






КСЕРОГАЛОФИТ *TAMARIX LAXA* WILLD. ЖАПЫРАҚ МЕЗОФИЛЛІНІҢ ҰЙЫМДАСУЫ, ИДИОБЛАСТТАР ЖӘНЕ ТҮЗДАН АРЫЛУ МЕХАНИЗМІ

¹А.С. Нурмаханова , ^{1,2}Қ.Қ. Құлымбет* , ¹А.Т. Мамурова , ¹Б.А. Абдуллаева ,
¹Г.А. Садырова 

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институты,
Алматы, Қазақстан

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

А.С. Нурмаханова – PhD, қауымдастырылған профессор, Ботаника және агроэкология кафедрасының доценті-зерттеушісі, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6925-9964>

Қ.Қ. Құлымбет – PhD, аға ғылыми қызметкер, Топырақ экологиясы бөлімі, Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1864-8166>

А.Т. Мамурова – б.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Ботаника және агроэкология кафедрасының доценті, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: amamurova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4676-9443>

Б.А. Абдуллаева – б.ғ.к., Зоология, гистология және цитология кафедрасының аға оқытушысы, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: Bagila.Abdullayeva@kaznu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-7685-3419>

Г.А. Садырова – б.ғ.д., қауымдастырылған профессор, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының профессор-зерттеушісі, География және табиғатты пайдалану факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: gulbanu-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4717-4249>

Андатпа. Зерттеуде Алматы облысының табиғи популяцияларынан (Кербұлақ шатқалы, Іле ауданы) алынған ксерогалофит *Tamarix laxa* Willd. өсімдігінің жапырағының морфологиясы мен анатомиялық құрылысы сипатталды. Үлгілер Страсбургер-Флемминг әдісімен (спирт:глицерин:су = 1:1:1) фиксацияланды; жапырақтың көлденең кесінділері тоназытқыш микротомда TOS-2 аспабымен 10-15 мкм қалыңдықта дайындалды. Микроскопиялық бақылаулар жарық микроскопымен жүргізіліп, өлшеулер окулярлы микрометр арқылы орындалды, нәтижелер статистикалық өңдеуден өткізілді. Жапырақ бетінде түкшелер жоқ, эпидермис бірқабатты, кутикуласы жақсы жетілген; устьицалар негізінен төменгі бетте орналасып, жапырақтың гипостоматикалық типін көрсетеді. Жоғарғы эпидермис жасушаларының қалыңдығы $14,8 \pm 1,7$ мкм, төменгі эпидермис - $10,2 \pm 1,81$ мкм. Мезофилл палисадты және борпылдақ паренхимаға жіктелген, изолатеральды/орталық типті, 2-3 қабатты; палисад паренхимасы жасушаларының қалыңдығы $23,5 \pm 0,4$ мкм, борпылдақ паренхима - $27,1 \pm 1,08$ мкм. Төменгі эпидермис аймағында және палисад мезофиллінде су сақтайтын ұлпа элементтері байқалды; ассимиляциялық паренхимада жеке идиобласттар мен секреторлық жасушалар шоғырлары анықталды.

Өткізгіш шоқтар екі қабатты хлоренхималық қапшықпен қоршалған, олардың маңында жартылай суккулентті жасушалар шоғырланады. Жапырақтың шеткі жасушаларында тұздардың жиналуы және бетінде тұз кристалдарының түзілуі тіркелді; дегидратация кезінде бұл жасушалардың ажырауы немесе жарылуы арқылы артық тұздың шығарылуы ықтимал механизм ретінде қарастырылады. Анықталған су жинақтаушы құрылымдар мен тұз бөлетін

элементтер жапырақтың суккулентті-ксероморфты сипатын және аридті-тұзданған ортаға жоғары бейімделуін дәлелдейді.

Кілт сөздер: *Tamarix laxa* Willd., жапырақ анатомиясы, ксерогалофит, гипостоматикалық жапырақ, бейімделу.

КСЕРОГАЛОФИТ *TAMARIX LAXA* WILLD. МОРФОЛОГИЯ И ЛИСТОВАЯ АНАТОМИЯ В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ

¹А.С. Нурмаханова, ^{1,2}Қ.Қ. Құлымбет*, ¹А.Т. Мамурова, ¹Б.А. Абдуллаева,
¹Г.А. Садырова

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени
У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

А.С. Нурмаханова – PhD, ассоциированный профессор, доцент-исследователь кафедры ботаники и агроэкологии, факультет биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6925-9964>

Қ.Қ. Құлымбет – PhD, старший научный сотрудник, отдел экологии почв, Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1864-8166>

А.Т. Мамурова – к.б.н., ассоциированный профессор, доцент кафедры ботаники и агроэкологии, факультет биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: amamurova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4676-9443>

Б.А. Абдуллаева – к.б.н., старший преподаватель кафедры зоологии, гистологии и цитологии, факультет биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: Bagila.Abdullayeva@kaznu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-7685-3419>

Г.А. Садырова – д.б.н., ассоциированный профессор, профессор-исследователь кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию, факультет географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: gulbanu-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4717-4249>

Аннотация. Исследованы морфология и анатомия листа *Tamarix laxa* Willd. (ксерогалофит) из природных популяций Алматинской области (Кербулакское ущелье, Илийский район) в условиях засоленных песчано-щебнистых местообитаний. Материал фиксировали по методу Страсбургера-Флемминга (спирт:глицерин:вода = 1:1:1); поперечные срезы листьев получали на замораживающем микротоме TOS-2 толщиной 10-15 мкм, измерения выполняли окулярным микрометром, данные обрабатывали статистически. Установлено, что лист лишён опушения, эпидермис однослойный, с выраженной кутикулой; устьица локализованы на нижней стороне, что соответствует гипостоматическому типу. Толщина клеток верхнего эпидермиса составляет $14,8 \pm 1,7$ мкм, нижнего - $10,2 \pm 1,81$ мкм. Мезофилл дифференцирован на палисадный и губчатый, изолатерального/центрального типа, 2-3-слойный; толщина клеток палисадной паренхимы - $23,5 \pm 0,4$ мкм, губчатой - $27,1 \pm 1,08$ мкм. В нижней части эпидермиса и в зоне палисадного мезофилла отмечены водо-запасующие ткани; среди ассимиляционной паренхимы выявлены одиночные идиобласты и скопления секреторных клеток.

Проводящие пучки окружены двухслойной хлоренхимной оболочкой, а вокруг них концентрируются частично суккулентные клетки. Показано накопление солей в краевых клетках листа и образование солевых кристаллов на поверхности; дегидратация приводит к отслаиванию или разрыву этих клеток с последующим их замещением, что рассматривается как механизм выведения избытка солей и важный элемент адаптационного потенциала

вида. Обнаруженные водо-накопительные структуры и соль-секретирующие элементы подтверждают суккулентно-ксероморфный характер листа, обеспечивающий газообмен при минимальных потерях влаги в аридных условиях, а также устойчивость популяций на солончаках.

Ключевые слова: *Tamarix laxa* Willd., анатомия листа, ксерогалофит, гипостоматический лист, адаптация.

MORPHOLOGY AND LEAF ANATOMY OF THE XEROHALOPHYTE *TAMARIX LAXA* WILLD. UNDER SALINITY

¹A.S. Nurmakhanova, ^{1,2}K.K. Kulymbet*, ¹A.T. Mamurova, ¹B.A. Abdullayeva,
¹G.A. Sadyrova

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: kulymbet.qanat@gmail.com

A.S. Nurmakhanova – PhD, Associate Professor, Research Associate Professor, Department of Botany and Agroecology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6925-9964>

K.K. Kulymbet – PhD, Senior Researcher, Soil Ecology Department, U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Almaty, Kazakhstan, e-mail: kulymbet.qanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1864-8166>

A.T. Mamurova – candidate of Biological Sciences (PhD equivalent), Associate Professor, Docent, Department of Botany and Agroecology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: amamurova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4676-9443>

B.A. Abdullayeva – candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Department of Zoology, Histology and Cytology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Bagila.Abdullayeva@kaznu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-7685-3419>

G.A. Sadyrova – doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor-Researcher, UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulbanu-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4717-4249>

Abstract. This study describes the leaf morphology and anatomy of the xerohalophyte *Tamarix laxa* Willd. collected from natural populations of the Almaty region (Kerbulak gorge, Ili district) inhabiting saline sandy-gravelly sites. Samples were fixed using the Strasburger-Flemming method (ethanol:glycerol:water = 1:1:1); transverse leaf sections were prepared with a freezing microtome (TOS-2) at a thickness of 10-15 μm . Microscopic observations were performed by light microscopy; linear measurements were taken with an ocular micrometer and the data were processed statistically. Leaves were glabrous; the epidermis was single-layered with a well-developed cuticle. Stomata were mainly confined to the abaxial surface, indicating a hypostomatic leaf type. The thickness of the upper epidermis cells was $14.8 \pm 1.7 \mu\text{m}$ and the lower epidermis $10.2 \pm 1.81 \mu\text{m}$. The mesophyll was differentiated into palisade and spongy parenchyma of an isolateral/central type, 2-3 layers thick; palisade cell thickness was $23.5 \pm 0.4 \mu\text{m}$ and spongy parenchyma $27.1 \pm 1.08 \mu\text{m}$. Water-storage tissues were observed in the abaxial epidermal region and within the palisade zone; solitary idioblasts and clusters of secretory cells occurred among the assimilatory parenchyma.

Vascular bundles were surrounded by a two-layer chlorenchymatous sheath, with partially succulent cells concentrated around the conducting tissues. Salt accumulation was recorded in marginal leaf cells and salt crystals were observed on the leaf surface; dehydration may cause detachment or rupture of these cells, facilitating removal of excess salts and representing an important adaptive mechanism. Overall, the presence of water-storing structures and salt-secretion traits

confirms a succulent xeromorphic leaf syndrome and high adaptation to arid and saline conditions.

Keywords: *Tamarix laxa* Willd., leaf anatomy, xerohalophyte, hypostomatic leaf, adaptation.

Кіріспе. *Tamaricaceae* тұқымдасының 80-ге жуық түрі белгілі. Тұқымдастың кейбір түрлері құмдарды бекіту үшін отырғызылады, сәндік өсімдіктер ретінде өсіріледі, кейбір аймақтарда олар отын ретінде қолданылады. Қазақстанда түрлердің алуан түрлілігіне қол жеткізіледі (Джаналиева және т.б., 1991:15-18). *Tamarix* L. туысын *Tamaricaceae* тұқымдасына жататын жапырақ тастайтын бұталар мен аласа ағаштар туысы. Бұл туыс Еуразия мен Африканың құрғақ аймақтарында кеңінен таралған (Biological overview, 401-433). Бұл туыстың аты Испаниядағы Тамарис өзенінің атымен аталған деп саналады. Тамарикс өсімдіктері бұталар, бұталар және биіктігі 18 м-ге дейін өсетін биік ағаштар. Олар бейімделген галофитті немесе ксерофитті өсімдіктер, негізінен көптеген сабақтарымен және жұқа бұтақтарымен ерекшелінеді (Arianmanesh және т.б., 2015:44-50). Бұл тамарикстің "тұзды батпақ" деген жалпы атауын түсіндіреді. Тамарикстің тұз шығаратындығы оның өсуіне және жоғары тұз концентрациясы бар топырақты тасымалдауға мүмкіндік береді (Sheidal және т.б., 313–322). Тамарикс таксилерінің қолданылуы әртүрлі, мысалы *Tamarix usneoides* негізінен Оңтүстік Африка шахталарында фиторемедиация үшін қолданылады. Ағаштар қоршаған ортадан ластаушы заттарды тазалайды алып тастайды. *T. gallica*, *T. africana*, *T. ramosissima* көбінесе сәндік өсімдіктер ретінде қолданылады, өйткені олардың пиннат түрлері мен масақты гүлдерімен ерекшелінеді. Олардың эстетикалық құндылығы соншалықты тартымды, бұл өсімдіктер көптеген елдерге әкелінді және бақтарға отырғызылды, нәтижесінде олардың енгізілуі және кейіннен таралуы кейбір бөтен түрлерді (әсіресе қызғылт гүлді түрлер) белгілі бір жерлерде интродукцияланды (Sheidal және т.б., 313–322).

Қазақстанда *Tamarix* туысына жататын түрлер негізінен шөл және шөлейт аймақтарда таралған. Олардың негізгі таралу аймақтарына Каспий маңы ойпаты, Арал теңізі алабы, Мойынқұм және Балқаш шөлдері, сондай-ақ оңтүстік өңірлердің өзен жайылмаларында өзуге бейімделген. Олардың ішінде *Tamarix ramosissima*, *Tamarix hispida* және *Tamarix laxa* түрлері ең кең таралған әрі экологиялық тұрғыдан маңызды болып табылады (Флора Казахстана, 1963:178–186).

Tamarix laxa биіктігі 1,5–3 м-ге жететін, *Tamaricaceae* тұқымдасына жатады. Ол Орталық Азияның құрғақ және шөлейт аймақтарында кең таралған, сортаң, құмды немесе сазды-құмды топырақтарда өседі. Бұл түр сортаң жазықтар мен құрғаған өзен арналарының фитоценоздарын қалыптастыруға қатысып, осындай өсімдік қауымдастықтарының диагностикалық түрі ретінде қарастырылады. Тұқымдарды төмен температурада (мысалы, –18 °C-та) сақтау олардың бөлме температурасында сақтаумен салыстырғанда тіршілік қабілетін едәуір ұзартады. Бұл генетикалық қорды сақтау және популяцияларды қалпына келтіру үшін маңызды (Zheng және т.б., 2024).

Tamarix laxa түрін қоса алғанда, *Tamarix* туысына жүргізілген шолу зерттеулерінде биологиялық белсенді қосылыстардың кең спектрі анықталған: тритерпеноидтар, флавоноидтар, фенолдық қосылыстар, терпендер және басқа да заттар. Аталған қосылыстардың көпшілігі жоғары антиоксиданттық, антибактериялық, қабынуға қарсы және микробтарға қарсы белсенділікке ие. Бұл өз кезегінде *Tamarix* туысын фармакологиялық қолдану тұрғысынан болашағы зор өсімдіктер қатарына жатқызуға мүмкіндік береді (Li және т.б., 2024:410-441).

Tamarix туысында тұз бөлетін бездердің құрылымдық ерекшеліктері зерттеліп, олардың тұздану жағдайындағы реакцияларда және тұз мөлшері жоғары ортаға бейімделуде маңызды рөл атқаратыны көрсетілген (Wei және т.б., 2020:9384-9395).

Қазақстандық зерттеулерде *Tamarix* туысының өкілдері, соның ішінде *Tamarix laxa* түрі, жерүсті мүшелерінде аминқышқылдары, көмірсулар, дәрумендер және макро-, микроэлементтер бар екендігі анықталған. Бұл мәліметтер олардың химиялық құрамының күрделілігін және практикалық тұрғыдан қолдану әлеуетінің жоғары екендігін қосымша дәлелдейді. *Tamarix laxa* түрінің анатомиясына қатысты тікелей жарияланымдар аз

болғанымен, туысқа жақын материалдар мен басқа түрлер бойынша деректер бар (Daulbayeva және т.б., 2025).

Тамарикстің кейбір түрлері *T. ramosissima* (Mann және т.б., 2013:48), *T. aphylla* (MahajanRT және т.б., 2009:320-329; Goyal және т.б., 2013:365-371) және *T. gallica* (Sher және т.б., 2010:1786-1798) сияқты антиоксидантты және микробқа қарсы белсенділікті көрсетті. Екінші жағынан, тамарикс тұқымының өсімдіктері халықтық медицинада қолданылады (Mahmoud және т.б., 2018:1035-1037). *Tamaricaceae* тұқымдасының *Tamarix aphylla*, *T. ramosissima* түрлері ислам әдебиетінде (Marwat және т.б., 2008:1013-1021) әртүрлі ауруларға жан-жақты қолданылады деген мәліметтер берілген. Сауд Арабиясының Кассим аймағының бірнеше бөлігіндегі адамдар осы өсімдік ұнтағынан май және вазелин негізін күніне бір-екі рет 3-7 күн ішінде түйелердің токуремикотикалық немесе аллергиялық дерматитіне қолданады (AbbasV және т.б., 2012:367-379). Бұл өсімдіктің микробқа қарсы немесе антифункционалды агент ретінде қолданылуы, сонымен қатар лейшманиаз, микотикалық немесе аллергиялық дерматит, экзема және безгегімен күресу туралы хабарланды. *T. aphylla*, *T. ramosissima* белсенді компоненттері алкалоидтар, флавоноидтар, таниндер, тритерпендер және басқа полифенолды қосылыстар бар. Өсімдіктің қабынуға қарсы, антиоксидантты және жараларды емдеу белсенділігі зерттелді (Yusufoglu және т.б., 2018:829-835).

Қазақстанның шөлді аудандарында, оның ішінде оңтүстік Балқаш аймағында тарақтың табиғи қопасының кең таралуы және болуы оларды медицина мен фармацевтика өнеркәсібі үшін өте перспективалы етеді. Осыған байланысты аумағы әкімшілік жағынан Алматы облысы Балқаш ауданының құрамына кіретін оңтүстік Балқаш маңында өсетін *T. laxa* неғұрлым кең таралған түрлерінің шикізат базасы болып бағаланды.

Алматы облысы, Іле ауданы аумағындағы Кербұлақ шатқалында табиғи түрде таралған *Tamarix laxa Willd.* морфологиялық және жапырағының анатомиялық құрылымына ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде аталған түрдің табиғи популяциялары алынып, далалық жағдайда морфологиялық сипаттамалары анықталып, үлгілері жиналды. Бұл өсімдік фармакологиялық тұрғыдан құнды, биологиялық белсенді қосылыстарға бай өсімдік түрлерінің бірі болып табылады. Әдеби деректерге сәйкес, бұл түрдің дәрілік қасиеттері жоғары деңгейде бағаланады. Дегенмен, Қазақстан аумағында аталған түрдің морфологиялық және анатомиялық құрылымдарына жүйелі ғылыми зерттеулер жүргізілмеген.

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты: *Tamarix laxa Willd.* түрінің морфологиялық және жапырақтың анатомиялық құрылымын және оның биологиялық-экологиялық маңызын айқындау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Түрлерді морфологиялық зерттеу үшін олардың вегетативтік мүшелері жиналып, фиксация және гербарий жасалынады.

Зерттеу объектісін сипаттауда «Флора Қазақстана» (Флора Қазақстана, 1963:178–186), «Определитель Казахстана» анықтағышы пайдаланылды. Қазақша атаулары С.А. Арыстанғалиев, Е.Р.Рамазанов кітабы бойынша тексеріліп, бекітіледі. Сонымен қатар зерттеу түрлерінің морфологиялық белгілері Г.А.Работанов, И.Г. Серебряков тіршілік формасы, таралу аймағының экологиялық топтастыруы анықталды (Работнов, б.ж.:204-208; Серебряков, б.ж.; Серебряков, б.ж.).

Жинап алынған материал Страсбургер-Флемминг әдісі (спирт, глицерин, су, 1:1:1) бойынша фиксацияланды. Зерттеуге алынатын түрлердің жапырағының анатомиялық ерекшеліктерін анықтауда толық дамыған, зақымданбаған өркеннің орта деңгейіндегі жапырақтары іріктеліп алынады. Анатомиялық кесінділертоңазытқыш микротомда (ТОС-2) даярланады. Кесінді қалыңдығы 10-15 мкм. Фотосуреттер арнайы фотоқондырғылы МБИ-6 микроскопымен түсіріледі (ұлғайтылуы 63; 280 есе). Анатомиялық зерттеу кезінде сызықтық өлшеуге арналған окулярлы микрометр МОВ 1- (ұлғайтуы -15,4 есе, объектив x 8) пайдаланылады. Жапырақтың анатомиялық құрылысын сипаттауда Р.А. Барыкина (Прозина, 1990; Барыкина, 2005; Пермяков, 2000) еңбектері қолданылады.

Эксперименттік жұмыс нәтижелерін математикалық өңдеуде (Пермяков, 2000) еңбектері қолданылады. Статистикалық өңдеу арнайы компьютерлік бағдарлама «STATISTICA» арқылы

жасалынады.

Алматы облысына қарасты Кербұлақ шатқалының құмды-құмды киыршықты ортасының ең маңызды экологиялық факторы топырақтың тұздануы. Құмды аймақтың экологиясы тұз көкжиек бетіне көтеріледі, ал мұндағы тұздану айқын түрде өсімдік қауымдастықтарының құрамына әсер етеді. Тұздану жағдайларына бейімделу сипаты бойынша барлық галофиттер үш топқа бөлінеді: тұзды өз бойында жинақтайтын, тұзды бөліп шығаратын, тұзға төзімді. Бірінші топқа тұзды өткізетін және тұз және суды бірге ұлпалар ойында жинақтайтын өсімдіктерді жатқызамыз. Мұндай өсімдіктер суды өз бойында сақтайтын ұлпалар дамиды. Тұзға төзімді топтың өсімдік тамырлары тұзды жинақтамай босататын өсімдіктер тұзды өткізгіштер болып табылады, бірақ ол клетка шырынында жиналмайды, тек сыртқа шығарады. Осындай өсімдіктерге біздің зерттеу объектіміз *Tamaricaceae* тұқымдасына жататын борық жыңғыл (*Tamarix laxa Willd*) бұталы өсімдіктерінің морфологиялық және анатомиямилық құрылымындағы ерекшеліктерін анықтауға алынды. Бұл өсімдіктің таралу аймағы кең Қазақстаннан басқа да алыс-жақын шетелдік аймақтарда да кездеседі. Өсімдік үшін пайдаланатын өсімдік болғандықтан, бақтарда тармақталған бисер деп аталатын атпен белгілі.

Нәтижелер және талқылау. *Tamaricaceae* тусының түрлері тұздану жағдайында өсуге жақсы бейімделетіні және осы негізде галофиттерге жататыны белгілі. Тамарикс тұқымындағы тұздану жағдайларына бейімделудің негізгі механизмі-тұздану. Борық жыңғыл (*Tamarix laxa Willd*) өсімдігі *Tamarix* L. туысы, *Tamaricaceae* тұқымдасына жатады. *Tamaricaceae* L. тұқымдасының өсімдіктері кішігірім бұталы өсімдіктер жатады. Орталық Азияда жыңғыл деген атпен белгілі. Біздің елімізде Сырдарияның, Арыс және Іле өзендерінің тоғайлы ормандарында жиі кездеседі. Сонымен бұл өсімдік өзендер бойындағы тоғайда, сортаң жерлерде, тақырлардың жиектерінде, кейде құмдарда өседі. Орта Азия тауларында теңіз деңгейінен 2000 метрге дейінгі биіктікке көтерілген шөлді аймақтардан кездестіруге болады. Олар сәндік және құмды өсімдіктер ретінде қолданылады.

Бұл өсімдік біздің елімізде шөлдерде, жартылай шөлдерде және далаларда кездеседі, көбінесе осы аймақтың доминатты өсімдіктері болып табылады. Климаттың өзгеруіне қарай, салыстырмалы түрде суыққа төзімді, жыңғылдың барлық түрлері 17°C-қа дейінгі температураға төтеп береді, ең суыққа төзімді 50°C-қа дейін төзімділік деңгейін көрсетеді.

Борық жыңғыл өсімдігінің биіктігі 2,5 м-ге дейін, жоғары тармақталған бұта немесе кішкентай ағаш түрінде өседі. Бұтақтары таралған, жалаңаш, жасыл немесе сұр түсті. Жапырақтары тікелей орналасқан, 2 мм дейін, сопақша-ромбты немесе овоидті, ішке қарай жиктері тарылған. Жапырақтары ауыспалы, қарапайым, сесильді, тегіс, жасыл, ромб тәрізді немесе сопақша-ромбты, бұтақтың бүкіл ұзындығында орналасқан (7 сурет).

Гүлдері кіші, диаметрі 1 см-ге дейін, қызғылт, бес жапырақшалы, тығыз гүл шоғырында жиналатындығы байқалды. Гүлдері қосжынысты, формасы жағынан майда ұзындығы 1,5-3,0 мм, бір жылдық олар бұтақтарда, қарапайым немесе күрделі масақша түзеді немесе басқаларында паникулаларда жиналады. Гүл тұғыры сопақшалы, ланцетті, сызықты немесе шыбық тәрізді, түтікпен, өткір немесе шеміршек тәрізді, көбінесе ішке қарай иілген, түзу, ауытқыған немесе бүгілген, педикельдері немесе гүлаяқшалары қысқа немесе ұзыншалы болып келеді. Тостағаншасы 4-5 бөлікті, кейбір кезде 7 бөлікті, былғары немесе етті, жұмыртқа тәрізді бөлікті, жұмыртқа тәрізді үшбұрышты немесе сопақша-ромб тәрізді, аздап дөңгелек, доға формалы, күлтесі 4-5, сирек 7 дейін, жұмыртқа секілді, сопақ немесе эллиптикалық, қызғылт немесе ақшыл күлгін, сирек қызыл немесе ақ түсті, доғал немесе жоғарғы жағынан сәл ойықталған, жемістермен бірге түсіп қалатындығы анықталды. Аталықтары 4-5, аталық жіпшелері жұқа немесе кейде кеңейтілген формалы, тозаңқаптары жүрекше тәрізді, өткір немесе доғал формалы. Аналығы жалғыз, ұзын-эллиптикалық, конустық немесе бөтелке тәрізді, үшбұрышты, бір ұялы, 3-4 бағанды, қысқа формалы екендігі анықталды. Гүлдену кезеңі шамамен 60-70 күнге созылады. Жемістері қоңыр немесе қоңыр-жасыл түсті құрғақ қораптарда түзіледі. Жыл сайын жеміс береді, тұқымдар көптеген жылдар бойы өнгіштігін сақтай алады. Борық жыңғыл өсімдігінің бұтақтары тарамдалған, жалаңаш, жасыл немесе

сұр түсті, жапырақтары сопақша-ромбты ішке қарай тарылуы шөлді, жартылай шөлді, далалы аймақтың өсімдігіне тән морфологиялық белгілерді көрсетеді.

Tamarix L. тусынның зерттеуге алынған кебір түрлері тұздану жағдайында өсуге жақсы бейімделетіні және осы негізде галофиттерге жататыны белгілі. *Tamarix L.* тусынның тұздану жағдайларына бейімделудің негізгі механизмі ол тұздану. Зерттелген көпжылдық өсімдіктер бір жерде ұзақ уақыт өсетіндіктен, олар тіршілік ету ортасындағы топырақтың тұз құрамына әсер етеді, тамыр қабатынан тұз сіңіреді және тасымалданады. Жапырақтары өніп шыққаннан кейін тұзды өсімдік бойына таратады. Қысқы-күзгі жауын-шашынның жиналуына кедергі келтірмейді, бірақ физикалық булануды азайтады.

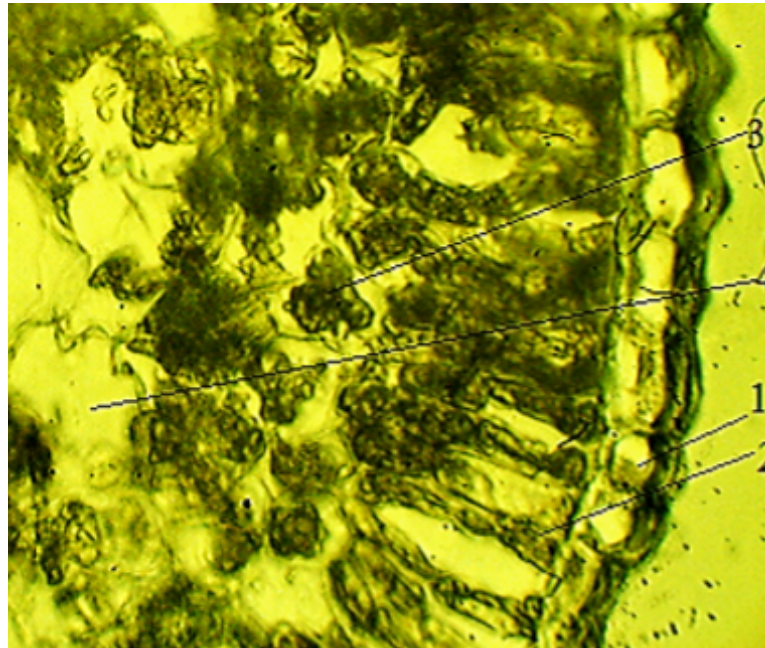
Борық жыңғыл (*Tamarix laxa Willd*) бұталы өсімдіктері орташа және қатты тұзды топырақтарда өсетін тұзды галофиттерге жатады. Зерттелген борық жыңғыл бұталы көпжылдық өсімдіктер бір жерде ұзақ уақыт өсетіндіктен, олар тіршілік ету ортасындағы топырақ құрамындағы тұз мөлшері өсуіне әсер етеді, минералды заттар тамыр қабаты арқылы өсімдік бойына таралады, сондықтан тұзды сіңіреді және сыртқа бөліп шығарады деп болжауға болады. Сабақтың жоғарғы бөлігіндегі жапырақ астындағы су сығындысындағы тұзды қалдықтарының мөлшері әртүрлі деңгейде жинақталған. Вегетация кезеңінде бинокуляр микроскопы көмегімен қарау барысында борық жыңғыллы жапырақтарының бетінде тұз кристалдары көптеп жинақталғанын жапырақ тақташасында жақсы анықталды.

Борық жыңғыл жапырағының анатомиялық құрылымы зерттелді. Борық жыңғыл (*Tamarix laxa Willd*) қатты тұзды топырақта өсуге бейімделген өсімдік. Борпылдақ жыңғыл жапырағының жоғарғы және төменгі жабындық эпидермис клеткасы бір қатарға орналасқан, сыртқы қабырғалары кутикуламен жабылған және түктері жоқ. Жапырақ астыңғы жағында устьице саңылаулары қалыптасқан. Сондықтан жапырағы гипостоматикалық типке жатады. Жоғарғы эпидермис клеткасының қалыңдығы $14,8 \pm 1,7$ мкм., ал төменгі эпидермис клеткасының қалыңдығы $10,2 \pm 1,81$ мкм (1 сурет).

Эпидермис қабатының астыңғы бөлігінде және бағаналы мезофилл қабатында су қорынын сақтайтын ұлпалар қалыптасқан, олардың арасында бір клеткалы идиобласттар түзілген және секреция бездерінің шоғыры байқалды. Идиобластар жапырақтың көлденең кесіндісінде айқын дифференцияланған, толық қалыптасқан құрылымдық элементтер ретінде байқалады. Олар негізгі ассимиляциялық ұлпалардан морфологиялық және анатомиялық ерекшеліктері арқылы ажыратылады және жапырақ мезофиллінің жалпы құрылымында жеке дараланған клеткасын құрайды.

Жапырақ құрылымынан бағаналы және борпылдақ мезофиллдері айқындалған. Мезофилл изолатеральды немесе центрлік, екі, үш қабатты, үздіксіз немесе сулы паренхимамен жеке тізбекке бөлінген. Олардың ұзындығы сыртқы қабаттан ішкі қабаттарға дейін қысқарған. Бағаналы мезофиллдің клетка қалыңдығы $23,5 \pm 0,4$ мкм.

Борпылдақ мезофилл клеткасы бір-бірімен бүйірлік түйісіп орналасқан, клетка қалыңдығы $27,1 \pm 1,08$ мкм. Мезофилл ұлпасында хлорофилл дәндерінің шоғыры байқалады. Фотосинтетикалық клеткалар мен хлоропласттардың мөлшері мен санының арақатынасы мезофиллдің интегралды параметрлерін анықтайды, сыртқы орта мен жапырақ арасындағы газ алмасу ұшқынының жарық сіңіру тиімділігіне тікелей әсер етеді.



Сурет 1. Борық жыңғыл (*Tamarix laxa Willd*) өсімдігінің анатомиялық құрылымы 1-жоғарғы эпидермис, 2-бағаналы мезофилл, 4-борпылдақ мезофилл 3-идиобласт

Борпылдақ мезофиллде су қорын сақтайтын ұлпа жақсы қалыптасқан, бұл гипертрофиялық сәулелі қынап, жоғары вакуолизденген клеткадан тұрады. Борпылдақ мезофиллден сулы ішінара шырынды клеткалар шоғыры байқалды. Онымен қоса, шырындылар өткізгіш шоқтар айналасында да шоғырланған. Жапырақтағы өткізгіш шоқтарды хлоренхима қоршап орналасуымен ерекшелінеді. Екі қабатты хлоренхима әрбір өткізгіш шоқтың айналасында түзілген.

Жапырақтардың анатомиялық құрылымын зерттеу негізінде біз экстремалды тұздану жағдайында жапырақтары шырынды екендігін байқадық. Топырақтың тұздану жағдайында өсуге бейімделген борық жыңғыл өсімдігінің жапырағы ксероморфты. Топырақтың тұздануы жапырақтардың шырынды түрін құрайтындығы туралы әдеби мәліметтерге сәйкес келеді. Жинақталған тұз жапырақтың шеткі клеткасына өтіп, шоғырланады, мұндай клеткалар жапырақ жиегінде жинақталған, жапырақтағы су тапшылығынан кейін қабыршақтанады немесе жарылып, жерге түседі. Борық жыңғылда тұз кристалдары жапырақта секреция клеткалары арқылы жиналған. *Tamarix laxa Wild* жапырақтарының бөліктерін микроскопиялық зерттеуде біздің болжамымызды растады.

Жыңғыл өсімдігінің жапырақтарының шырынды, ксероморфты түрлерін салыстырмалы талдау жүргізсек, тұздану жағдайына бейімделген шырынды өсімдіктер, олар абсолютті галофиттерге жатады. Ксероморфты жапырақты өсімдіктер негізінен маманданған галофиттер болып табылады.

Бұл түрлер тұздану жағдайларына жақсы бейімделген және көбінесе тұздардың жоғары концентрациясына төзімді, бірақ бұл жағдайда олардың өсуі қарқындылығы жоғарламайды. Біз жүргізген зерттеулер топырақта тұз болмаған жағдайда бұл өсімдіктердің өсу қарқыны жоғары және үлкен биологиялық белсенділік деңгейін арттыруы мүмкін деп болжам жасалады.

Қорытынды. Борық жыңғыл бұталы көпжылдық өсімдіктер бір жерде ұзақ уақыт өсетіндіктен, олар тіршілік ету ортасындағы топырақ құрамындағы тұз мөлшері өсуіне әсер етеді, минералды заттар тамыр қабаты арқылы өсімдік бойына таралады, сондықтан тұзды сіңіреді және сыртқа бөліп шығарады деп болжауға болады. Сабақтың жоғарғы бөлігіндегі жапырақ астындағы су сығындысындағы тұзды қалдықтарының мөлшері әртүрлі деңгейде жинақталған. Вегетация кезеңінде бинокуляр микроскопы көмегімен қарау барысында борық жыңғыллы жапырақтарының бетінде тұз кристалдары көптеп жинақталғанын жапырақ тақташасында жақсы анықталды.

Қазақстанда ксерогалофитке жататын *Tamarix laxa Willd* жерүсті мүшесі жапырақ құрылымына анатомиялық зерттеу жүргізілді. Устьицелік бойынша жапырақ формасы гипоустыцелік типке жатады. Зерттелген екі түрде де жапырақтағы су сақтайтын ұлпалардың түзілуі әртүрлі деңгейде екендігін көрсетті. Сонымен тұздар жапырақтың шеткі клеткаларына өтіп, шоғырланады, бұл жапырақтың су тапшылығынан қурауына әкеледі. Кесіндіден көрініп тұрғандай, мұндай клеткалар жапырақтың шетінде орналасқан және су қоры азайғанда қабыршақтанады немесе жарылып жерге түседі. Біртіндеп оларды басқа клеткалар алмастыра алады.

Әдебиеттер

- Барыкина Р.П. Практикум по анатомии растений. – М.: Наука, 2005. - 156 с.
- Джаналиева Г.М, Богачев В.П. Ландшафты современной дельты реки Или. Алматы, 1991 С. 15-18.
- Иосебидзе Н.И. Атлас - определитель всходов лекарственных растений. - Тбилиси: Наука, 1991. - 300 с.
- Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1990. - 260 с.
- Пермяков А. И. Микротехника. – М.: Наука, 2000. - 127 с.
- Работнов Г.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды Бот. инст. АН СССР. Сер. 3. - Вып. 6. - С. 204-208.
- Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Советская наука, - 391 с.
- Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, - 317 с.
- Флора Казахстана. Т. 6. – Алма-Ата, 1963. – С. 178–186
- Arianmanesh R., Mehregan, T., Nejadstari, M., Assadi Molecular phylogeny of *Tamarix* (Tamaricaceae) species from Iran based on ITS sequence data. *J. Exp. Biol.*, 2015. 5:44-50.
- AbbasB, Al-Qarawi AA, Al-Hawas A. The ethno-veterinary knowledge and practice of traditional healers in Qassim Region, Saudi Arabia. *J. Arid. Environ.* 2012;50: 367-379.
- Biological overview and adaptability strategies of *Tamarix* plants, *T. articulata* and *T. gallica* to abiotic stress. In: Springer eBooks. New York: Springer. 401-433
- Daulbayeva A, Kadyrbayeva G, Kozhanova K, Shaharudin S, Rakhymbayev N, Allamberganova Z, Anarbayeva R, Alimova U, Kantureyeva A, Baidullaeva A, An V, Kydyrbai B. 2025. Morphological, phytochemical, and pharmacological properties of the genus *Tamarix* in Kazakhstan species: a review. *PeerJ* 13:e20059 <https://doi.org/10.7717/peerj.20059>
- Fangjie Li, Wenli Xie, Xianrui Ding, Kuo Xu, Xianjun Fu Phytochemical and pharmacological properties of the genus *Tamarix*: a comprehensive review 2024 *Vol.47(5):410-441*. <https://doi:10.1007/s12272-024-01498-x>
- Goyal M, Ghosh M, Nagori BP, Sasmal D. Analgesic and anti-inflammatory studies of cyclopeptide alkaloid fraction of leaves of *Zizyphus nummularia*. *Saudi J Biol Sci.* 2013;20: 365- 371.
- Mann, HS. Saxena SK. Bordi-Zizyphusnummularia, A Shrub of Indian Arid Zone: It's Role in Silviculture *Phytochem.*2013;18:135-155
- MahajanRT, Chopda MZ. Phyto-Pharmacology of *Zizyphus jujuba* Mill- Aplant review. *Phcognosy Review.* 2009;3:320-329.
- Mahmoud AMN. Sahar AMH. Gall polyphenolics of *Tamarix aphylla*. *Phytochem.*2018: 36:1035-1037
- Marwat SK, Khan MA, Khan MA, Fazal-ur-Rahman, Ahmad M, Zafar M. *Salvadora persica*, *Tamarix aphylla*, *Zizyphus mauritiana* three woody plant species Mention in Holy Quran and Ahadith, and their ethnobotanical use in North western part (D.I.Khan) of Pakistan. *Ethnobotanical Leaflets.* 2008;12:1013-1021.
- Ruiqi Zheng, Xiang Shi, Shaoming Wang Differential germination responses of plump and shriveled seeds to environmental factors and storage conditions in *Tamarix laxa* Willd. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 2024 Vol.43, <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2024.100602>
- Sheidal, M., T., Shagholi, M. Keszavarzi, F. Koohdar, H., Ijbari Species delimitation and inter-specific gene flow in *Tamarix* l. (Tamaricaceae). *Haecquetia*, 18/2: 313–322
- Sher H, Al-Yemeni M, Sher H. Forest resource utilization assessment for economic development of rural community in northern parts of Pakistan. *J. Med. Plants Res.*2010;4:1786-1798.
- Xiaocen Wei, Xin Yan, Zhen Yang, Guoliang Han, Lei Wang, Fang Yuan, Baoshan Wang Salt glands of recretohalophyte *Tamarix* under salinity: Their evolution and adaptation *Ecol Evo* 2020 *Vol.10(17):9384-9395*. <https://doi:10.1002/ece3.6625>
- Yusufoglu HS, Alqasoumi SI. Anti-inflammatory and Wound Healing Activities of Herbal Gel Containing an Antioxidant *Tamarix aphylla*, *T. aphylla*, *T. ramosissima* Leaf Extract. *Int. J. Pharm.* 2018: 7:829-835.

References

- Abbas, B., Al-Qarawi, A. A., & Al-Hawas, A. (2012). The ethno-veterinary knowledge and practice of traditional healers in Qassim Region, Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*, 50, 367–379. [English]
- Arianmanesh, R., Mehregan, T., Nejadstari, M., & Assadi, M. (2015). Molecular phylogeny of *Tamarix* (Tamaricaceae) species from Iran based on ITS sequence data. *Journal of Experimental Biology*, 5, 44–50. [English]
- Barykina, R. P. (2005). *Praktikum po anatomii rastenii* [Workshop on plant anatomy]. Nauka. [Russian]
- Biological overview and adaptability strategies of *Tamarix* plants, *T. articulata* and *T. gallica*, to abiotic stress. (n.d.). In Springer eBooks (pp. 401–433). Springer. [English]
- Daulbayeva, A., Kadyrbayeva, G., Kozhanova, K., Shaharudin, S., Rakhymbayev, N., Allamberganova, Z., Anarbayeva, R., Alimova, U., Kantureyeva, A., Baidullaeva, A., An, V., & Kydyrbai, B. (2025). Morphological, phytochemical, and pharmacological properties of the genus *Tamarix* in Kazakhstan species: A review. *PeerJ*, 13, e20059. <https://doi.org/10.7717/peerj.20059>[English]

- Dzhanalieva, G. M., & Bogachev, V. P. (1991). Landshafty sovremennoi delty reki Ili [Landscapes of the modern Ili River delta] (pp. 15–18). Almaty. [Russian]
- Flora Kazakhstana. (1963). Flora of Kazakhstan (Vol. 6, pp. 178–186). Alma-Ata. [Russian]
- Goyal, M., Ghosh, M., Nagori, B. P., & Sasmal, D. (2013). Analgesic and anti-inflammatory studies of cyclopeptide alkaloid fraction of leaves of *Ziziphus nummularia*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20, 365–371. [English]
- Iosebidze, N. I. (1991). Atlas-opredelitel vskhodov lekarstvennykh rastenii [Atlas-guide to seedlings of medicinal plants]. Nauka. [Russian]
- Li, F., Xie, W., Ding, X., Xu, K., & Fu, X. (2024). Phytochemical and pharmacological properties of the genus *Tamarix*: A comprehensive review. *Archives of Pharmacal Research*, 47(5), 410–441. <https://doi.org/10.1007/s12272-024-01498-x> [English]
- Mahajan, R. T., & Chopda, M. Z. (2009). Phyto-pharmacology of *Ziziphus jujuba* Mill.: A plant review. *Pharmacognosy Reviews*, 3, 320–329. [English]
- Mahmoud, A. M. N., & Sahar, A. M. H. (2018). Gall polyphenolics of *Tamarix aphylla*. *Phytochemistry*, 36, 1035–1037. [English]
- Mann, H. S., & Saxena, S. K. (2013). Bordi–*Ziziphus nummularia*, a shrub of Indian arid zone: Its role in silvipasture. *Phytochemistry*, 18, 135–155. [English]
- Marwat, S. K., Khan, M. A., Khan, M. A., Fazal-ur-Rahman, Ahmad, M., & Zafar, M. (2008). *Salvadora persica*, *Tamarix aphylla*, *Ziziphus mauritiana*: Three woody plant species mentioned in Holy Quran and Ahadith and their ethnobotanical use in north-western Pakistan. *Ethnobotanical Leaflets*, 12, 1013–1021. [English]
- Permyakov, A. I. (2000). Mikrotekhnik [Microtechnique]. Nauka. [Russian]
- Prozina, M. N. (1990). Botanicheskaya mikrotekhnik [Botanical microtechnique]. Vysshaya shkola. [Russian]
- Rabotnov, G. A. (n.d.). Zhiznennyi tsikl mnogoletnikh travyanistykh rastenii v lugovykh tsenozakh [Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. *Trudy Botanicheskogo Instituta AN SSSR. Seriya 3*, 6, 204–208. [Russian]
- Sher, H., Al-Yemeni, M., & Sher, H. (2010). Forest resource utilization assessment for economic development of rural community in northern parts of Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4, 1786–1798. [English]
- Serebryakov, I. G. (n.d.). Ekologicheskaya morfologiya rastenii [Ecological morphology of plants]. Vysshaya shkola. [Russian]
- Serebryakov, I. G. (n.d.). Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rastenii [Morphology of vegetative organs of higher plants]. Sovetskaya nauka. [Russian]
- Sheidal, M., Shaghali, T., Keszhavarzi, M., Koohdar, F., & Ijbari, H. (n.d.). Species delimitation and inter-specific gene flow in *Tamarix L.* (Tamaricaceae). *Hacquetia*, 18(2), 313–322. [English]
- Wei, X., Yan, X., Yang, Z., Han, G., Wang, L., Yuan, F., & Wang, B. (2020). Salt glands of recretahalophyte *Tamarix* under salinity: Their evolution and adaptation. *Ecology and Evolution*, 10(17), 9384–9395. <https://doi.org/10.1002/ece3.6625> [English]
- Yusufoglu, H. S., & Alqasoumi, S. I. (2018). Anti-inflammatory and wound healing activities of herbal gel containing antioxidant *Tamarix aphylla* leaf extract. *International Journal of Pharmacology*, 7, 829–835. [English]
- Zheng, R., Shi, X., & Wang, S. (2024). Differential germination responses of plump and shriveled seeds to environmental factors and storage conditions in *Tamarix laxa* Willd. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 43, 100602. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2024.100602> [English]