

УДК 581.1

ЖАРО- И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ ЖЕЛЕЗНОГО ДЕРЕВА, ИНТРОДУЦИРОВАННОГО НА АПШЕРОНСКИЙ ПОЛУОСТРОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

¹Асадов Г.Г., ¹Багирова С.Б., ²Кулиев Ф.А., ¹Бабаев М.И.

¹Институт дендрологии НАНА, Баку, e-mail: samira.baqirova.2013@mail.ru;

²Лянкоранский региональный научный центр, Ленкорань, e-mail: prof.fquliyev@mail.ru

Железное дерево является одним из реликтовых растений Кавказа, в частности Азербайджана. Возраст растений превышает 4000 лет. Родиной является Персия, современный Иран. Оно является редчайшим растением, распространенным на склонах Талышских гор Ленкоранской области Азербайджана. Растение относится к семейству Hamamelidaceae, роду *Parrotia*, виду *Parrotia persica* (D. C.) C.A. May. Дерево обладает высочайшим ростом и развитием, долговечностью и способностью естественного восстановления, качественной древесиной, которая отличается от всех видов древесных пород удельным весом. Поэтому древесина данного вида плотная и тонет в воде. Это качество древесины позволяет широко использовать ее для изготовления мебели, в строительстве и в изготовлении оборудования для подводного и парусного судостроения. Впервые в условиях сухого субтропического климата Апшерона в Азербайджане интродуцировано 10 экземпляров молодых саженцев железного дерева, доставленных из Ленкоранского научного центра НАНА. Саженцы посажены на экспериментальном участке Института дендрологии НАНА ранней весной. Цель данной статьи – экспериментальное исследование жароустойчивости и засухоустойчивости в связи с динамикой фотосинтетической активности данного вида, интродуцированного на Апшеронский полуостров Азербайджана.

Ключевые слова: железное дерево, жаро- и засухоустойчивость, динамика фотосинтеза

HEAT AND DROUGHT RESISTANCE OF THE IRON TREE INTRODUCED TO THE ABSHERON PENINSULA OF AZERBAIJAN

¹Asadov G.G., ¹Bagirova S.B., ²Kuliev F.A., ¹Babaev M.I.

¹Institute of Dendrology of ANAS, Baku, e-mail: samira.baqirova.2013@mail.ru;

²Lankaran Regional Scientific Center, Lankaran, e-mail: prof.fquliyev@mail.ru

The iron tree is one of the relic plants of the Caucasus, in particular in Azerbaijan. The plants are over 4000 years old. Homeland is Persia, modern Iran. It is the rarest plant common on the slopes of the Talysh Mountains in the Lankaran region of Azerbaijan. The plant belongs to the family Hamamelidaceae, genus *Parrotia*, and species *Parrotia persica* (D. C.) C.A. May. The tree has the highest growth and development, durability and the ability to naturally regenerate, high-quality wood, which differs from all types of tree species in specific gravity. Therefore, the wood of this type is dense and sinks in water. This quality of wood allows it to be widely used in the manufacture of furniture, construction and in the manufacture of equipment for underwater and sailing shipbuilding. For the first time in the conditions of the dry subtropical climate of Absheron in Azerbaijan, 10 specimens of young iron tree seedlings were introduced, delivered from the Lankaran Scientific Center of ANAS. The seedlings were planted at the experimental site of the Institute of Dendrology of ANAS in early spring. The purpose of this article is devoted to an experimental study of heat resistance and drought resistance, in connection with the dynamics of photosynthetic activity of this species introduced in the conditions of the Absheron Peninsula of Azerbaijan.

Keywords: iron tree, heat and drought tolerance, photosynthesis dynamics

Материалы и методы исследования

Железное дерево достигает высоты 20–30 м. Это листопадное дерево, диаметр ствола иногда достигает 1,5–2,0 м. Дерево цветonoсное, цветение наблюдается до раскрытия листовых почек. У цветка отсутствуют лепестки, количество чашелистиков 5–7, а количество тычинок соответствует числу лепестков. Плод – двустворчатая коробка. Созревают плоды к осени. Листья железного дерева небольшого размера, овальные, достигают длины 8–12 см, ширины 4–6 см. Весной и летом листья зеленые, к осени желтые, по краям красивые и пурпурные. Кора ствола коричнево-серая, ширина кроны достигает 15–20 м, древесина плотная, годовичные кольца выражены слабо.

В экологическом отношении железное дерево предпочитает субтропический климат с теплой умеренной температурой. Поэтому данный вид растет в основном на склонах гор, не превышающих 700 м над уровнем моря. Он требователен к увлажненным почвам вдоль рек и ручьев, редко встречается в засушливых местах.

Железное дерево растет медленно, к 150–200 годам достигает 15–20 м высоты с диаметром ствола в 30–40 см, иногда в 50. Растение способно к естественному восстановлению с помощью корневых отростков, отходящих от корневого перешейка.

Исходя из вышесказанного, в целях экспериментальных исследований нами были приобретены из Ленкоранской области 10 экземпляров пятилистных сажен-

цев железного дерева, которые были интродуцированы на территорию Института дендрологии НАНА, с целью определения жароустойчивости и засухоустойчивости данного вида в аридных условиях Апшеронского полуострова Азербайджана.

Для воплощения намеченных целей были определены биометрические показатели роста новых побегов, количество листьев на одном побеге, длина и ширина листьев, фотосинтетическая активность и количество хлорофилла в листьях. Измерение активности фотосинтеза произвели с помощью аппарата Plant photosynthesis meter 3051 C (Китай) и SPAD 502 Plus Chlorophyll meter (Индия).

Влияние высоких температур на растение произвели по методу Ф.Ф. Мацкова, описанному в [1], повышая температуру водной бани с 40 °С до 80 °С, с дальнейшей обработкой листьев 0,2 Н соляной кислоты. Засухоустойчивость молодых саженцев железного дерева провели по методике П.А. Генкеля [2]. Полученные данные представлены в таблицах данной статьи.

Результаты исследования и их обсуждение

Железное дерево имеет высококачественную древесину розового цвета с коричневым оттенком. Плотная и весьма однородная древесина вида широко использовалась в изготовлении ткацких установок, декоративной фанеры с качественной полировкой, художественных рамок и др.

Древесина прочная, твердая, малоупругая и плохо колется. В своих статьях И.С. Сафаров [3] высоко оценивал древесину железного дерева и указывал физико-химические свойства древесины.

В табл. 1 представлены данные о степени повреждения листьев железного дерева в зависимости от высоких температурных показателей.

Как видно из табл. 1, молодые листья железного дерева выдерживают температуру внешней среды от 40 °С до 50 °С, а дальнейшее повышение температуры от 60 °С

до 70 °С приводит к повреждению листовой пластинки. По-видимому, происходит повышение кислотного состава клеточного сока, а затем происходит осаждение ионов Mg^{2+} с образованием феофитина, фитоловой кислоты, амидов токсического характера. В связи с этим происходит гибель клеток, тканей и др. частей листового аппарата в целом [4–6].

Количество воды в листьях определяли путем высушивания в сушильном шкафу при температуре 105 °С, в течение 24 ч. Количество потерянной воды составляло 27%. Из полученных данных стало ясно, что железное дерево по происхождению является гигрофитным растением, требовательным к питательной среде и влажной почве [7–9].

Саженцы, интродуцированные на экспериментальном участке Института дендрологии НАНА на Апшеронском полуострове с характерными засушливо-жаркими климатическими условиями, во второй декаде марта 2022 г., при оптимальном агротехническом уходе, произрастали без каких-либо отклонений. Биометрические параметры формирования листьев и побегов в течение 30 и 60 дней представлены в табл. 2 и 3.

Как видно из табл. 2, при оптимальном уходе за саженцами, интродуцированными в 18.03.2022 на экспериментальном участке, у них ускорено развитие почек, и за 30 дней, к 18.04.2022, длина побега в среднем равна 7,9 см, число образованных побегов на одном растении изменяется от 5 до 12. Количество листьев образовавшихся на одном побеге, в среднем 5, длина одного листа равна 4,2 см, а ширина равна 2,7 см, площадь одного листа составляет 11,8 см². Общая фотосинтезирующая площадь всех листьев на деревце равна 59 см².

В табл. 3 представлены сведения о росте и формировании листьев 60-дневных растений в весенний период развития. Данные таблицы свидетельствуют о том, что при регулярном агротехническом уходе (обеспечении водой, минеральными и органическими удобрениями) активность роста саженцев железного дерева интенсивно ускоряется.

Таблица 1

Степени повреждения листьев железного дерева в зависимости от температурных показателей

температура вид	40°С	50°С	60°С	70°С	80°С
<i>Parrotia persica</i>	-	-	+	++	+++

Примечание: «-» нет повреждений
«+» слабое повреждение
«++» повреждение в 50%
«+++» сильное повреждение

Таблица 2

Биоморфологические параметры роста молодых саженцев
железного дерева (*Parrotia persica* (D. C.) С.А. Мау),
интродуцированных на Апшеронском полуострове (19.04.2022)

Вид	Длина побегов (см)	Кол-во побегов (шт.)	Кол-во листьев на 1-м стебле (шт.)	Длина листа (см)	Ширина листа (см ²)	Площадь листа (см ²)	Общая площадь всех листьев на побеге (см ²)
Железное дерево (1)	15	12	5	5,5	3,5	19,25	96,25
Железное дерево (2)	9	5	5	3,5	3	10,5	52,5
Железное дерево (3)	10	5	6	5,5	3	16,5	99
Железное дерево (4)	8	8	5	4,5	3,3	14,9	74,25
Железное дерево (5)	10	6	6	3	2	6	36
Железное дерево (6)	4,5	6	5	3,2	2,2	7,1	35,2
Железное дерево (7)	7	10	4	4,5	3	13,5	54
Железное дерево (8)	6,5	9	4	3,2	2,2	7,1	28,16
Железное дерево (9)	8	6	4	4	2,2	8,8	35,2
Железное дерево (10)	11	9	6	5	3	15	90

Таблица 3

Биоморфологические параметры роста молодых саженцев
железного дерева (*Parrotia persica* (D. C.) С. А. Меу)
интродуцированной на Апшеронском полуострове (24.05.2022)

Вид	Длина стебля (см)	Кол-во побегов (шт.)	Кол-во листьев на 1-м стебле (шт.)	Длина листа (см)	Ширина листа (см)	Площадь листа (см ²)	Общая площадь всех листьев на побеге (см ²)
Железное дерево (1)	13,1	10	8	7,0	4,0	28,0	224,0
Железное дерево (2)	26,2	11	13	6,5	4,0	26,0	338,0
Железное дерево (3)	25,5	12	8	7,2	4,0	28,8	230,4
Железное дерево (4)	20,5	11	8	7,1	4,0	28,4	227,2
Железное дерево (5)	25,5	10	10	6,5	4,2	27,3	273,0
Железное дерево (6)	16,2	11	6	8,0	4,0	32,0	192,0
Железное дерево (7)	25,6	10	8	7,6	4,3	32,68	261,44
Железное дерево (8)	26,0	11	8	5,8	3,2	18,56	148,8
Железное дерево (9)	22,5	9	8	7,3	4,3	31,39	251,12
Железное дерево (10)	24,2	10	13	8,2	4,2	34,44	447,72

Таблица 4

Характеристика активности фотосинтеза листьев молодых саженцев железного дерева (*Parrotia persica* (D. C.) С.А. Мей) (18.04.2022)

Вид	CO ₂ (×10 ⁻⁴)	T°C (Погода)	T°C (Лист)	Rh%	Par (×10 ⁻⁴)	Поток газа	Pn (×10 ⁻⁶)	CO ₂ In (×10 ⁻⁴)
Железное дерево (6)	5,06	15,1	13,3	49,5	3,26	0,69	19,9	29,0
Железное дерево (10)	5,08	15,1	14,0	50,1	2,6	0,7	25,1	27,8

При измерении роста побега формирование листьев особенно активно проявляется при температурных показателях среды от 22 °С до 30 °С, несколько задерживается в ветреные дни и при усилении осадков (май 2022 г.). Независимо от погодных условий, рост побега достигает за 60 дней в среднем 26,2 см количество побегов 12, количество сформировавшихся листьев 9, длина листа 7,1 см, ширина листа 4 см, площадь листьев на одном побеге 28 см², а общая площадь листьев на одном растении составляет 255,3 см².

При сравнении показателей роста 30-дневных и 60-дневных растений становится ясно, что прирост побегов и формирование листьев у 60-дневных саженцев превышает как таковой у 30-дневных почти в 2–2,5 раза, что свидетельствует об ускорении адаптации вида к условиям новой экологической среды. Этим утверждениям соответствуют полученные данные, представленные в табл. 4.

Как видно из табл. 4, железное дерево в весенний период своего развития отличается высокой активностью фотосинтеза. В таблице ярко выражены активность поглощения углекислого газа у всех 10 са-

женцев в 30-дневный период формирования листового аппарата, т.е. в начальном этапе вегетационного периода активности поглощения у них почти не различаются в пределах от 5,01 до 5,11×10⁻⁴. Температура внешней среды равна средневесенним показателям. Внутренняя температура протоплазмы листа изменяется от 13 до 14,2 °С, процентное содержание влажности в пределах 46,3–53,4%, активность выделения потока во внешнюю среду схожа у всех экземпляров, количество выделяемых паров, т.е. транспирация, в пределах от 1,54 до 5,6×10⁻⁴, показатель активности Pn×10⁻⁶, изменяется в пределах, близких к оптимальным – от 3,6 до 25,1, выделение углекислого газа (CO₂) изменяется от 12,6 до 48,3×10⁻⁴.

Сведения фотосинтетической активности ярко выражены на рис. 1, 2. В этот период внутренняя и внешняя температуры оказались равными, что способствовало умеренному течению фотосинтеза, распределению физической и химической энергии, для оптимизации энергетической активности хлорофилла в хлоропластах, создания оптимального синтеза органических соединений, обеспечивая выход кислорода в атмосферу и его обогащение [10, 11].

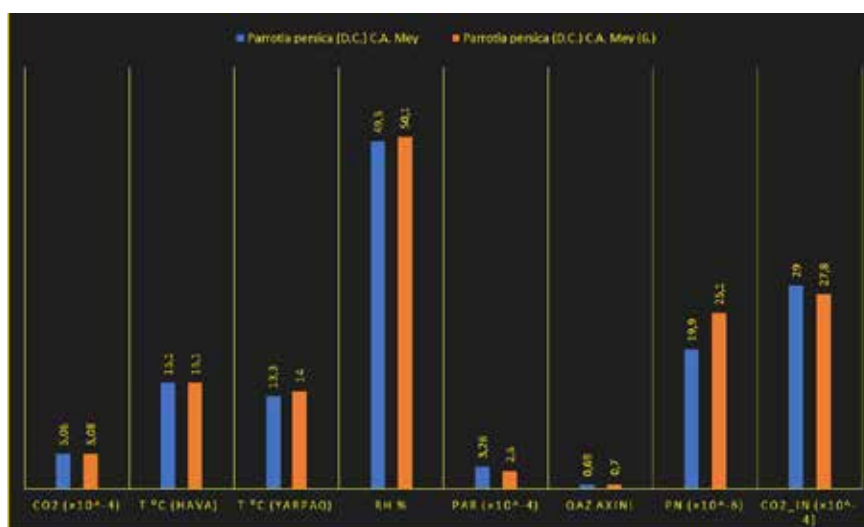


Рис. 1. Характеристика фотосинтеза листьев, P/моль

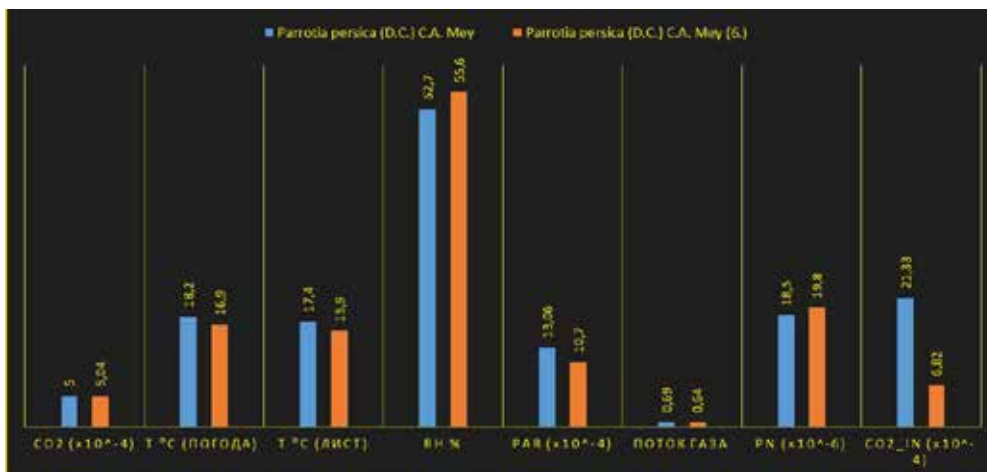


Рис. 2. Характеристика фотосинтеза листьев, Р/моль



а



б

Рис. 3. Молодые саженцы железного дерева в открытом (а) и в затемненном (б) месте

Высокие показатели относительной влажности протоплазмы активизировали синтез энергетических ресурсов (рис. 3).

На фото отражен общий вид одного из десяти саженцев, интродуцированных на экспериментальный участок Института дендрологии. В табл. 3 представлены сведения о биоморфологических показателях 60-дневного роста побега и формирования листовой пластинки саженцев. Из десяти саженцев один пересажен в тенистую и увлажненную почву. Из наблюдений и измерений стало очевидно, что у саженцев в тенистом месте листья темно-зеленые и более удлинены, чем у саженцев в открытом месте с оптимальным освещением. Для сравнения отобрано растение. Длина побега растения № 6 16,2 см, длина листа 8 см, а ширина листа 4 см, площадь листа 32 см². У № 10 длина побега 24,2 см, длина листа 8,2 см, площадь листа 34,3 см². Количество хлорофилла на 5 мм² площади равно 40,4 мкг/л, у 10-го 40,5 мкг/л – что мы свя-

зываем с биологической особенностью данного вида (табл. 4).

Из табл. 4 видно, что у саженцев, интродуцированных на Апшеронский полуостров, за 60 дней особых различий в росте и развитии не отмечено. Наблюдения в этом направлении будут проводиться до конца вегетации.

В табл. 5 представлена характеристика активности фотосинтеза листьев саженцев железного дерева, измеренная с помощью аппарата Plant photosynthesis meter 3051 C (Китай). Из данных видно, что молодые и активно формирующиеся листья производят интенсивную фотосинтетическую деятельность, особенно ранней весной. Данные табл. 5 говорят о том, что при двухминутной экспозиции поглощение CO₂ равно 5,06×10⁻⁴ ркг/л, количество выходящего CO₂ из устьиц равно 29×10⁻⁴ ркг/л. Усвоенное количество CO₂ используется для синтеза органических соединений, повышение CO₂ при выходе из листа является конечным продуктом при дыхании.

Таблица 5

Характеристика активности фотосинтеза листьев молодых саженцев железного дерева (*Parrotia persica* (D. C.) С.А. Мей (24.05.2022))

Вид: <i>Parrotia persica</i> (D. C.) С. А. Мей	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Количество общего хлорофилла	36.5	35.7	44.1	45.2	35.4	40.4	39.1	36.8	33.6	40.5

Таблица 6

Общее количество зеленых пигментов в 5 мм² площади молодых листьев железного дерева в мкг/г

Вид	CO ₂ (×10 ⁻⁴)	T°C (Погода)	T°C (Лист)	Rh%	Par (×10 ⁻⁴)	Поток газа	Pn (×10 ⁻⁶)	CO ₂ (×10 ⁻⁴)
Железное дерево (6)	5,0	18,2	17,4	52,7	13,06	0,69	18,5	21,33
Железное дерево (10)	5,04	16,9	15,9	55,6	10,7	0,64	19,8	6,82

Во время фотосинтеза показатель влажности (отн. вл.) протоплазмы находится в равных условиях как у освещенных растений, так и у находящихся на затемненном участке, что подтверждается показателями рис. 1.

Как видно из табл. 5 и рис. 1, процесс фотосинтеза внутри вида не зависит от места выращивания – это биологическая особенность вида. Разница температур в окружающей и внутренней среде у 30-дневного листа равномерна, а у 60-дневных (3-я декада мая) разница составляет всего в 0,8 °С, тогда как отн. вл. превышает почти 5,6% (табл. 6, рис. 2). Выход CO₂ у 60-дневных саженцев отличается до 14,51×10⁻⁴. Поток газа внутри протоплазмы у 30-дневных саженцев изменяется в пределах 0,69 до 0,7, а у 60-дневных – от 0,69 до 0,64.

Из всего представленного вытекает, что реликтовое и эндемичное железное дерево при оптимальных условиях, обеспечении минеральными и органическими удобрениями, вполне приемлемо для интродукции на южном и восточном склонах Большого Кавказа, в Карабахской области, при озеленении Апшерона, Гянджи и других регионов Азербайджана.

Как показали эксперименты при интродукции железного дерева, отличия в жаро- и засухоустойчивости внутри вида не наблюдались. Растение показало высокую степень устойчивости в жаркой климатической среде в сухом субтропическом климате Апшерона.

Покойный И.С. Сафаров дал высокую оценку железному дереву и восточному платану, которые являются древнейшими представителями реликтовых и редких видов,

заселяющих Землю, включив их в Красную книгу Азербайджана.

Заключение

Впервые в условиях сухого субтропического климата Апшерона в Азербайджане интродуцировано 10 экземпляров молодых саженцев железного дерева, доставленных из Ленкоранского научного центра НАНА. Саженцы посажены на экспериментальном участке Института дендрологии НАНА ранней весной.

Проведены морфологические и аналитические измерения молодых деревьев с использованием современных приборов. Определена активность фотосинтеза и количественное содержание хлорофилла в листьях. Установлено, что при оптимальном уходе и обеспечении минеральными и органическими удобрениями они выдерживают резкое изменение температур и освещенности, при этом нормально функционируя. За истекший срок каких-либо морфологических отклонений в росте и развитии вегетативных органов молодых саженцев железного дерева, интродуцированных на Апшеронском полуострове, не наблюдалось. Некоторые незначительные изменения являются внутривидовой особенностью – устойчивостью к изменениям экологической среды, в частности к изменениям современного климата.

Список литературы

1. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1969. С. 94–95.
2. Генкель П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений. Физиология засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1971. С. 5–27.

3. Сафаров И. Эколого-биологическая характеристика железного дерева // Труды Института ботаники АН Азербайджанской ССР. 1962. Т. 16.
4. Османова Г.О., Мехтиева Н.П., Абдыева Р.Ф. Онтогенетическая структура ценопопуляций некоторых редких видов растений Азербайджана. Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН, 2018. Вып. 19. С. 38–44. DOI: 10.17581/bbgi1905.
5. Митина Л.В., Виноградова Е.Н., Хархота Л.В. Древесные растения Кавказа в Донецком ботаническом саду. Hortus bot. 2017. Т. 12. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4406>. DOI: 10.15393/j4.art.2017.4406 (дата обращения: 18.08.2022).
6. Байрамов А.А. Экологические основы интродукции растений в условиях сухих субтропиков Кавказа. Центральный Ботанический Сад НАНА. Vol. XI. URL: proceedingscbg.az/media/4.pdf (дата обращения: 18.08.2022).
7. Айдарханова Г.С., Имашева Б.С. Интродукция видов сиреней в условиях Акмолинской области // Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология». 2021. № 3 (103). С. 7–17. DOI: 10.31489/2021BMG3/7-17.
8. Мамедов Т.С., Асадов Г.Г. Экология растений. Баку: «Елм», 2014. С. 310.
9. Ахмедова А.Б. Экологический анализ некоторых фанерофитов Азербайджана в условиях *ex situ* // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. № 1. DOI: 10.33619/2414-2948/74.
10. Иманова С.Х. Пути экологии и охраны земель (на примере Апшеронского полуострова). Баку, 2014. 173 с.
11. Искандер Э.О., Садыгова Н.А. Экология растений. Баку: Издательство Бакинского университета, 2018. 320 с.