

Ж.А. Абдуалиева¹, А.Т. Мамурова¹,
Е.М. Турарова^{1,2*}, А. Бейатлы³

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

²Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Қазақстан

³Медициналық ғылымдар университеті, Стамбул, Түркия

*e-mail: turarova-erkejan@mail.ru

ІЛЕ-АЛАТАУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ *SCUTELLARIA SIEVERSII* BUNGE ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МОРФО-АНАТОМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Зерттеу жұмыста Іле-Алатау шегіндегі *Scutellaria sieversii* Bunge таралудың эколого-географиялық заңдылығы және түрдің Солтүстік Тянь-Шань таулы шарттарына бейімделуі құрылымдық негіз ретінде морфо-анатомиялық ерекшеліктері анықталды.

Ақпараттар табиғи популяциялардағы әртүрлі экотоптардан алынды; далалық бақылаулар, локалитеттердің ГИС-визуализациясы және гербарий үлгілері қолданылды. Жапырақтың, сабақтың және тамырдың анатомиялық құрылысы 60–70% этанолда фиксациялағаннан кейін микротомда дайындалған көлденең кесінділерде зерттеліп, кейін микрофототүсірілім және биометриялық өлшеулер жүргізілді. Қазақстанда бұл түрдің айқын таулы-субтаулы өлкеге тән екені және ұзарған, бірақ бөлшектелген Қазақстан аумағында бұл түрдің айқын таулы-субтаулы белдеуге тән екені анықталды және ол негізінен орта таулы белдеуде Іле Алатауының солтүстік және солтүстік-батыс макробеткейлері бойымен созылып жатқан, бірақ фрагменттелген таралу жолағын қалыптастырады; локалитеттері жақсы дренаждалған тасты және қиыршықтасты субстраттармен байланысты, ал түр артық ылғалданған аңғарлар мен қарқынды антропогендік өзгеріске ұшыраған аумақтардан алыс жатады. и Морфологиялық белгілері жоғары пластикалығымен (өсімдіктің биіктігі 12–40 см; жапырақтары мен бүршіктерінің өлшемі вариабельді), генеративті құрылымы тұрақтырақ (ескегінің ұзындығы 2,5–3,7 см). Анатомио-биометриялық ақпараттар ксеро- және мезоморфтық белгілердің үйлесімін көрсетеді: дамыған кутикула және жапырақтың түктенуі, анық мезофилл, сабағында механикалық элементтер бар жағдайда және тамырдың мықты қабықты зонаыс қорғаныс перидермасы және тепе-теңдік жағдайдағы өткізгіш ұлпалармен айқындалған доминирленген ксилема. Алынған нәтижелер *S. sieversii*-дің жоғары инсоляцияға тұрақтылығына, периодты түрде ылғалдың жетіспеушілігіне және таулы экожүйенің микроклиматтық біркелкі еместігіне толық адаптивті жиынтықтың қалыптасуын нақтылайды және кейінгі эколого-анатомиялық және табиғатты қорғау зерттеулерде қолдануы мүмкін.

Түйін сөздер: *Scutellaria sieversii*, Іле Алатауы, Солтүстік Тянь-Шань, эколого-географиялық таралуы, ГИС-анализ, популяциялар, морфологиялық пластикалығы, жапырақтың анатомиясы, сабақтың анатомиясы, тамырдың анатомиясы, ксероморфты белгілер, аридтілікке бейімделушілік.

Zh.A. Abdualiyeva¹, A.T. Mamurova¹, Ye.M. Turarova^{1,2*}, A. Beyatli³

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Botany and Phytointroduction Almaty, Kazakhstan

³University of Medical Sciences, Istanbul, Turkey

*e-mail: turarova-erkejan@mail.ru

Ecological-geographical and morphological-anatomical features of *Scutellaria sieversii* Bunge in the Ile-Alatau conditions

The study identified the ecological and geographical patterns of distribution of *Scutellaria sieversii* Bunge within the Ile Alatau range, as well as the species' adaptation to the mountain conditions of the Northern Tien Shan, using its morpho-anatomical characteristics as a structural basis.

Data were collected from various ecotopes of natural populations; field observations, GIS visualization of localities, and herbarium specimens were employed. The anatomical structure of the leaf, stem, and root was examined on cross-sections prepared with a microtome after fixation in 60–70% ethanol, followed by microphotography and biometric measurements. In Kazakhstan, this species was found to be clearly confined to the mountain and submountain zones. Within the Ile Alatau, it forms an elongated

but fragmented distribution belt extending mainly along the northern and northwestern macro-slopes of the middle mountain belt. Its localities are associated with well-drained rocky and gravelly substrates, while the species avoids excessively moist valleys and areas subjected to intensive anthropogenic transformation. Morphological traits exhibit high plasticity (plant height 12–40 cm; variable leaf and bud size), whereas generative structures are more stable (corolla length 2.5–3.7 cm). Anatomical and biometric data demonstrate a combination of xero- and mesomorphic features: a well-developed cuticle and leaf pubescence, distinct mesophyll, mechanical elements in the stem, and a strong cortical zone of the root with protective periderm and well-balanced conductive tissues characterized by dominant xylem. The obtained results confirm the formation of a comprehensive adaptive complex in *S. sieversii*, ensuring resistance to high insolation, periodic moisture deficiency, and microclimatic heterogeneity of mountain ecosystems. These findings may be applied in further ecological-anatomical and conservation studies.

Keywords: *Scutellaria sieversii*, Ile Alatau, Northern Tien Shan, ecological and geographical distribution, GIS analysis, populations, morphological plasticity, leaf anatomy, stem anatomy, root anatomy, xeromorphic traits, adaptation to aridity.

Ж.А. Абдуалиева¹, А.Т. Мамурова¹, Е.М. Турарова^{1,2*}, А. Бейатлы³

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

²Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан

³Университет медицинских наук, Стамбул, Турция

*e-mail: turarova-erkejan@mail.ru

Эколого-географические и морфолого-анатомические особенности *Scutellaria sieversii* Bunge в условиях Иле-Алатау

В исследовательской работе определены эколого-географические закономерности распространения *Scutellaria sieversii* Bunge в пределах Иле-Алатау, а также морфо-анатомические особенности как структурная основа адаптации вида к горным условиям Северного Тянь-Шаня.

Материалы были получены из различных экотопов природных популяций; использованы полевые наблюдения, ГИС-визуализация локалитетов и гербарные образцы. Анатомическое строение листа, стебля и корня изучалось на поперечных срезах, приготовленных на микротоме после фиксации в 60–70% этаноле; далее проводились микрофотосъемка и биометрические измерения. Установлено, что в Казахстане данный вид приурочен преимущественно к горно-предгорной зоне. В пределах Иле Алатау он формирует вытянутую, но фрагментированную полосу распространения, проходящую главным образом по северным и северо-западным макросклонам среднегорного пояса. Локалитеты связаны с хорошо дренированными каменистыми и щебнистыми субстратами, при этом вид избегает переувлажненных долин и территорий с интенсивным антропогенным воздействием. Морфологические признаки характеризуются высокой пластичностью (высота растения 12–40 см; размеры листьев и бутонов вариабельны), тогда как генеративные структуры более стабильны (длина венчика 2,5–3,7 см). Анатоми-биометрические данные свидетельствуют о сочетании ксеро- и мезоморфных признаков: развитая кутикула и опушение листа, четко выраженный мезофилл, наличие механических элементов в стебле, а также мощная коровая зона корня с защитной перидермой и сбалансированными проводящими тканями с доминированием ксилемы. Полученные результаты подтверждают формирование у *S. sieversii* целостного адаптивного комплекса, обеспечивающего устойчивость к высокой инсоляции, периодическому дефициту влаги и микроклиматической неоднородности горных экосистем. Результаты могут быть использованы в дальнейших эколого-анатомических и природоохранных исследованиях.

Ключевые слова: *Scutellaria sieversii*, Иле Алатау, Северный Тянь-Шань, эколого-географическое распространение, ГИС-анализ, популяции, морфологическая пластичность, анатомия листа, анатомия стебля, анатомия корня, ксероморфные признаки, адаптация к аридности.

Кіріспе

Климаттық өзгерістердің күшеюі және табиғи экожүйелерге антропогендік жүктеменің артуы жағдайында флораның қоршаған ортаның экстремалды факторларына төзімділігін қамтамасыз ететін өсімдіктердің бейімделу механизмдерін зерттеу ерекше өзекті болып табылады [1–3]. Орталық Азияның таулы экожүйелері

ең осал табиғи жүйелердің бірі ретінде қарастырылады, өйткені температура мен су режимдерінің шамалы өзгерістері өсімдік жамылғысының айтарлықтай өзгеруіне және мамандандырылған түрлердің таралу аймағының қысқаруына әкелуі мүмкін [4, 5]. Осы тұрғыда Солтүстік Тянь-Шаньның тау жүйелері, соның ішінде Иле Алатауы, ландшафттық және экологиялық мозаикалылығы жоғары, айқын биіктік белдеулі-

лігімен және флоралық әртүрлілігінің молдығымен сипатталатын ботаникалық зерттеулердің маңызды нысаны болып табылады [6, 7].

Scutellaria L. (Lamiaceae) тұқымдастың туысы ең үлкен және таксономиялық тұрғыдан ең күрделі тұқымдарының бірі болып табылады және әртүрлі бағалаулар бойынша көпжылдық және біржылдық шөптесін өсімдіктер мен бұталардың 350-ден 500-ге дейін түрін қамтиды [8, 9]. Туыс өкілдері Солтүстік жарты шардың қоңыржай және субтропиктік аймақтарында кеңінен таралған. Сонымен қатар, *Scutellaria* туысының түрлік әртүрлілігінің негізгі орталығы Орталық Азияны, Иран таулы қыратын және оған шектес өңірлерді қамтитын Ирано-Туран флористикалық аймағы болып саналады [10]. Екіншілік әртүрлілік орталықтары Шығыс Жерорта теңізі мен Анд тауларымен шектеседі [11]. Туысқа жоғары экологиялық пластикалық, тіршілік формаларының алуан түрлілігі және айтарлықтай морфо-анатомиялық өзгергіштік тән, бұл оның филогенетикалық тарихын да, сондай-ақ әртүрлі климаттық және орографиялық жағдайларға бейімделуін де көрсетеді [9, 12].

Экологиялық тұрғыдан алғанда, *Scutellaria* түрлері тіршілік ету ортасының кең спектрін – дала және шөлейт қауымдастықтардан шалғындарға, жартасты беткейлерге және субальпілік белдеулерге дейін игеруде [8, 10]. Туыс өкілдерінің морфо-анатомиялық ұйымдасуы ксероморфты және мезоксероморфты белгілердің дамуымен сипатталады. Олардың қатарына қалыңдаған кутикула, эпидермис пен жапырақ мезофилінің құрылымдық ерекшеліктері, өткізгіш жүйенің өзгергіштігі және маманданған безді құрылымдардың болуы жатады [12–14]. Аталған белгілер өсімдіктердің су режимін реттеуде шешуші рөл атқаратыны, температура мен ылғалдылық ауытқуларына төзімділігін қамтамасыз ететіні, сондай-ақ диагностикалық және таксономиялық маңызға ие екені көрсетілген [13, 14]. *Scutellaria sieversii* Bunge Орталық Азияның таулы флорасының тән өкілі болып табылады және Іле Алатауын қоса алғанда, Солтүстік Тянь-Шань шегінде кең таралған [6, 7]. Түр негізінен құрғақ тасты және қиыршықтасты беткейлерге, тас үйінділеріне, сондай-ақ орта таулы және биік таулы белдеулердің тау-дала қауымдастықтарына тән. Бұл оның ылғалдың шектеулі жағдайына және жоғары инсоляцияға бейімделгенін көрсетеді [6, 15]. Түрдің салыстырмалы түрде кең таралуына қарамастан, оның экологиялық-географиялық дифференциация-

сы мен морфо-анатомиялық құрылымы туралы мәліметтер фрагментті болып табылады және негізінен таксономиялық және флористикалық зерттеулермен шектеледі. Әсіресе *Scutellaria sieversii* түрінің Іле Алатауы аумағындағы популяциялары жеткілікті деңгейде зерттелмеген, мұнда түр айқын биіктік және экотоптық әркелкілік жағдайында өседі.

Таралуының кеңістіктік талдауын морфо-анатомиялық ерекшеліктерін жан-жақты зерттеумен ұштастыратын кешенді зерттеулердің болмауы түрдің бейімделу стратегияларын және оның қазіргі климаттық өзгерістерге төзімділігін түсінуді едәуір шектейді. Осыған байланысты осы зерттеу Іле Алатауы шегінде *Scutellaria sieversii* Bunge таралуының экологиялық-географиялық заңдылықтарын анықтауға және өңірдің таулы жағдайларына бейімделудің құрылымдық негізі ретінде оның морфо-анатомиялық ерекшеліктерін кешенді талдауға бағытталған. Нәтижелер *Scutellaria* туысының өкілдерінің экологиялық мамандануы туралы түсініктерін кеңейтеді және оларды одан әрі флористикалық, экологиялық-анатомиялық және табиғатты қорғау зерттеулерінде қолдануға болады.

Материалдар және зерттеу әдістері

Зерттеу материалы

Зерттеу материалы ретінде Іле Алатауының табиғи популяцияларынан, түрдің табиғи өсу жағдайларының ауқымын көрсететін әртүрлі экотоптардан жиналған *Scutellaria sieversii* Bunge үлгілері пайдаланылды. Анатомиялық талдау үшін белсенді вегетация кезеңінде іріктеп алынған өсімдіктердің вегетативтік мүшелері (жапырақтары мен сабақтары) қолданылды.

Анатомиялық зерттеу әдісі

Үлгілер 60-70% этил спиртінде бекітілген. Көлденең анатомиялық бөлімдерді алу үшін материал 15 × 15 мм арнайы пішіндерде мұздатылып, гистологиялық парафинге құйылды. Қалыңдығы шамамен 40 мкм көлденең қималар MEDITE M530 айналмалы жартылай автоматты микротомының көмегімен жасалды. Анатомиялық кесінділерді микроскопиялық зерттеу Levenhuk Zoom&Joy (Қытай) микроскопының көмегімен жүргізілді. Фотофиксация 5,1 Мп ажыратымдылықтағы Levenhuk D740T цифрлық камерасы арқылы, Levenhuk Lite бағдарламалық қамтамасыз етуін қолдана отырып жүзеге асырылды. Анатомиялық элементтердің

биометриялық параметрлері аталған бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы цифрлық режимде өлшенді.

Деректерді статистикалық өңдеу орташа мәндерді және стандарттық қатені есептеуді қамтыды. Есептеулер Microsoft Excel бағдарламасында «Деректерді талдау» модулін пайдалану арқылы жүргізілді. Нәтижелерді интерпретациялау барысында *Scutellaria* туысының жақын туыстас түрлерінің анатомиясы мен экологиясы бойынша заманауи әдеби дереккөздер қолданылды.

Анатомиялық белгілер

Жапырақ тақтасының анатомиялық құрылымын сипаттау кезінде келесі элементтер талданды: жоғарғы және төменгі эпидермис, палисадты және борпылдақ мезофилл, сулы жасушалар, негізгі өткізгіш байламның қабығы мен құрылымы. Сабақ үшін эпидермис, бастапқы қабық, колленхима, флоэма, ксилема, өзек және сулы элементтер зерттелді. Түрдің ылғал тапшылығы мен жоғары инсоляция жағдайларына бейімделуін көрсететін белгілерге ерекше назар аударылды.

Эколого-географиялық талдаудың әдісі

Scutellaria sieversii Bunge түрінің экологиялық-географиялық талдауы дала бақылаулары, гербарлық мәліметтер және геоакпараттық талдауды кешенді пайдалану негізінде жүргізілді. Негізгі материал ретінде өз жинақтары, сондай-ақ гербарлық қорлар мен жарияланған флористикалық деректер қолданылды. Әрбір локалитет үшін географиялық координаттар, теңіз деңгейінен биіктік, беткей экспозициясы, субстрат түрі және өсімдіктік қауымдастықтың сипаты ескерілді.

Түрдің кеңістіктік таралуы сандық рельефтік карталар мен әкімшілік шекараларды қолдана отырып, ГАЗ технологиясын қолдану арқылы талданды. Табылған нүктелер негізгі картографиялық қабаттарға қолданылды, содан кейін диапазонды бейнелеу және популяциялардың шоғырлану аймақтарын анықтау жүргізілді. Экологиялық-географиялық интерпретация биіктік белдеуін, Іле Алатауының орографиялық ерекшеліктерін және өңірдің климаттық параметрлерін ескере отырып жүргізілді. Нәтижелер *Scutellaria* туысының бір-бірімен тығыз байланысты түрлерінің таралуы мен экологиясы туралы әдеби мәліметтермен салыстырылды, бұл

зерттелетін түрдің экологиялық мамандануы мен ауқымының кеңістіктік құрылымын бағалауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер мен талқылау

Scutellaria sieversii Bunge кеңістікте таралу заңдылығы және эколого-географиялық ерекшеліктері

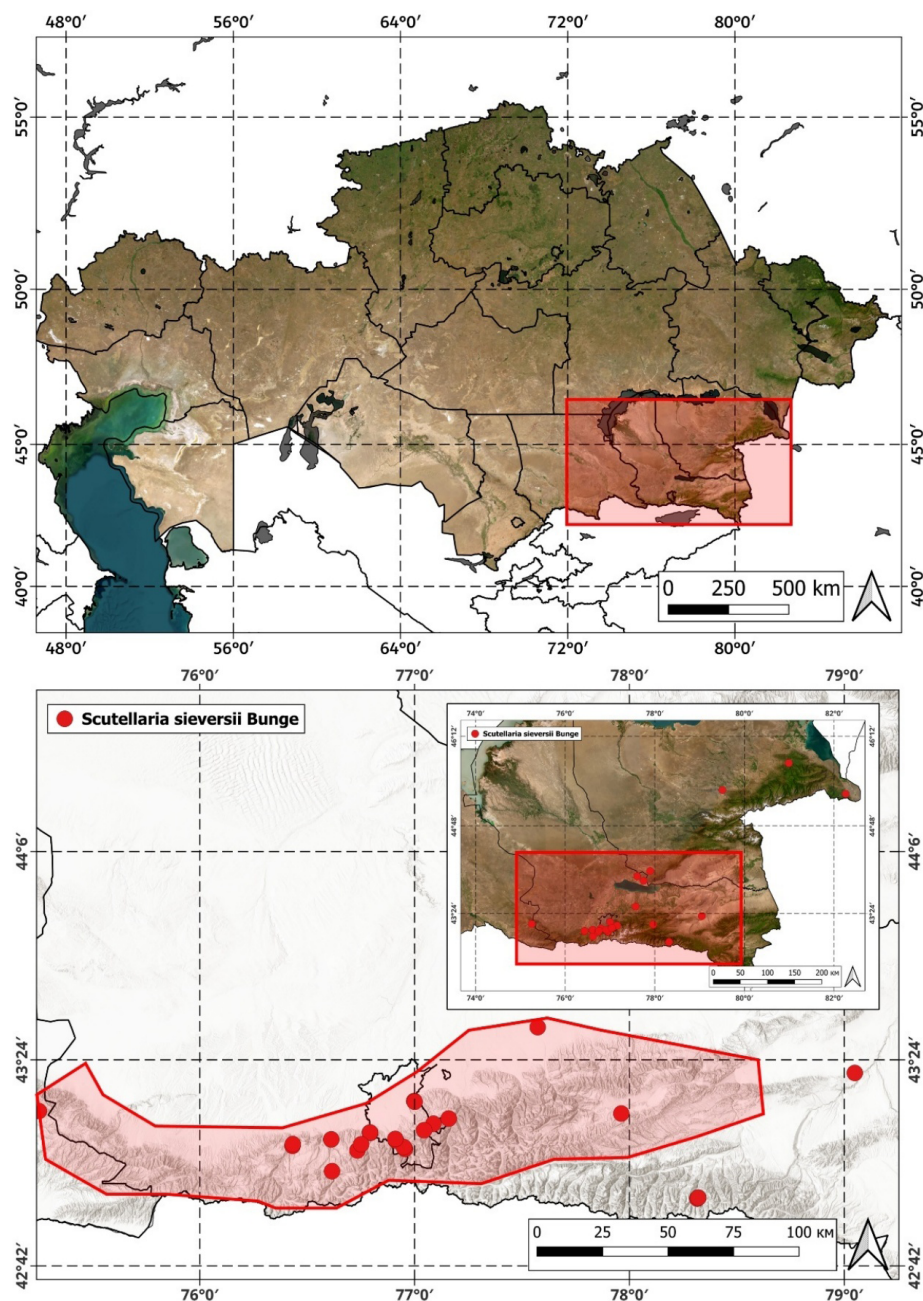
Түрдің кеңістіктік таралуы сандық рельефтік карталар мен әкімшілік шекараларды қолдана отырып, ГИС технологиясын қолдану арқылы талданды. Табылған нүктелер негізгі картографиялық қабаттарға қолданылды, содан кейін диапазонды бейнелеу және популяциялардың шоғырлану аймақтарын анықтау жүргізілді. Экологиялық-географиялық интерпретация биіктік белдеуін, Іле Алатауының орографиялық ерекшеліктерін және өңірдің климаттық параметрлерін ескере отырып жүргізілді. Нәтижелер *Scutellaria* туысының бір-бірімен тығыз байланысты түрлерінің таралуы мен экологиясы туралы әдеби мәліметтермен салыстырылды, бұл зерттелетін түрдің экологиялық мамандануы мен ауқымының кеңістіктік құрылымын бағалауға мүмкіндік берді.

Іле Алатауы аумағында *S. sieversii* кең, бірақ кеңістіктік түрде фрагменттелген таралу белдеуін құрайды, ол жотаның солтүстік және солтүстік-батыс макробеткейлері бойымен ендік бағытта созылады. Негізгі шоғырлану орта таулы белдеуге тән, мұнда қалыпты континенттік климат, рельефтің жоғары орографиялық бөлінуі және экотоптардың айтарлықтай мозаикалығы үйлесім табады. Біздің деректерімізге сәйкес, түрдің биіктік ауқымы негізінен алды таулы аймақтардан орта тауға дейінгі интервалды қамтиды, бұл *Scutellaria* туысының мезоксерофиттік және ксеромезофиттік өкілдерінің экологиялық мамандануына сәйкес келеді.

Картографиялық талдау көрсеткендей, *S. sieversii* локалитеттерінің көпшілігі Алматы облысының оңтүстік және оңтүстік-шығыс аудандарымен шектеседі, мұнда түр тасты және қиыршық тасты беткейлерде, шөгінділерде, құрғақ тау беткейлерінде және сирек бұталы-шөпті қауымдастықтарда кездеседі. Таралудың тән ерекшелігі-түрдің жақсы құрғатылған субстраттары бар және топырақ профилінің қуаты төмен жерлерге тартылуы, бұл оның мезгіл-мезгіл ылғал тапшылығы мен жоғары инсоляция жағдайларына бейімделуін растайды.

1-сурет

Мәліметтер базасы, гербарлық материалдар мен экспедиционды жұмыстарға сәйкес *Scutellaria sieversii* таралу картасы



Таралу нүктелерінің кеңістіктік орналасуы *S. sieversii* түрінің ылғалдылығы жоғары жабық аңғарлардан және антропогендік трансформациясы күшті аудандардан аулақ жүретінін көрсетеді, ол негізінен қол жетімі қиын таулы ландшафттарда шоғырланады. Мұндай таңдаулылық түрдің салыстырмалы түрде стеноптопы екенін және мекенжай жағдайларының өзгеруіне сезімтал екенін көрсетеді, бұл популяциялардың

антропогендік қысым мен климаттық өзгерістер күшейген жағдайда тұрақтылығын бағалау үшін маңызды болып табылады.

Кеңірек экологиялық-географиялық контексте *Scutellaria sieversii* Тянь-Шаньның ұзақ орогениялық эволюциясы жағдайында қалыптасқан Орталық Азияның таулы флорасының типтік элементі ретінде қарастырылуы керек. Оның ауқымы тау жүйелерінің ішіндегі тарихи

көші-қон процестерін де, биіктік белдеулерінің, беткейлердің экспозициясы мен микроклиматтық факторлардың үйлесуіне байланысты қазіргі экологиялық дифференциацияны да көрсетеді.

Ұсынылған экологиялық-географиялық талдау нәтижелері *S. sieversii* түрінің морфо-анатомиялық ерекшеліктерін Іле Алатауының нақты жағдайларына бейімделу тұрғысынан одан әрі қарастыруға негіз жасайды және анықталған құрылымдық белгілерді ареалдың кеңістіктік ұйымдасуы мен мекендеу ортасының экологиялық параметрлерімен тығыз байланыста интерпретациялауға мүмкіндік береді.

Морфологиялық белгілердің статистикалық талдау және интерпретациясы

Іле Алатауы жағдайында *Scutellaria sieversii* өсімдіктерінің биіктігі кең ауқымда өзгереді: 12-ден 40 см-ге дейін, бұл тіршілік формасының жоғары икемділігін көрсетеді. Минималды мәндер экстремалды жағдайларда өсетін өскіндерге тән (тасты беткейлер, қуаты аз топырақтар), ал максималды мөлшерге салыстырмалы түрде ылғалданған және қорғалған микробиотоптарда қол жеткізіледі. Осылайша, биіктіктің өзгеру ауқымы 28 см құрайды, бұл осы белгінің айтарлықтай экологиялық жағдайын көрсетеді (2-сурет).

2-сурет

Scutellaria sieversii морфологиясы

<https://www.inaturalist.org/observations/223507867>

<https://www.inaturalist.org/observations/306000931>



Жапырақ пластинкасы айқын морфологиялық өзгергіштікті көрсетеді: жапырақ ұзындығы 0,7–3,0 см аралығында, ал ені 0,3–2,0 см аралығында ауытқиды. Жапырақ ұзындығы мен ені арасындағы қатынас өсу жағдайларына байланысты өзгеріп, тар да, кең де жапырақ формаларын қалыптастырады. Бұл өзгергіштік әртүрлі инсоляция деңгейі мен ылғалдылыққа бейімделу ретінде түсіндіріледі. Тар жапырақтар ксерофиттік экотоптарға тән болса, кең жапырақтар мезоксерофиттік жағдайларға тән болып табылады [30].

Жапырақ сағағының ұзындығы 0,2-ден 1,8 см-ге дейін өзгереді, бұл жапырақ тақтасының жарық көзіне қатысты кеңістіктік орналасуының бейімделу реттелуін көрсетеді. Бұл белгінің айтарлықтай өзгергіштігі тау беткейлерінің сирек өсімдіктері жағдайында түрдің фотосинтетикалық бетті онтайландыру қабілетін көрсетеді.

Гүлшоғырының өлшемдері де жоғары өзгергіштікке ие. Гүлдену кезеңінде гүлшоғырының ұзындығы 3,5–5,0 см болса, жеміс беру кезеңінде ол 12 см-ге дейін ұзартылады. Гүлшоғырының ұзындығының осындай ұлғаюы таулы рельеф жағдайында генеративтік мүшелердің тиімді орналасуын және жемістердің таралуын қамтамасыз ететін функционалды бейімделу ретінде қарастырылуы мүмкін.

Күлтенің ұзындығы 2,5–3,7 см аралығында өзгереді, бұл вегетативті органдармен салыстырғанда генеративті органдардың салыстыр-

малы түрде төмен өзгергіштігін көрсетеді. Бұл репродуктивті құрылымдардың морфологиялық тұрақтылығы жоғары болатын жалпы биологиялық ережеге сәйкес келеді, өйткені олар қатан тұрақтандырушы іріктеуде орналасады.

Scutellaria sieversii вегетативті мүшелерінің анатомиялық құрылысы және биометриялық көрсеткіштері

Жапырақ пластинкасының анатомиялық құрылысы өсімдіктердің экологиялық бейімделуінің негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылады, әсіресе жоғары инсоляция, ылғалдың тапшылығы және температура ауытқулары жағдайында өсетін түрлер үшін.

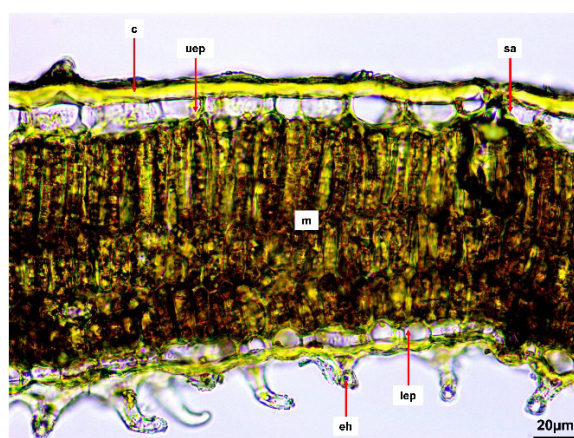
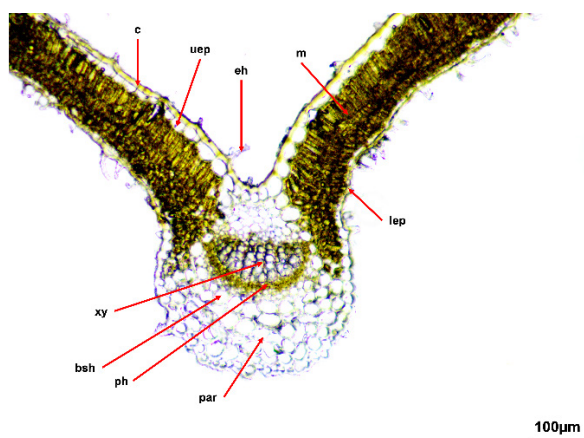
Scutellaria туысының өкілдерінде жапырақ анатомиясы ксеро- және мезоморфтық белгілердің жиынтығын көрсетеді, бұл су режимін, газ алмасуды және фотосинтетикалық белсенділікті тиімді реттеуді қамтамасыз етеді [29].

Ұсынылған материалдарда *Scutellaria sieversii* жапырақ тақтасының негізгі ұлпалар мен құрылымдық элементтерді белгілеумен анатомиялық ұйымдастырылу схемасы, сондай-ақ микроморфометриялық талдау нәтижесінде алынған сандық биометриялық көрсеткіштер келтірілген. Деректер жабын тіндерінің, мезофиллдің және паренхималық элементтердің даму дәрежесін сипаттауға, сондай-ақ бейімделу мәні бар белгілердің өзгергіштігін бағалауға мүмкіндік береді (3-сурет).

3-сурет

Scutellaria sieversii жапырақ тақтасының анатомиялық құрылысы

c – кутикула, *uep* – жоғарғы эпидермис, *eh* – эпидермальды талшық, *m* – мезофилл, *lep* – төменгі эпидермис, *par* – паренхима, *ph* – флоэма, *bsh* – өткізгіш шоғырдың айналасы, *xy* – ксилема



1-кесте*Scutellaria sieversii* жапырақ тақтасының анатомиялық құрылымының биометриялық ақпараты

	c-uer, μm	uer, μm	le-eh, μm	m, μm	le-m, μm	wi-m, μm	c-lep, μm	lep, μm	le-par, μm
Орташа	7,35	10,40	22,92	93,84	34,31	8,71	5,23	8,54	26,03
Стандартты қателік	0,29	0,64	1,58	2,13	3,78	0,30	0,23	0,36	1,01
Стандартты ауытқу	0,91	2,03	5,00	6,73	11,94	0,96	0,73	1,13	3,18
Минимум	5,29	6,58	15,02	85,26	18,42	6,89	4,41	6,35	19,61
Максимум	8,31	12,90	28,98	102,63	52,46	10,27	6,74	10,41	30,89
Сенімділік деңгейі (95,0%)	0,65	1,45	3,58	4,82	8,54	0,69	0,52	0,81	2,27

Ескертпе: c-uer – Жоғарғы эпидермис кутикуласы; uer – Жоғарғы эпидермис; le-eh – Эпидермальдық түктердің ұзындығы; m – Мезофилл; le-m – Мезофилл жасушаларының ұзындығы; wi-m – Мезофилл жасушаларының ені; c-lep – Төменгі эпидермис кутикуласы; lep – Төменгі эпидермис; le-par – Паренхима жасушаларының диаметрі.

Биометриялық талдау нәтижелері *Scutellaria sieversii* жапырақ тақтасының қорғаныш және ассимиляциялық тіндердің айқын ажыратылғанын көрсетеді. Жоғарғы эпидермис кутикулаларының қалыңдығы орта есеппен 7,35 мкм болып, жапырақты артық транспирациядан және ультракүлгін сәулеленуден жеткілікті қорғау деңгейін көрсетеді. Жоғарғы эпидермис салыстырмалы түрде жұқа (10,40 мкм), бірақ оны дамыған кутикуламен үйлестіру қорғаныс құрылымдарының компенсаторлық сипатын дәлелдейді.

Эпидермис түктері ерекше назар аударады, олардың ұзындығы 22,92 МКМ орташа мәнімен кең ауқымда (15,02–28,98 мкм) өзгереді. Мұндай өзгергіштік жапырақ бетін скрининг, түктенудің жоғарғы икемділігін, жылуды азайту және ауаның шекаралық қабатын ұстап тұру функцияларын орындайтынын көрсетеді [26,27].

Жапырақтың мезофилия жақсы дамыған және орташа есеппен 93,84 мкм қалыңдыққа жетеді, бұл жапырақ тақтасының жоғары фотосинтетикалық қабілетін көрсетеді. Мезофил жасушаларының едәуір ұзындығы (орта есеппен 34,31 мкм) және салыстырмалы түрде аз ені (8,71 мкм) ассимиляциялық тіндердің тығыз, жинақы орналасқанын білдіреді, бұл ашық мекенжайларда өсетін өсімдіктерге тән сипат болып табылады.

Төменгі эпидермис жоғарғы эпидермиске қарағанда жұқа (8,54 мкм), сонымен қатар транспирацияны екі жақты бақылауға мүмкіндік беретін кутикуламен (5,23 мкм) қорғалған. Паренхималық жасушалардың диаметрі (орта есеппен 26,03 мкм) орташа өзгергіштікті көрсетеді

және жапырақтың ішкі құрылымының тұрақтылығын көрсетеді.

Жалпы алғанда, көптеген белгілер үшін стандарттық катенің және сенімді интервалдардың салыстырмалы түрде төмен мәндері *Scutellaria sieversii* жапырақ тақтасының морфо-анатомиялық тұрақтылығының жоғары екенін көрсетеді. Анықталған белгілердің жиынтығы осы түрді қалыпты құрғақшылық пен жоғары жарық жағдайларына айқын бейімделген өсімдіктер қатарына жатқызуға мүмкіндік береді, бұл оның экологиялық-географиялық таралуымен сәйкес келеді.

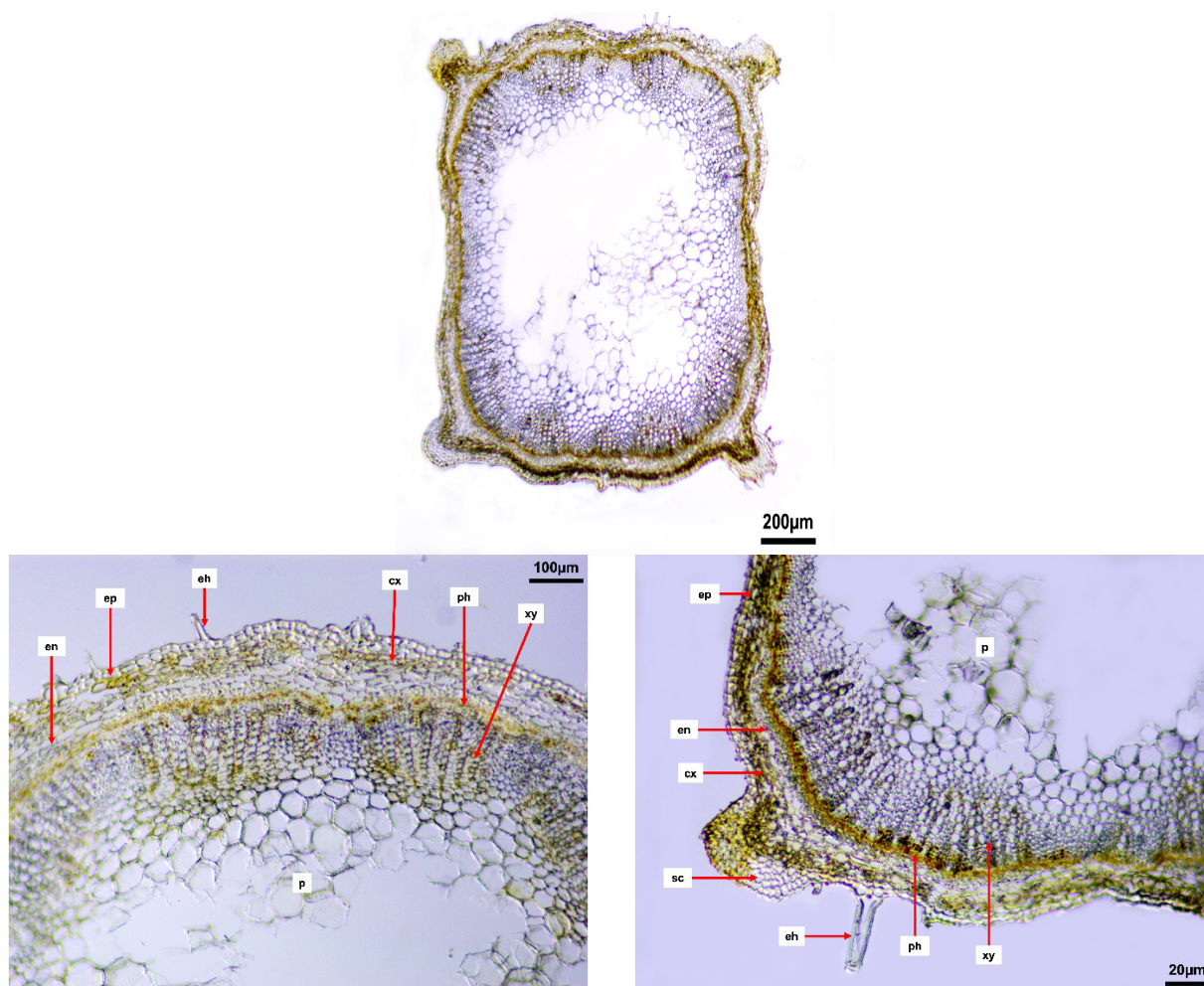
Сабақтың анатомиялық құрылымы өсімдіктердің механикалық тұрақтылығын қамтамасыз етуде, су мен ассимиляттарды тасымалдауда, сондай-ақ құрғақ және жартылай аридті экожүйелер жағдайында бейімделу стратегияларын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады. *Scutellaria* туысының өкілдері үшін сабақ қорғаныс, өткізгіш және тірек-механикалық тіндердің үйлесімімен сипатталады, олардың даму дәрежесі түрдің қоршаған ортаның қолайсыз факторларына, соның ішінде жоғары инсоляцияға, жел жүктемесіне және мезгіл-мезгіл ылғал тапшылығына бейімделуін көрсетеді [25].

Scutellaria sieversii сабақтарының анатомиялық құрылымы бойынша алынған деректер және олардың биометриялық талдауы қорғаныш, қабықтық, өткізгіш және паренхималық тіндердің ажыратылу ерекшеліктерін бағалауға, сондай-ақ функционалды және экологиялық мәні бар белгілердің өзгергіштік дәрежесін анықтауға мүмкіндік береді (4-сурет).

4-сурет

Scutellaria sieversii сабағының анатомиялық құрылымы

ер – эпидермис, eh – эпидермальды түк, ex – бірінішілік қабық, en – Эндодерма, ph – флоэма, sc – склеренхима, ху – ксилема



2-кесте

Scutellaria sieversii сабағының анатомиялық құрылымының биометриялық мәліметтері

	ер, µm	le-eh, µm	wi-cx, µm	en, µm	ху, µm	ph, µm	le-p, µm
Орташа	14,78	42,57	47,26	13,14	99,46	29,55	48,16
Стандартты қателік	0,54	2,70	1,63	0,76	3,84	1,08	3,91
Стандартты ауытқу	1,70	8,55	5,15	2,41	12,14	3,42	12,37
Минимум	11,95	36,89	36,33	10,76	84,61	26,08	31,29
Максимум	17,50	54,95	54,45	17,02	122,14	35,17	72,92
Сенімділік деңгейі (95,0%)	1,22	6,12	3,68	1,72	8,69	2,45	8,85

Ескерпе: ер – эпидермис; le-eh – эпидермальды түктердің ұқындығы; wi-cx – бірінішілік қабықтың қалыңдығы; en – эндодерма; le-p – жүрекше жасушаларының диаметрі; ху – ксилема; ph – флоэма

Биометриялық талдау нәтижелері *Scutellaria sieversii* сабағының нақты анықталған тіндік дифференциациясын көрсетеді. Эпидермис орташа қалыңдығы 14,78 мкм-мен сипатталады, бұл сабақтың механикалық зақымданудан және қолайсыз абиотикалық әсерлерден жеткілікті қорғалғанын көрсетеді. Дамыған жасару эпидермис түктерінің едәуір ұзындығымен расталады, оның орташа мәні 42,57 мкм, айтарлықтай өзгергіштігі бар (36,89–54,95 мкм), бұл қорғаныс құрылымдарының жоғары икемділігін көрсетеді.

Бастапқы қабық жақсы дамыған және орташа есеппен 47,26 мкм қалыңдыққа жетеді, ол қорғаныш және қоректік сақтау функцияларын атқарады. Анық ажыратылған эндодерма (13,14 мкм) қабықтық және өткізгіш тіндердің айқын бөлінуін көрсетеді және заттардың радиалды тасымалын реттеуді қамтамасыз етеді, бұл су ресурстарының ауытқулары жағдайында ерекше маңызды болып табылады.

Сабақтың өткізгіш жүйесі ксилеманың үстемдігімен сипатталады, оның орташа қалыңдығы 99,46 мкм құрайды, бұл жоғары өткізгіштік қабілетін және жер үсті мүшелерін тиімді сумен қамтамасыз етуді көрсетеді. Флоэма аз дәрежеде дамыған (29,55 мкм), бірақ оның көрсеткіштері тұрақты, бұл ассимиляттардың сенімді тасымалдануын қамтамасыз етеді. Өткізгіш шоқтар аймағында склеренхималық элементтердің болуы сабақтың механикалық беріктігін одан әрі арттырады [16].

Сүйек жасушалары едәуір үлкен (орташа есеппен 48,16 мкм) және салыстырмалы түрде жоғары өзгергіштікке ие, бұл қоректік сақтау және амортизациялық функцияларды атқаратын дамыған паренхималық тіннің бар екенін көрсетеді.

Жалпы алғанда, көптеген параметрлер үшін стандартты қателік пен сенімділік аралықтарының салыстырмалы түрде төмен мәндері *Scutellaria sieversii* сабағының морфо-анатомиялық тұрақтылығын көрсетеді. Анықталған белгілердің жиынтығы түрдің орташа құрғақ жағдайларға бейімделуін көрсетеді, жақсы дамыған өткізгіш тіндерді, механикалық тұрақтылықты және тиімді қорғаныс құрылымдарын біріктіреді, бұл осы түрдің экологиялық бейімделуі мен өмір салтына сәйкес келеді [21].

Тамырдың анатомиялық құрылысы өсімдіктің суды және минералды заттарды тиімді сі-

ңіру қабілетін, олардың тасымалын, сондай-ақ қоршаған ортаның механикалық және гидротермиялық әсерлеріне төзімділігін анықтайды. Ылғалдың кезеңдік тапшылығы бар жағдайларда өсетін түрлерде тамыр жүйесі қорғаныштық қаптал тіндер, жақсы дамыған қабық паренхимасы және ажыратылған өткізгіш жүйенің үйлесімімен сипатталады, бұл оны аридтік және жартылай аридтік жағдайларға бейімдеуге мүмкіндік береді.

Scutellaria sieversii тамырының анатомиялық құрылымы және оның биометриялық талдауының нәтижелері перидерманың, қабық паренхимасының және өткізгіш тіндердің даму дәрежесін бағалауға, сондай-ақ түрдің экологиялық белгіленуіне байланысты жер асты мүшесінің функционалдық ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді (5-сурет).

Биометриялық талдау нәтижелері *Scutellaria sieversii* тамырындағы тіндердің айқын ажыратылғанын көрсетеді. Перидерма орташа есеппен 25,08 мкм қалыңдыққа ие, бұл тамырдың жақсы дамыған қорғаныс функциясын және механикалық зақымданулар мен топырақ ылғалдылығының ауытқуларына төзімділігін білдіреді. Аталған көрсеткіштің салыстырмалы түрде жоғары өзгергіштігі мекендеу жағдайына байланысты қаптал тіндердің икемділігін көрсетеді [22,23].

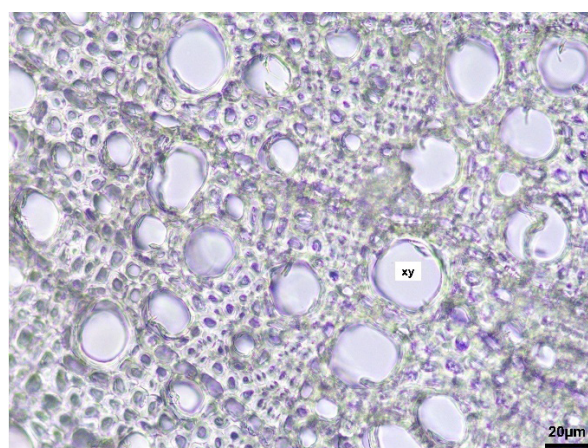
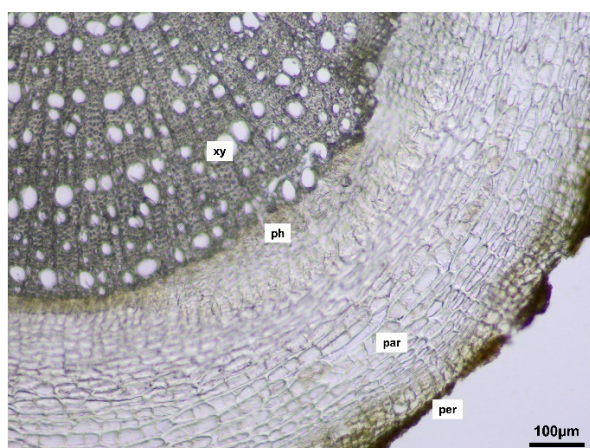
Бастапқы қабық паренхиманың күшті қабатымен ұсынылған, оның орташа қалыңдығы 321,30 мкм-ге жетеді, бұл қабық аймағының су мен қоректік заттарды сақтау мен сақтаудағы маңызды рөлін көрсетеді. Бастапқы қабық жасушаларының диаметрі (орта есеппен 20,71 мкм) паренхималық тіннің бос, бірақ құрылымдық тұрақты құрылымын көрсетеді, бұл тіндердің тиімді тасымалдануына ықпал етеді.

Тамырдың өткізгіш жүйесі флоэма мен ксилеманың теңдестірілген дамуы арқылы сипатталады. Ксилеманың қалыңдығы орташа есеппен 30,08 мкм болып, судың және минералды заттардың сенімді жоғары бағыттағы тасымалын қамтамасыз етеді, ал флоэма (26,53 мкм) ассимиляттардың кері ағымына қатысады және жер асты мүшелердің метаболикалық белсенділігін қолдайды. Аталған көрсеткіштердің салыстырмалы түрде жақын мәндері өткізгіш тіндердің функционалды үйлесімділігін білдіреді.

5-сурет

Scutellaria sieversii тамырының анатомиялық құрылымы

per – перидерма, *par* – біріншілік қабаттың паренхимасы, *ph* – флоэма, *ху* – ксилема



3-кесте

Scutellaria sieversii тамырының анатомиялық құрылысының биометриялық мәліметтері

	<i>per</i> , µm	<i>cx</i> , µm	<i>d-cx</i> , µm	<i>ph</i> , µm	<i>ху</i> , µm
Орташа	25,08	321,30	20,71	26,53	30,08
Стандартты қателік	1,39	4,34	1,29	1,88	1,38
Стандартты ауытқу	4,41	13,71	4,09	5,94	4,36
Минимум	16,29	307,03	15,45	20,65	22,36
Максимум	32,60	342,98	26,27	39,57	37,76
Сенімділік деңгейі (95,0%)	3,15	9,81	2,93	4,25	3,12

Ескертпе: *per* – перидерма; *cx* – біріншілік қабықтың паренхимасы; *d-cx* – біріншілік қабық клеткаларының диаметрі; *ху* – ксилема; *ph* – флоэма

Көптеген параметрлер үшін стандартты қателік пен сенімділік аралықтарының төмен мәндері *Scutellaria sieversii* түбірінің морфо-анатомиялық тұрақтылығын көрсетеді. Тұтастай алғанда, анықталған белгілердің жиынтығы түрдің тиімді сумен қамтамасыз етуді, ресурстарды сақтауды және тамыр жүйесін қорғауды қамтамасыз ете отырып, оның таралуының экологиялық-географиялық ерекшеліктеріне сәйкес келетін орташа құрғақтық жағдайларына бейімделуін көрсетеді [17].

Талқылау

Scutellaria sieversii-нің Солтүстік Тянь-Шаньның таулы және тау асты ландшафттарына экологиялық-географиялық орайластырылуы абиотикалық шектеулер кешенін құрайды, оның ішінде инсоляцияның жоғарылауы, тәуліктік және маусымдық температураның күрт өзгеруі, ылғалдың мезгіл-мезгіл жетіспеушілігі және жер жамылғысының мозаикасы. Бұл жағдайда түрдің морфологиялық және анатомиялық белгілері су балансын, фотосинтетикалық аппараттың тұрақтылығын және өсімдіктердің механикалық тұрақтылығын сақтауға бағытталған бірыңғай адаптивті стратегияның өзара байланысты элементтері ретінде әрекет етеді.

Ареалдың кеңістіктік фрагменттелуі және *S. sieversii* түрінің жақсы дренаждалған тасты және қиыршықтасты субстраттарға бейімделуі габитустың айқын пластикалығын анықтайды. Өсімдіктер биіктігі мен жапырақ пластинкасының өлшемдерінің едәуір өзгергіштігі микрорельефке және жергілікті ылғалдылық жағдайларына реакцияны көрсетеді. Экстремалды экотоптарда қысқа бойлы өсімдіктер қалыптасып, аралық тұқымшалары қысқарады және жапырақ беті кішірейеді, бұл транспирациялық шығындарды және жел жүктемесін азайтады. Ал салыстырмалы түрде қорғалған микробиотоптарда өсудің потенциалы жүзеге асып, ассимиляциялық беті ұлғаяды [18].

Scutellaria sieversii жапырақ тақтасы функционалды түрде жоғары инсоляциямен және ылғал тапшылығымен байланысты белгілер кешенін көрсетеді. Жоғарғы және төменгі эпидермистің дамыған кутикуласы судың булануын шектейтін және тіндерді қызып кетуден қорғайтын тиімді тосқауыл жасайды. Эпидермис түктерінің ұзындығының жоғары өзгергіштігі бар түктердің болуы жапырақ бетінің микроклиматының бейімделу реттелуін көрсетеді: ашық

беткейлер жағдайында түктер күн сәулесінің қарқындылығын төмендетеді, жапырақ бетіне жақын ауа қозғалысының жылдамдығын төмендетеді және тұрақты шекаралық қабаттың пайда болуына ықпал етеді.

Жақсы дамыған мезофил мен жасушалардың жинақы орналасуы шектеулі су ресурстары жағдайында жоғары фотосинтетикалық тиімділікті қамтамасыз етеді. Мезофил жасушаларының ұзындығы мен ені арасындағы қатынас жапырақтың ішкі құрылымының оңтайландырылғанын көрсетеді, бұл белсенді фотосинтезді жүргізуге және бір уақытта су шығынын бақылауға мүмкіндік береді. Осылайша, жапырақтың анатомиялық ұйымдасуы таулы экожүйелердің мезоксерофиттік түрлеріне тән өнімділік пен тұрақтылық арасындағы келісімді көрсетеді.

S. sieversii сабағының анатомиялық құрылымы өсімдіктер желге, жылжымалы субстраттарға және механикалық жүктемелерге ұшырайтын тау рельефінің жағдайымен тығыз байланысты. Дамыған эпидермис пен жасару қорғаныс қызметін атқарады, ал жақсы анықталған бастапқы қыртыс пен эндодерма су мен ассимиляттардың радиалды тасымалдануын реттейді. Өткізгіш жүйеде ксилеманың үстемдігі тургорды ұстап тұру және мезгіл-мезгіл дегидратация жағдайында фотосинтетикалық аппараттың жұмыс істеуі үшін қажетті су көлігінің басымдығын көрсетеді [19,20].

Өткізгіш пучок аймағындағы склеренхималық элементтердің болуы сабақтардың механикалық тұрақтылығын арттырады, бұл әсіресе тас үйінділер мен тік беткейлерде маңызды. Сүйек жасушаларының ірі болуы коректік сақтау және амортизациялық функцияларды орындайды, механикалық әсерлерді жұмсартады және суды мен органикалық заттарды уақытша жинауға мүмкіндік береді.

Scutellaria sieversii тамыр жүйесі субстрат пен су режимінің жағдайымен ең айқын байланысты көрсетеді. Дамыған перидерма тамырды механикалық зақымданудан және тасты беткейлерге тән топырақ ылғалдылығының күрт ауытқуынан қорғайды. Үлкен паренхималық жасушалары бар қуатты бастапқы қабық су мен коректік заттардың резервуары ретінде қызмет етеді, бұл әсіресе тұрақты емес ылғалдылық жағдайында маңызды.

Ксилема мен флоэманың теңдестірілген дамуы заттардың жоғары және төмен бағыттағы ағымдарының үйлесімділігін көрсетеді және су

қамтамасыз етілуі тұрақсыз жағдайда өсімдіктің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді. Тамыр тіндерінің морфо-анатомиялық тұрақтылығы, стандарттық қатенің төмен мәндерімен расталатын, жер асты мүшелердің консервативтік стратегиясының қалыптасқанын білдіреді, бұл жер үсті мүшелердің икемділігін толықтырады.

Жалпы, *Scutellaria sieversii* анықталған экологиялық-морфо-анатомиялық ерекшеліктері Солтүстік Тянь-Шань таулы экожүйелерінің орташа құрғақтығы, жоғары инсоляциясы және кеңістіктік гетерогенділігі жағдайында түрдің тұрақтылығын қамтамасыз ететін біртұтас бейімделу кешенін құрайды. Түрдің экологиялық шектелуі оның вегетативті мүшелерінің құрылымында тікелей көрініс табады, бұл *S. sieversii* аймақтың құрғақ таулы мекендеу орындарының индикаторлық таксоны ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Жалпы, *Scutellaria sieversii*-бұл Тянь-Шаньның солтүстігіндегі тіршілік ету ортасының орташа құрғақтығына, жоғары инсоляциясына және кеңістіктік мозаикасына бейімделген экологиялық мамандандырылған тау-кен түрі, бұл

оның экологиялық-географиялық таралуында, морфологиялық пластикасында және вегетативті мүшелердің анатомиялық ұйымдастырылуында көрінеді. Ареалдың фрагменттелуі және жақсы дренаждалған тасты субстраттарға бейімділігі өркендер мен жапырақтардың өлшемдерінің жоғары өзгергіштігін туындатады, ал генеративті құрылымдардың салыстырмалы тұрақтылығы көбеюдің сенімділігін қамтамасыз етеді. Жапырақтың анатомиялық құрылымы транспирация мен фотосинтетикалық белсенділікті тиімді реттеуге бағытталған ксеро – және мезоморфтық белгілерді біріктіреді, ал сабақ тау рельефі мен жел жүктемелері жағдайында өсімдіктердің тұрақтылығын қамтамасыз ететін дамыған өткізгіш және механикалық жүйемен сипатталады. Мықты қабықты тамыр аймағы және жақсы дамыған перидермаға ие тамыр жүйесі суды және қоректік заттарды жинақтауда, сондай-ақ ылғалдану тұрақсыз жағдайларда су теңгерімін сақтауда негізгі рөл атқарады. Анықталған экологиялық-морфо-анатомиялық белгілердің жиынтығы *S. sieversii*-де Солтүстік Тянь-Шань таулы экожүйелерінің нақты жағдайларында түрдің тұрақты өмір сүруін қамтамасыз ететін біртұтас бейімделу кешенінің қалыптасуын көрсетеді.

Әдебиеттер

- Akçin Ö.E., Özyurt M.S., Şenel G. Petiole anatomy of some Lamiaceae taxa // Pakistan Journal of Botany. – 2011. – Vol. 43. – P. 1437–1443.
- Candan F., Çali İ. Morphology and anatomy of *Scutellaria orientalis* L. subsp. *pinnatifida* (Lamiaceae) // Proceedings of the 5th Water, Climate and Environment Conference. – 2012. – P. 1–8.
- Oliveira A.B. de, et al. Anatomy of vegetative organs of *Scutellaria agrestis*, a medicinal plant cultivated by riverine populations of the Brazilian Amazon // Revista Brasileira de Farmacognosia. – 2013. – Vol. 23, No. 3. – P. 396–397.
- Ozdemir C., Altan Y. Morphological and anatomical investigations on endemic *Scutellaria orientalis* subspecies // Pakistan Journal of Botany. – 2005. – Vol. 37. – P. 213–226.
- Paton A. A global taxonomic investigation of *Scutellaria* // Kew Bulletin. – 1990. – Vol. 45. – P. 399–450.
- Shang X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. The genus *Scutellaria*: an ethnopharmacological and phytochemical review // Journal of Ethnopharmacology. – 2010. – Vol. 128. – P. 279–313.
- Giuliani C., Bini L.M. Insight into the structure and chemistry of glandular trichomes of Labiatae // Plant Systematics and Evolution. – 2008. – Vol. 276. – P. 199–208.
- Ascensão L., Marques N., Pais M.S. Glandular trichomes on vegetative and reproductive organs of *Leonotis leonurus* (Lamiaceae) // Annals of Botany. – 1995. – Vol. 75. – P. 619–626.
- Ascensão L., Marques N., Pais M.S. Peltate glandular trichomes of *Leonotis leonurus* leaves // International Journal of Plant Sciences. – 1997. – Vol. 158. – P. 249–258.
- Kaya A., Demirci B., Baser K.H.C. Micromorphology of glandular trichomes of *Nepeta congesta* (Lamiaceae) // South African Journal of Botany. – 2007. – Vol. 73. – P. 29–34.
- Duarte M.R., Lopes J.F. Morfoanatomia foliar e caulinar de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae) // Acta Farmacéutica Bonaerense. – 2005. – Vol. 24. – P. 68–74.
- Duarte M.R., Lopes J.F. Stem and leaf anatomy of *Plectranthus neochilus* (Lamiaceae) // Revista Brasileira de Farmacognosia. – 2007. – Vol. 17. – P. 549–556.
- Basílio I.J.L.D., Agra M.F., Rocha E.A., Leal C.K.A., Abrantes H.F. Comparative pharmacobotanical study of leaves of *Hyptis* species (Lamiaceae) // Acta Farmacéutica Bonaerense. – 2006. – Vol. 25. – P. 518–525.
- Bozani N.E., Costaguta M., Barboza G.E. Anatomical studies in species of *Mentha* (Lamiaceae) from Argentina // Arnaldia. – 2007. – Vol. 14. – P. 77–96.

- Hatamneia A.A., Khayami M., Mahmudzadeh A., Sarghein S.H., Heidari M. Comparative anatomical studies of some genera of Lamiaceae family // Botanical Research Journal. – 2008. – Vol. 1. – P. 63–67.
- Lin L., Hamly J.M., Upton R. Comparison of phenolic component profiles and micromorphology of *Scutellaria* species // Phytochemistry. – 2009. – Vol. 70. – P. 298–306.
- Mosqueiro M.A.M., Juan R., Pastor J. Carpology of *Scutellaria minor* Hudson // Lagasalia. – 2002. – Vol. 22. – P. 93–101.
- Thaler I., Gailhofer M., Pfeifhofer H.W. Protein bodies in glandular hairs of *Scutellaria altissima* (Lamiaceae) // Phyton. – 1992. – Vol. 31. – P. 263–280.
- Toledo M.G.T., Alquini Y., Nakashima T. Anatomical characterization of *Cunila microcephala* leaves (Lamiaceae) // Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. – 2004. – Vol. 40. – P. 487–493.
- Werker E., Putievsky E., Ravid U., Duda N., Katzir L. Glandular hairs and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) // Annals of Botany. – 1993. – Vol. 71. – P. 43–50.
- Açar M., Taşar N., Beker-Akbulut G. Anatomical and micromorphological study of *Scutellaria orientalis* subspecies // KSU Journal of Agriculture and Nature. – 2022. – Vol. 25 (Suppl. 1). – P. 125–136.
- Fisher D.G. Morphology and anatomy of the leaf of *Coleus blumei* (Lamiaceae) // American Journal of Botany. – 1985. – Vol. 72. – P. 392–406.
- Metcalf C.R., Chalk L. Anatomy of the dicotyledons. – Oxford: Clarendon Press, 1957. – 1500 p.
- Evert R.F. *Esau's Plant Anatomy*. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. – 601 p.
- Souza V.C., Lorenzi H. *Botânica Sistemática*. – Nova Odessa: Plantarum, 2008. – 704 p.
- Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P.F., Donoghue M.J. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. – Porto Alegre: Artmed, 2009. – 612 p.
- Harley R.M., França F., Santos E.P., Pastore J.F. Lamiaceae in Flora do Brasil 2020 // Jardim Botânico do Rio de Janeiro. – 2013.
- Pool A. New species of *Scutellaria* (Lamiaceae) from Mesoamerica // Novon. – 2006. – Vol. 16. – P. 388–403.
- Almeida C.F.C.B.R., Albuquerque U.P. Check-list of the family Lamiaceae in Pernambuco, Brazil // Brazilian Archives of Biology and Technology. – 2002. – Vol. 45. – P. 343–353.
- Ribeiro J.E.L.S., Hopkins M.J.G., Vicentini A. *Flora da Reserva Ducke*. – Manaus: INPA, 1999. – 816 p.

Авторлар туралы мәлімет:

Абдуалиева Жансая Абдраймовна – PhD докторант, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: jan.96-96@inbox.ru).

Мамурова Асем Тлеужановна – б.ғ.к., ботаника және агроэкология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: amamurova81@mail.ru).

Турарова Еркежан Мурзабекқызы (корреспонденттік автор) – магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Ботаника және фитоинтродукция институтының өсімдіктер әлемі кадастры зертханасының аға зертханашысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: turarova-erkejan@mail.ru).

Ахмет Бейатлы – PhD, қауымдастырылған профессор, Дәрілік және хош иісті өсімдіктер кафедрасы, Денсаулық ғылымдар университеті (Стамбул, Түркия, e-mail: sbu.edu.tr).

Information about the authors:

Abdualiyeva Zhansaya Abdraimovna – PhD-doctoral student, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: jan.96-96@inbox.ru).

Mamurova Asem Tleuzhanovna – Associate Professor of the Department of Botany and Agroecology, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: amamurova81@mail.ru).

Turarova Yerkezhan Murzabekkyzy (corresponding author) – Master student, Al-Farabi Kazakh National University, Senior laboratory assistant of the plant world cadastre Laboratory of the Institute of Botany and phytointroduction (Almaty, Kazakhstan, e-mail: turarova-erkejan@mail.ru).

Ahmet Beyatli – PhD., Associate Professor of the Department of Medicinal and Aromatic Plants, University of Health Science (Istanbul, Turkey, e-mail: sbu.edu.tr).

Сведения об авторах:

Абдуалиева Жансая Абдраймовна – PhD-докторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: jan.96-96@inbox.ru).

Мамурова Асем Тлеужановна – к. б. н., ассоциированный профессор кафедры ботаники и агроэкологии Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: amamurova81@mail.ru).

Турарова Еркежан Мурзабекқызы (автор-корреспондент) – магистрант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, старший лаборант лаборатории кадастра растительного мира института ботаники и фитоинтродукции (Алматы, Казахстан, e-mail: turarova-erkejan@mail.ru).

Ахмет Бейатлы – PhD, ассоциированный профессор кафедры лекарственных и ароматических растений Университета медицинских наук (Стамбул, Турция, e-mail: sbu.edu.tr).

Келін түсті: 23 ақпан 2026 жыл
Қабылданды: 26 маусым 2026 жыл