

1-бөлім	Раздел 1	Section 1
Ботаника	Ботаника	Botany

ӨОЖ 581.5 (235.216))

С.С. Айдосова, А.Б. Достемесова, А.Т. Мамурова
 Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
 E-mail: missis.anara@bk.ru

Іле Алатауы ортаңғы белдеуі өсімдіктер қауымдастығындағы кейбір доминант түрлердің сабақтарының анатомиялық ерекшеліктері

Бұл мақалада Іле Алатауы ортаңғы белдеуіндегі өсімдіктер қауымдастықтарында кездесетін *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. сияқты доминант түрлердің вегетативтік мүшесі сабақтың анатомиялық құрылысы ерекшеліктері және биометриялық көрсеткіштері зерттелді. Іле Алатауы ортаңғы белдеуіндегі өсімдіктер қауымдастықтарында кездесетін *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. сияқты доминант түрлердің жапырақтары және сабақтарының өскен ортасына байланысты анатомиялық құрылысы ерекшеліктері және биометриялық көрсеткіштері анықталды. Зерттеуге алынған өсімдіктер сабақтарының анатомиялық құрылыстарында ксилема түтіктері үлкен және едәуір кең жарықты екені байқалады, яғни суды құрамындағы еріген заттарымен бірге жақсы өткізуге қабілетті. Демек, өсімдіктер сабақтарының анатомиялық құрылысындағы мұндай ерекшелік бұл өсімдіктердің Іле Алатауының ортаңғы белдеуіндегі экологиялық өсу ортасына байланысты.

Түйін сөздер: склеренхима, флоэма, ксилема, паренхима, өткізгіш шоқ.

S.S. Aidosova, A.B. Dostemessova, A.T. Mamurova

Anatomical features of the structure of stems of some dominant plant communities of middle Trans-Ili Alatau

The article studied the characteristics of the anatomical structure and biometrics stems some dominant plant communities of middle Trans-Ili Alatau, species such as *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. The features of the anatomical structure and the biometrics stems of plants *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. depending on the location of their growth.

Keywords: sclerenchyma, phloem, xylem, parenchyma, conductive beam.

С.С. Айдосова, А.Б. Достемесова, А.Т. Мамурова

Особенности анатомического строения стеблей некоторых доминантов растительных сообществ среднегорья Заилийского Алатау

В статье были изучены особенности анатомического строения и биометрические показатели стеблей некоторых доминантов растительных сообществ среднегорья Заилийского Алатау, таких видов, как *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. Определены особенности анатомического строения и биометрические показатели стебля растений *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. в зависимости от места их произрастания.

Ключевые слова: склеренхима, флоэма, ксилема, паренхима, проводящий пучок.

Іле Алатауы Алматы қаласының маңында орналасқан, туристер, тұрғылықты халық және қала қонақтарын өзіне еліктіре алатын көрікті орын. Іле Алатауының өсімдіктеріне және өсімдіктер әлеміне әртүрлі, қызықты және қорғауға алына-тын, үлкен қызығушылықты тудыратын эндемикалық және реликті түрлер тән. Ондағы көптеген түрлер өздерінің пайдалы қасиеттерімен белгілі, атап айтсақ, азықтық, дәрілік, техникалық және т.б.

Іле Алатауының қалаға жақын орналасуы және таудағы елді-мекендердің жоғары тығыздылығы мұнда өсімдіктер қауымдастығына антропогендік жүктемені ұлғайтады. Бұл табиғи өсімдіктері бар бүлінген аймақтардың пайда болуына байланысты өсімдіктерді, топырақ қорғау, су өндіру қасиеттерінің күрт төмендеуі, барлық өсімдіктер қауымдастықтары өнімділігінің төмендеуі және құрылымының өзгеруі, түрлік құрамның кедейленуі сияқты шарасыздыққа алып келеді [1].

Геоботаникалық, фитоморфологиялық және фитоэкологиялық зерттеулерде өсімдіктер қауымдастығына кіретін өсімдіктердің жер үсті және жер асты мүшелерін зерттеу маңызды екені айқындалады. Мұндай жұмыстардың нәтижелері өсімдіктер қауымдастығының, түрлердің кешенді сипаттамасын түзгенде және өсімдіктердің тіршілік формаларын анықтағанда пайдаланылып, біздің өсімдіктер биологиясын оқып-үйрену туралы білімімізді одан әрі кеңейтуге мүмкіндік береді [2].

Осыған байланысты Алматы облысы, Қарасай ауданы, Іле Алатауының оңтүстік-батыс экспозициясында, «Терісбұтақ» шатқалында экспедиция жұмыстары жүргізілді.

Жабысқақ қызылбояу (*Galium aparine* L.) – Рияндар (*Rubiaceae* Juss.) тұқымдасына жататын бір жылдық шөптесін өсімдік. Сабақтары жабысқақ. Жапырақтары тар ланцет тәрізді, сүйір, жабысқақ. Гүлдері ұсақ, ақ. Гүл тәжі төртке бөлінген.

Азия қазтабаны (*Potentilla asiatica* Juz.) – Раушангүлділер (*Rosaceae* Juss.) тұқымдасына жататын биіктігі 15-50 см көп жылдық өсімдік. Тамырсабағы мықты, қысқарған сабақ. Сабағы тік, сирек жартылай жымқырылған, түкті. Жертаған және төменгі сабақ жапырақтары ұзынша келген қысқа шыбықты, 5-7 саусақ салалы, сабақты жапырақтары қысқа шыбықты, 3-5 саусақ салалы. Жертаған және төменгі сабақты жапырақтары құбалау, жоғарысындағы сабақ жапырақтары жасыл. Жапырақтары тісті, 6-10 ірі мұқалған тістері бар, жасыл. Гүлінің диаметрі 16-20 мм., қалқанша-

шашақты гүлшоғырында орналасқан. Гүл тостағаншасы сирек-түкті, сыртқы гүл тостағанша жапырақтары ланцет тәрізді. Гүл күлтелері сары, күлтесінің жоғарғы жағы кең ойылған. Гүл тұғыр түкті. Мамыр-шілдеде гүлдейді. Таулы шөпті және далалы шалғындықтарда және өзен алқаптарында өседі. Қазақстанда таралуы. Тарбағатайда, Жоңғар Алатауында, Іле Алатауында, Күнгей және Теріскей Алатауында, Кетмен жотасында, Батыс Тянь-Шаньда кездеседі.

Ақша қазтабан (*Potentilla canescens* Bess.) – Раушангүлділер (*Rosaceae* Juss.) тұқымдасына жататын көп жылдық шөптесін өсімдік. Сабағының биіктігі – 15-45 (55) см, тік немесе жапырақтардың қысқа шыбығы сияқты негіз бойымен жоғары көтеруші. Жертаған және сабақ жапырақтары саусақ салалы, 5 (7) жапырақшадан болады, жоғары жағы жасыл, әдетте, сиректеу жымқырылған, түкті. Жапырақтарының ұзындығы – 1-5 см., ені – 0,6-2 см, сопақша пішінді. Гүлінің диаметрі 9-13 мм., гүлшоғыры қалқанша-шашақты. Гүл тостағаншасы түкті. Жаңғақшалары әлсіз немесе қатты мыжылған. Хромосома саны $2n=42$. Мекендейтін жері. Құрғақ сай-салалы жайылымдар, далалы еңісті жерлер, егістік алқаптар, кен орындары жол бойында.

Шыралжын жусан (*Artemisia dracuncululus* L.) – Күрделігүлділер (*Compositae* (Vaill) Adans.) тұқымдасына жататын тамырсабағы ағаштанған көп жылдық шөптесін өсімдік. Сабақтары көп таралмаған, биіктігі – 40-150 см, тік, жалаңаш, сарғыш-құба. Сабақ жапырақтары бүтін, ұзынша немесе сызықты-ланцетті, сүйір, төменгі жапырақтар ұшы керткі. Гүлдері сарғылт. Гүлшоғыры – шашақты, қалың. Жемісі – ұзынша келген айдаршасыз тұқымша. Тамыз-қыркүйекте гүлдейді. Қазанда жемісі піседі.

Қалқан далазығыры (*Galatella fastigiiformis* Novopokr.) – Күрделігүлділер (*Compositae* (Vaill) Adans.) тұқымдасына жататын көп жылдық өсімдік, биіктігі – 25-120 см. Сабақтары дара, тік, жоғары жағында әртүрлі бұтақталған, доға тәрізді және жоғарыға қарай қиғаш бағытталған. Жапырақтары сызықты-ланцетті немесе сызықты, ұзындығы – 8 см-ге дейін, ені 0,6 мм. Бос немесе жұмсақ гүл табақшаларының бұтақшалары доға тәрізді төменге иілген. VII-IX айларда гүлдейді. Жайылмалық тұзды шалғындарда, бұталарда, жазықтардағы ылғалды құмдақты орындарында және Қазақстанның орталық, оңтүстік, оңтүстік-шығыстарында тау белдеулерінде кездеседі [3].

Зерттеу материалдары және әдістері

Біз зерттеу жұмысын жүргізген аймақ теңіз деңгейінен 1553 м биіктікте орналасқан, беткей тіктігі – 45°, проекциялық жабыны 80-85%-ды құрады.

Экспедиция барысында онда кездесетін қауымдастықтарды анықтап, түрлермен танысып, доминант өсімдіктерді анықтап, олардың сол алқаптарда кездесу санын есептедік және сол доминанттар арасынан зерттелетін түрлерді жинап алып, гербарий құрастырдық.

Экспедиция барысында жиналған өсімдіктер түрлері «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» бойынша анықталды [4]. Өсімдіктердің басқа тілдегі атаулары «ҚАЗАҚСТАН ӨСІМДІКТЕРІ Ғылыми және халық атаулары» кітабы бойынша жазылды [5]. Зерттелетін түрлердің морфологиялық сипаттамалары «Флора Казахстана» кітабының тиісті томдарынан қаралды [3]. Жиналған материалдарды фиксациялау жалпы пайдаланылатын әдістер бойынша жүргізілді [6, 7].

Сабақтар кесінділері колмен кесу арқылы даярланды. Сабақтың көлденең кесінділерінен жасалған препараттарды MC-300 video TЕС программалық беттік суретке түсіретін микроскопта суретке түсіру, Photoshop программасы бойынша өңдеу және Excell программаларын қолдану арқылы нәтижелер өңделді.

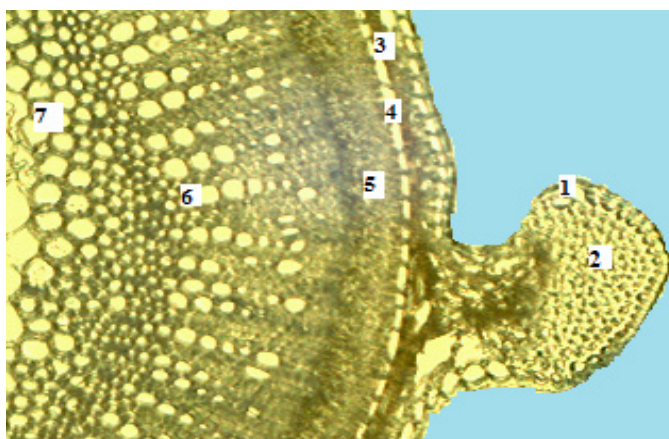
Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Іле Алатауының оңтүстік-батыс экспозициясында негізінен әртүрлі шөпті-бетегелі-астықты-

жусанды қауымдастық үстемдік ететіні анықталды. Қауымдастықтың негізгі компоненттері келесідей түрлер болды. Олар: *Artemisia dracunculus* L., *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Galium verum* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr., *Poa pratensis* L., *Origanum vulgare*, *Bromus japonicus* Thuns., *Hypericum perforatum* L., *Melica transilvanica* Schur; *Artemisia santolinifolia* Turcz., *Phlomis sevezovii* Rgl., *Nepeta pannonica* L., *Festuca sulcata* және т.б.

Жоғарыда аталған түрлер арасынан кейбір доминант түрлер біздің зерттеу объектілеріміз болды. Олар: *Potentilla asiatica* Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr.

Galium aparine сабағының анатомиялық кесіндісінің жалпы қалыңдығы – $636,5 \pm 0,52$ мкм. Эпидермис қалыңдығы – $4,87 \pm 0,20$ мкм. Эпидермис бетінде жұқа кутикула қабаты орналасқан. Сонымен қатар бұл өсімдік сабағының 4 қырлы екенін көреміз, сол қырларындағы эпидермис астында тығыз орналасқан клеткалары бар колленхима орналасқан. Флоэма мен ксилема аралығында камбий байқалады. Ксилема түтіктерінің ауданы – $78,8 \pm 0,18$ мкм². Шеңбер тәрізді өзекті қоршай орналасқан өткізгіш шоқтары жақсы байқалған. Өткізгіш шоқтар ашық, сәулелі (радиальді). Өзек паренхима клеткалары төрт-бес қырлы, бір-біріне тығыз орналасқан клеткалардан тұрады (1-сурет). Өзек клеткаларының диаметрі – $15,2 \pm 0,49$ мкм². Ал жалпы өзек қалыңдығы $326,7 \pm 0,29$ мкм (1-кесте).

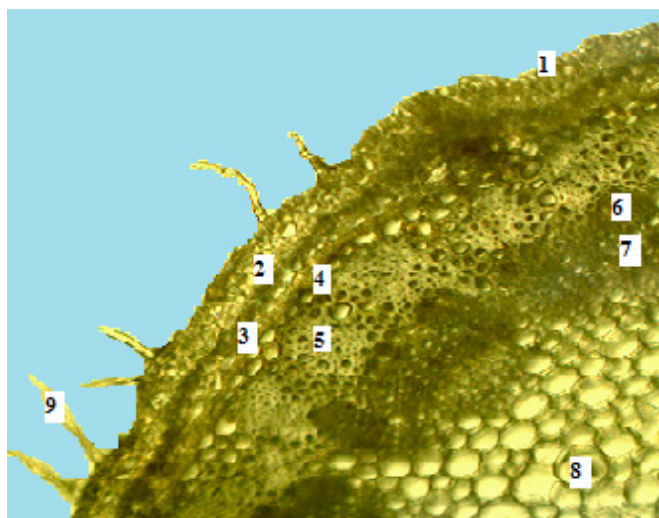


1 – эпидерма, 2 – колленхима, 3 – хлоренхима, 4 – эндодерма, 5 – флоэма, 6 – ксилема, 7 – өзек паренхимасы

1-сурет – *Galium aparine* сабағының анатомиялық көлденең кесіндісі

Potentilla asiatica сабағының анатомиялық көлденең кесіндісін сабақтың анатомиялық үш аймағын айқын байқауға болады. Эпидерма, алғашқы қабық, орталық шеңбер. Эпидерма сыртында көп клеткалы трихомаларды анық байқауға болады. Эпидерма клеткалары тығыз орналаспаған, пішіні дөңгелектеу клеткалардан түзілген колленхиманы көреміз. Колленхиманың астында пішіндері біркелкі емес паренхималық клеткалар қабатынан тұратын қабық паренхимасы орналасқан. *Potentilla asiatica* сабағының

анатомиялық құрылысының биометриялық көрсеткіштері өлшеніп есептелді: алғашқы қабық қалыңдығы – $22,4 \pm 0,51$ мкм, өзек қалыңдығы $378,5 \pm 0,50$ мкм, өзек клеткаларының диаметрі $21,8 \pm 0,66$ мкм², ал ксилема түтіктерінің ауданы $29,97 \pm 0,38$ мкм². Өсімдік сабағы анатомиялық көлденең кесіндісінің жалпы қалыңдығы – $726,3 \pm 0,69$ мкм (2-кесте). Зерттеуге алынған басқа өсімдіктермен салыстырғанда бұл өсімдіктің ксилема түтіктерінің ауданының көлемі едәуір кіші екендігін байқадық (2-сурет).



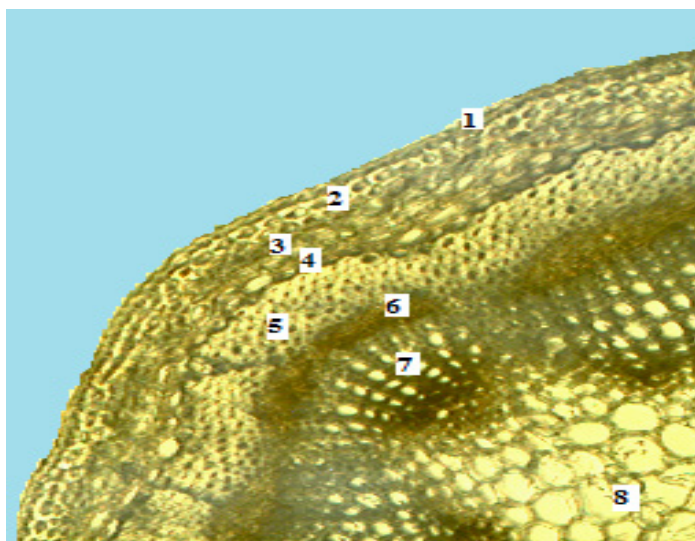
1 – эпидерма, 2 – колленхима, 3 – қабық паренхимасы, 4 – эндодерма, 5 – перициклді склеренхима, 6 – флоэма, 7 – ксилема, 8 – өзек паренхимасы, 9 – трихома

2-сурет – *Potentilla asiatica* сабағының анатомиялық көлденең кесіндісі

Potentilla canescens сабағының анатомиялық көлденең кесіндісінің жалпы қалыңдығы – $688,1 \pm 0,52$ мкм. Эпидермаға жанаса клеткалары ұзынша болып келген, аралары онша тығыз орналаспаған колленхима орналасады. Колленхимадан өзекке бағыттала паренхималық клеткалардан түзілген қабық паренхимасын көреміз. Алғашқы қабық қалыңдығы – $23,8 \pm 0,69$ мкм. Қабық паренхимасымен жанасып өзекке бағыттала эндодерма орналасқан. Өткізгіш шоқтар ашық, коллатеральді. Ксилема түтіктерінің ауданы – $56,7 \pm 0,63$ мкм². Өзек ірі, паренхима клеткаларынан тұрады (3-сурет). Өзек қалыңдығы – $383,2 \pm 0,59$ мкм, ал өзек клеткаларының диаметрі – $19,1 \pm 0,58$ мкм² (2-кесте).

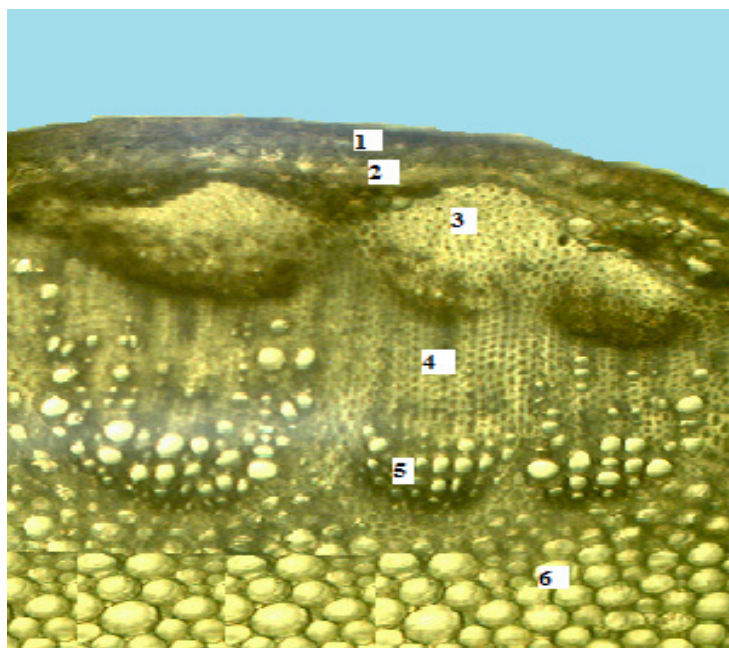
Өсімдік сабағының анатомиялық көлденең кесіндісінің жалпы қалыңдығы – $627,2 \pm 0,50$ мкм.

Artemisia dracunculus сабағының анатомиялық көлденең кесіндісінде байқалғаны: жабындық ұлпа эпидерма, эпидермадан өзекке қарай бағыттала 2 қатар болып орналасқан клеткалардан түзілген колленхима орналасқан. Колленхимадан өзекке қарай паренхималық клеткалардан құралған алғашқы қабық орналасқан. Алғашқы қабық эпидермистің астында шеңбер бойымен орналасқанын көруге болады. Алғашқы қабық қалыңдығы – $15,6 \pm 0,89$ мкм. Қабық паренхимасына жанаса біркелкі клеткалардан құралған эндодерманы көреміз. Флоэма мен перидерма қабаты ортасында склеренхима қабаты орналасқан (4-сурет). Ксилема түтіктерінің ауданы – $88,002 \pm 0,59$ мкм². Клеткаларының диаметрі – $20,5 \pm 0,68$ мкм², пішіні сопақша болып келген ірі өзек паренхима клеткаларынан тұрады және өзек қалыңдығы – $257,2 \pm 0,48$ мкм (2-кесте).



1 – эпидерма, 2 – колленхима, 3 – қабық паренхимасы, 4 – эндодерма, 5 – перициклді склеренхима, 6 – флоэма, 7 – ксилема, 8 – өзек

3-сурет – *Potentilla canescens* сабағының анатомиялық көлденең кесіндісі



1 – эпидерма, 2 – алғашқы қабық, 3 – склеренхима, 4 – флоэма, 5 – ксилема, 6 – өзек паренхимасы

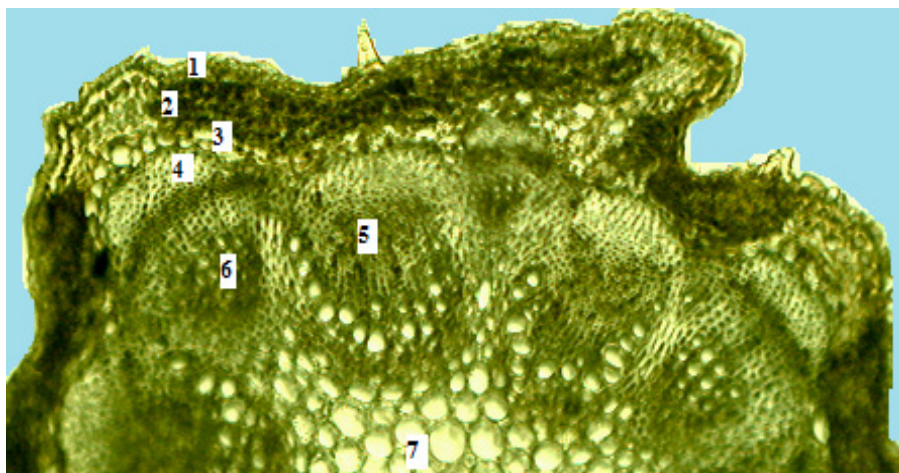
4-сурет – *Artemisia dracunculus* сабағының анатомиялық көлденең кесіндісі

Galatella fastigiiformis сабағының анатомиялық көлденең кесіндісінде эпидермаға жанаса клеткалары ұзынша болып келген, аралары онша тығыз орналаспаған колленхима орналасады. Колленхимадан өзекке бағыттала паренхималық

клеткалардан түзілген қабық паренхимасын көреміз. Қабық паренхимасымен жанасып өзекке бағыттала эндодерма орналасқан. Эндодермадан өзекке бағыттала перициклден түзілген склеренхима клеткалары орналасқан. Өткізгіш шоқтар

жабық, коллатеральді. Өзек пішіні орташа, паренхима клеткаларынан тұрады (5-сурет). Сонымен қатар *Galatella fastigiiformis* сабағының анатомиялық құрылысының биометриялық көрсеткіштері өлшеніп есептелді: алғашқы қабық қалыңдығы – $24,96 \pm 0,81$ мкм, өзек қалыңдығы – $218,8 \pm 0,44$ мкм, өзек клеткаларының диаметрі $20,9 \pm 0,81$ мкм², ал ксилема түтіктерінің ау-

даны – $55,6 \pm 0,37$ мкм². Өсімдік сабағы анатомиялық көлденең кесіндісінің жалпы қалыңдығы – $466,04 \pm 0,8$ мкм (2-кесте). *Galatella fastigiiformis* сабағының анатомиялық кесіндісінде өткізгіш шоқтардың белгілі бір ретпен шеңбер құра орналасқанын байқадық. Өзек паренхималық клеткалар көлемі бірдей, ірі дөңгелек пішінді.



1 – эпидерма, 2 – қабық паренхимасы, 3 – эндодерма, 4 – перициклді склеренхима, 5 – флоэма, 6 – ксилема, 7 – өзек

5-сурет – *Galatella fastigiiformis* сабағының анатомиялық көлденең кесіндісі

1-кесте – Іле Алатауынан жиналған *Galium aparine* сабағының анатомиялық құрылысының биометриялық көрсеткіштері (x10)

Өсімдік атауы	Эпидерма қалыңдығы, мкм	Өзек қалыңдығы, мкм	Өзек клеткаларының диаметрі, мкм ²	Ксилема түтіктерінің ауданы, мкм ²	Сабақ кесіндісінің қалыңдығы, мкм
<i>Galium aparine</i>	$4,87 \pm 0,20$	$326,7 \pm 0,29$	$15,2 \pm 0,49$	$78,8 \pm 0,18$	$636,5 \pm 0,52$

2-кесте – *Potentilla canescens*, *Potentilla asiatica*, *Artemisia dracunculus*, *Galatella fastigiiformis* сабақтарының анатомиялық құрылыстарының биометриялық көрсеткіштері (x10)

Өсімдік атауы	Алғашқы қабық қалыңдығы, мкм	Өзек қалыңдығы, мкм	Өзек клеткаларының диаметрі, мкм ²	Ксилема түтіктерінің ауданы, мкм ²	Сабақ кесіндісінің қалыңдығы, мкм
<i>Potentilla canescens</i>	$23,8 \pm 0,69$	$383,2 \pm 0,59$	$19,1 \pm 0,58$	$56,7 \pm 0,63$	$688,1 \pm 0,52$
<i>Potentilla asiatica</i>	$22,4 \pm 0,51$	$378,5 \pm 0,50$	$21,8 \pm 0,66$	$29,97 \pm 0,38$	$726,3 \pm 0,69$
<i>Artemisia dracunculus</i>	$15,6 \pm 0,89$	$257,2 \pm 0,48$	$20,5 \pm 0,68$	$88,002 \pm 0,59$	$627,2 \pm 0,50$
<i>Galatella fastigiiformis</i>	$24,96 \pm 0,81$	$218,8 \pm 0,44$	$20,9 \pm 0,81$	$55,6 \pm 0,37$	$466,04 \pm 0,8$

Қорытынды

Potentilla asiatica Juz., *Potentilla canescens* Bess., *Galium aparine* L., *Artemisia dracunculus* L., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. өсімдіктері сабақтарының өскен ортасына байланысты анатомиялық құрылысы ерекшеліктері анықталды және биометриялық көрсеткіштері анықталды.

Potentilla asiatica Juz. сабағының анатомиялық құрылысында трихомалар байқалады және *Artemisia dracunculus* L. және *Galium aparine* L. сабақтарының анатомиялық құрылыстарында

камбий анық байқалады. *Artemisia dracunculus* L. және *Galium aparine* L., *Potentilla canescens* Bess., *Galatella fastigiiformis* Novopokr. сабақтарының анатомиялық құрылыстарында ксилема түтіктері үлкен және едәуір кең жарықты екені байқалады, яғни суды құрамындағы еріген заттарымен бірге жақсы өткізуге қабілетті. Зерттеуге алынған өсімдік түрлері сабақтарының анатомиялық құрылысындағы ерекшеліктер бұл өсімдіктердің Іле Алатауының ортаңғы белдеуіндегі экологиялық өсу ортасына байланысты.

Әдебиеттер:

- 1 Жандаев М. Ж. Природа Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Казахстан, 1978. – 158 с.
- 2 Бейдеман И. Н. Изучение фенологии растений / В кн. Лавренко Е. М., Корчагин А. А. Полевая геоботаника. – М.: Изд. АН СССР. – 1960. – С. 333-348
- 3 Флора Казахстана. Том I-IX. – Алма-Ата: Изд-во Академии Наук Казахской ССР, 1961.
- 4 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата.: Наука, 1969. — Т.1.
- 5 Арыстанғалиев С. А., Рамазанов Е. Р. Растения Казахстана. – Алма-Ата.: Наука, 1977. – 288 с.
- 6 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960.
- 7 Барыкина А.А. Микротехника. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 312 с.

References:

- 1 Zhandaev M. J. Nature of Ili Alatau. – Alma-Ata: Kazakhstan, 1978. – 158 p.
- 2 Beideman I. N. Learning phenology of plants / Lavrenko E. M., Korchagin A. A. Field geobotany. – M.: Izd. AN SSSR. – 1960. – P. 333-348
- 3 Flora of Kazakhstan. V. I-IX. – Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1961.
- 4 Illustrated Manual of the plants of Kazakhstan. – Alma-Ata.: Nauka, 1969. -V.1
- 5 Arystangaliev S. A., Ramazanov E. R. Plant in Kazakhstan. – Alma-Ata.: Nauka, 1977. – 288 p.
- 6 Prozina M. N. Botanical mikrotehnika. – M.: Vysshaya shkola, 1960.
- 7 Barykina A.A. Mikrotehnika. – M.: Izd-vo MGU, 2004. – 312 p.