulmus L. i Celtis L. dlya zashchitnogo lesorazvedeniya i ozeleneniya* [Methodology for determining the prospects of introducing Ulmus L. and Celtis L. species for protective afforestation and landscaping]. Sovremennaya nauka: Aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences], 2015, no. 7–8, pp. 56–69.
- [26] Guydzhev B.Kh. *Bioekologicheskie osobennosti predstaviteley roda Celtis L., introdutsirovannykh v Turkmenistane* [Bioecological characteristics of representatives of the genus Celtis L. introduced in Turkmenistan: author's abstract]. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Ashgabat, 1994, 24 p.
- [27] Demir F., Dogan H., Ozcan M., Haciseferogullari H. Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis* L.). J. of Food Engineering, 2002, t. 54, no. 3, pp. 241–247.
- [28] Hwang B.Y., Chai H.B., Kardono L.B.S., Riswan S., Farnsworth N.R., Cordell G.A., Pezzuto J.M., Douglas Kinghorn A. Cytotoxic triterpenes from the twigs of *Celtis philippinensis*. Phytochemistry, 2003, t. 62, no. 2, pp. 197–201.
- [29] Tsembelev M.A. *Bioekologicheskoe obosnovanie primeneniya vidov roda Celtis L. v lesomeliorativnykh nasazhdeniyakh nizhnego Povolzh'ya* [Bioecological justification for the use of species of the genus Celtis L. in forest reclamation plantations of the lower Volga region]. Author's abstract. Diss. Cand. Sci. (Agric.). Volgograd, 2006, 24 p.
- [30] Azova O.V. *Osobennosti organizatsii pobegovykh sistem Magnolia kobus DC., Celtis caucasica Willd., Ligustrum vulgare L.* [Features of the organization of shoot systems of Magnolia kobus DC., Celtis caucasica Willd., Ligustrum vulgare L.]. Author's abstract. Diss. Cand. Sci. (Biol.). St. Petersburg, 2003, 17 p.
- [31] Dunster K.J. The ecology of two northern marginal disjunct populations of *Celtis tenuifolia* Nutt. in Ontario, Canada. Ph.D. dissertation, University of Toronto, Toronto, Ontario, 1992, 191 p.
- [32] Zalibekov Z.G., Mamaev S.A., Kotenko M.E., Musalaeva P.D. *Sistemnyy analiz funktsionirovaniya zasolennykh pochv i osobennosti ikh ispol'zovaniya v aridnykh usloviyakh* [Systems analysis of the functioning of saline soils and features of their use in arid conditions]. Aridnye ekosistemy [Arid ecosystems], 2024, v. 30, no. 3 (100), pp. 37–48.
- [33] Semenytina A.V. *Lesomelioratsiya i obogashchenie dendroflory aridnykh regionov Rossii* [Forest reclamation and enrichment of dendroflora of arid regions of Russia]. Author's abstract. Diss. Dr. Sci. (Agric.). Volgograd, 2005, 46 p.
- [34] *Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraia. Rasteniya i griby* [Red Data Book of Krasnodar Krai. Plants and fungi]. Ed. S.A. Litvinskaya. Krasnodar: Adm. of Krasnodar Krai, 2017, 850 p.
- [35] Takhtadzhyan A.L. *Konspekt flory Kavkaza* [Abstract of the flora of the Caucasus]. In 3 volumes. St. Petersburg, Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2012, v. 3 (2), 623 p.
- [36] *Krasnaya kniga Respubliki Dagestan* [Red Data Book of the Republic of Dagestan]. Ed. G.M. Abdurakhmanov. Makhachkala: IPE RD, 2009, 552 p.
- [37] Khuzhakhmetova A.Sh., Semenytina V.A., Lazarev S.E., Tsoy M.V., Mel'nik K.A. *Kharakteristika i osobennosti rostovykh protsessov drevesnykh rasteniy v zasushlivom regione* [Characteristics and features of growth processes of woody plants in an arid region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Kazan State Agrarian University], 2021, v. 16, no. 2(62), pp. 60–64.
- [38] Semenytina A.V., Petrov V.I., Podkovyrov I.Yu. *Metodika opredeleniya perspektivnosti introduksii vidov Ulmus L. i Celtis L. dlya zashchitnogo lesorazvedeniya i ozeleneniya* [Methodology for determining the prospects of introducing Ulmus L. and Celtis L. species for protective afforestation and landscaping]. Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya estestvennye i tekhnicheskie nauki [Modern science: current problems of theory and practice. Series of natural and technical sciences], 2015, no. 7–8, pp. 56–69.
- [39] Asadi F., Etemad V., Moradi G., Sepahvand A. Effect of different irrigation and shade treatments on seedling production of *Celtis caucasica* Willd. Iranian J. of Forest, 2018, t. 10, no. 1, pp. 67–77.
- [40] Kaparbay R.E., Tolenova A.D., Almabek D.M., Ivashchenko A.A., Abidkulova K.T., Arynov B.B. Monitoring of rare floristic elements of the Northern Tien-Shan mountain forest. Experimental Biology, 2023, v. 94, no. 1. DOI:10.26577/eb.2023.v94.i1.02
- [41] Mokhizadeh V.M., Moshki A., Ravanbakhsh H., Mollashahi M., Kianian M.K. Seedlings response of *Cercis siliguastrium* L., *Celtis caucasica* Willd., *Elaeagnus angustifolia* L. and *Amygdalus scoparia* Spach to moisture storage treatments in the arid region of Semnan. Iranian J. of Forest, 2024, v. 16, no. 2, pp. 185–195.

- [42] Asadi F., Etemad V., Moradi G., Sepahvand A. Effect of irrigation and shade on biomass, leaf area and viability of *Celtis caucasica* Willd. Seedlings. Forest Research and Development, 2018, v. 4, no. 3, pp. 331–345.
- [43] Akaev B.A., Ataev Z.V., Gadzhiev B.S. *Fizicheskaya geografiya Dagestana* [Physical geography of Dagestan]. Moscow: Shkola, 1996, 384 p.
- [44] Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan* [Handbook of dormant seed germination]. Leningrad: Nauka, 1985, 400 p.
- [45] Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere sem. Pinaceae na Urale)* [Forms of intraspecific variability of woody plants (using the Pinaceae family in the Urals as an example)]. Moscow: Nauka, 1973, 284 p.
- [46] Makhnev A.K. *O vnutripopulyatsionnoy i geograficheskoy izmenchivosti i morfogeneze list'ev Betula verrucosa Ehrh. i Betula pubescens Ehrh. na Srednem Urale* [On intrapopulation and geographic variability and morphogenesis of *Betula verrucosa* Ehrh. leaves. and *Betula pubescens* Ehrh. in the Middle Urals]. *Zakonomernosti formoobrazovaniya i differentsiatsii vida u drevesnykh rasteniy* [Patterns of morphogenesis and species differentiation in woody plants]. Sverdlovsk: Editorial and Publishing Council of the Ural Branch of the USSR Academy of Sciences, 1969, pp. 39–68.
- [47] Givnish T.J. Ecological aspects of plant morphology: leaf form in relation to environment // *Acta Biotheoretica*, 1978, v. 27, pp. 83–142.
- [48] Givnish T.J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests // *Physiological ecology of plants of the wet tropics*. Eds. E. Medina, H.A. Mooney, C. Vasquez-Yanes. Mexico, 1984, pp. 51–84.

Author's information

Magomedova Bariyat Magomedtagirovna — Cand. Sci. (Biology), the Scientific Researcher, the Laboratory of introduction and genetic resources of woody plants, Mountain Botanical Garden Dagestan Federal Research Center of Russian Academy of Sciences, bary_m@mail.ru

Received 22.08.2024.

Approved after review 28.02.2025.

Accepted for publication 11.09.2025.