



## АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РЕДКОГО И ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА *FERULA ILIENSIS* KRASN. EX KOROV.

Айгуль Б. АХМЕТОВА \*, Наштай М. Мухитдинов, Алибек Ыдырыс

**Аннотация.** В статье представлена анатомическая характеристика надземных вегетативных органов редкого и эндемичного вида *Ferula iliensis*, исследованного в трех различных ценопопуляциях. В результате исследования, в стебле особей из ценопопуляции №3 выявлено сильное развитие механической и ассимиляционной тканей, располагающихся чередующимися участками по периферии стебля непосредственно под эпидермой. Особи *F. iliensis* из ценопопуляции №2 имеют более вытянутые клетки палисадной паренхимы, расположенной в несколько слоев, и соответственно, наиболее утолщенные листовые пластинки.

**Ключевые слова:** *Ferula iliensis*, эндем, ценопопуляция, стебель, лист, анатомия

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан; \* [Aygul.Akhmetova@kaznu.kz](mailto:Aygul.Akhmetova@kaznu.kz)

### Введение

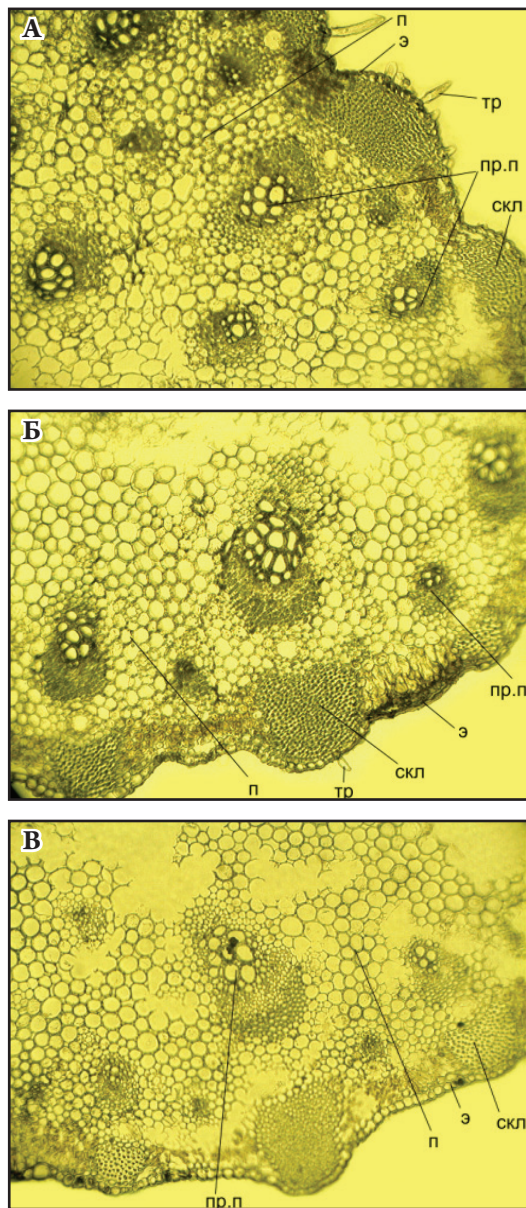
В богатой и разнообразной флоре Средней Азии и Казахстана среди обширного семейства Ариасеае, заметное место занимает род *Ferula* L. На данной территории отмечен высокий эндемизм среди представителей этого рода (более 40 видов), со значительным числом узкоэндемичных таксонов, известных лишь по типовому местонахождению. Особую тревогу вызывает узкий эндемик предгорья Джунгарского Алатау (южный склон горы Улькен Калкан, Чулак) и Заилийского Алатау (северный склон, низкогорья Богуты и Сюгаты) – ферула илийская (*Ferula iliensis* Krasn. ex Korov.), широко используемая в лечебных целях местным населением. В силу ограниченности и диффузности распространения, а также малочисленности популяции и монокарпичности растения, крайне необходимы усиление охраны этого ценного вида, а также проведение работ по введению его в культуру (Сафина и Пименов 2012). В связи с этим возникла необходимость тщательного изучения анатомо-морфологических характеристик данного вида растения, особи которого образуют различные ценопопуляции, с целью полного понимания особенностей

его развития в условиях естественного местообитания.

### Материалы и методы исследований

В ходе экспедиции была найдена популяция *F. iliensis* в горах Большие Богуты (восточная часть Заилийского Алатау) и исследованы три ценопопуляции. Изучение ценопопуляционной структуры проводилось традиционными методами (Уранов 1973; Голубев и Молчанов 1978; Работнов 1978; Заугольнова 1982). Возрастная структура ценопопуляций оценивалась по Т.А. Работнову (1978) и А.А. Уранову (1973).

С целью дальнейшего морфо-анатомического исследования растения *F. iliensis* были заложены в гербарий. В лабораторных условиях растительный материал с целью сохранения прижизненного состояния был зафиксирован. При изучении анатомической структуры растений были использованы общепринятые методики М.Н. Прозиной (1960), А.И. Пермякова (1988), Р.П. Барыкиной и др. (2004). В результате исследования были даны описания внутреннего строения надземных вегетативных органов (стебель и лист) исследуемого вида растения, а также



**Рис. 1.** Анатомическое строение стебля *Ferula iliensis* из ценопопуляций №1 (А), №2 (Б) и №3 (В): п – паренхима; пр.п – проводящий пучок; скл – склеренхима; тр – трихомы; э – эпидерма.

**Fig. 1.** Anatomical structure of the stem in *Ferula iliensis* from cenopopulations Nr.1 (A), Nr.2 (Б) and Nr.3 (В): п – parenchyma; пр.п – vascular bundle; скл – sclerenchyma; тр – trichomes; э – epidermis.

представлена сравнительная характеристика растений трех различных ценопопуляций.

**Первая ценопопуляция** занимала ложбину широкого ущелья. Рельеф представлял собой слабонаклонную равнину. Почва – светло-каштановая, слабо щебнистая. Увлажнение атмосферное. Растительный покров представлен солянково-феруло-полынной ассоциацией. Проективное покрытие 60-65%. Главными компонентами являлись *F. iliensis*, *Salsola orientalis* S.G.Gmel., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Camphorosma lessingii* Litv., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. и др.

**Вторая ценопопуляция** занимала самую большую площадь. Посередине ее прорезало сухое русло ручья с весенним водотоком. Рельеф – слабонаклонная равнина. Почва – слабо-каштановая, слабо щебнистая. Увлажнение преимущественно атмосферное. Растительный покров представлен кустарниково-ферулово-полынной ассоциацией. Проективное покрытие 65-75%. Преобладающими видами были *Kochia prostrata*, *Artemisia sublessingiana* Krasch. ex Poljak., *Krascheninnikovia ceratoides*, *Stipa* sp. и др.

**Третья ценопопуляция** была обнаружена на платообразной возвышенности. Рельеф представлял собой слабонаклонную равнину. Почва светло-каштановая, слабо щебнистая. Увлажнение исключительно атмосферное. Растительный покров представлен солянково-ферулово-полынной ассоциацией. Проективное покрытие 55-60%. Преобладающими видами были *Artemisia sublessingiana*, *Stipa* sp., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge, *Ceratocarpus utriculosus* Bluket ex Krylov, *F. iliensis* и др.

## Результаты и их обсуждение

### Анатомическое строение стебля

Снаружи стебель *F. iliensis* покрыт эпидермой, которая имеет типичное для этой ткани строение. Эпидерма состоит из одного ряда клеток, таблитчатой формы, плотно прилегающих друг к другу, без межклетников. Наружные стенки эпидермальных клеток

**Табл. 1.** Морфометрические показатели стебля *Ferula iliensis*.**Table 1.** Morphometric results for *Ferula iliensis* stem.

№ ценопопуляции	Толщина эпидермы, мкм	Толщина хлоренхимы, мкм	Толщина механической ткани, мкм	Диаметр проводящих пучков, мкм
1	10,25±1,28	85,65±3,21	47,15±3,33	64,25±3,45
2	11,43±1,75	73,82±3,52	42,82±2,94	58,34±3,36
3	11,25±1,63	91,81±4,92	51,84±2,36	57,55±2,58

имеют негустое опушение из простых кроющих волосков. В стебле *F. iliensis* непосредственно под эпидермой очень хорошо развита механическая ткань – колленхима, располагающаяся отдельными участками, чередующимися с клетками ассимиляционной ткани – хлоренхимы. В связи с развитием хлоренхимы, побеги *F. iliensis* наряду с листьями могут выполнять фотосинтезирующую функцию.

По периферии стебля, в толще паренхимы, правильными рядами располагаются коллатеральные открытые проводящие пучки, более крупные пучки чередуются с мелкими. Вся система проводящих пучков имеет склеренхимную обкладку. Особенно четко склеренхима выражена непосредственно над проводящими пучками, со стороны флоэмы образуя своеобразную шапку из толстостенных клеток с узкой полостью. Проводящие пучки крупные, сосуды ксилемы очень четко выражены (Рис. 1).

По результатам исследования выявлено, что толщина ассимиляционной и механической ткани стебля у растений ценопопуляции №2 значительно уступает аналогичным показателям у растений других ценопопуляций. Соответственно по общей толщине стебель данных особей уступает размерам стеблей особей двух других исследуемых ценопопуляций (Табл. 1).

#### **Анатомическое строение листовой пластинки**

Листовая пластинка растений *F. iliensis* покрыта эпидермисом с многочисленными кроющими волосками, покрывающими листовую пластинку с обеих сторон. Основная масса эпидермальных клеток листовой пластинки расположена плотно и

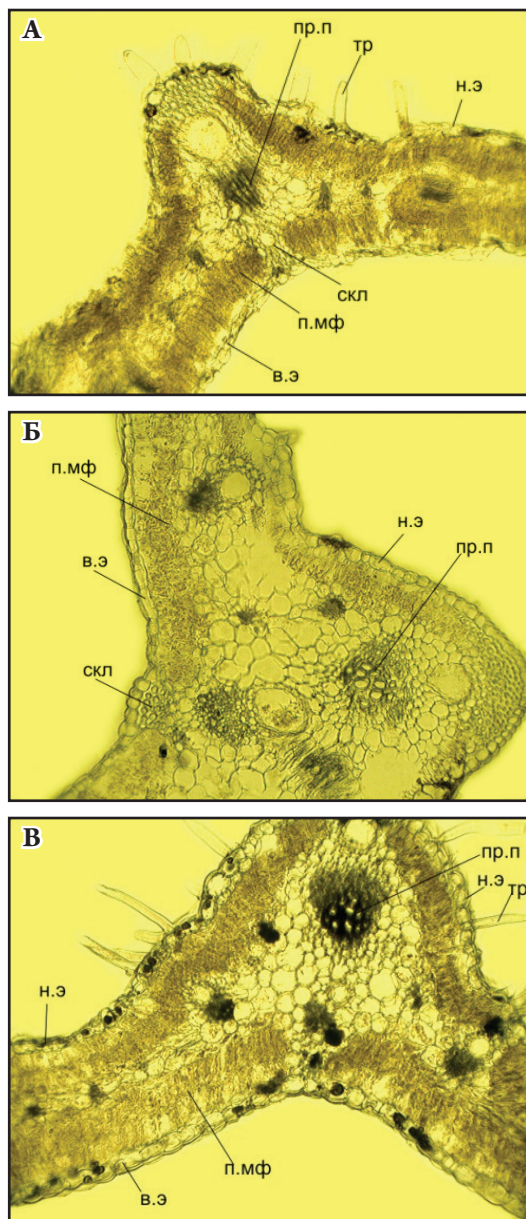
вытянута в тангентальном направлении: их ширина значительно превосходит высоту.

Листовая пластинка заполнена клетками палисадного мезофилла – основной тканью листа с многочисленными хлоропластами. Для *F. iliensis* характерна изопалисадная структура листа. В палисадной паренхиме клетки имеют столбчатую форму с длинными осями, ориентированными под прямым углом, как к верхнему, так и к нижнему эпидермису.

Мезофилл листа густо пронизан многочисленными проводящими пучками, непосредственно связанными с проводящей системой стебля. Самый крупный проводящий пучок (центральная жилка) тянется вдоль центральной оси листа, и, вместе с прилегающими основной и механической тканями, выступает над его нижней поверхностью в виде гребня. Проводящие пучки содержат ксилему и флоэму. Ксилема ориентирована к адаксиальной поверхности листа, а флоэма – к абаксиальной (Рис. 2).

При изучении морфометрических показателей внутренней структуры листовых пластинок *F. iliensis* трех различных ценопопуляций было выявлено, что средние показатели толщины клеток верхнего и нижнего эпидермиса у всех исследованных растений особо не отличаются между собой. Клетки эпидермиса верхней и нижней сторон эпидермиса имеют практически одинаковую толщину.

Однако можно отметить, что молодые генеративные особи ценопопуляции №2 имеют наиболее утолщенную листовую пластинку, и соответственно более толстые слои палисадной паренхимы. У данных особей наблюдается максимальная толщина листовой пластинки и количество слоев



**Рис. 2.** Анатомическое строение листовой пластинки *Ferula iliensis* из ценопопуляций №1 (А), №2 (Б) и №3 (В): в.э – верхний эпидермис; н.э – нижний эпидермис; п.мф – палисадный мезофилл; пр.п – проводящий пучок; скл – склеренхима; тр – трихомы.

**Fig. 2.** Anatomical structure of the leaf blade in *Ferula iliensis* from cenopopulations Nr.1 (A), Nr.2 (B) and Nr.3 (B): в.э – upper epidermis; н.э – lower epidermis; п.мф – mesophyll; пр.п – vascular bundle; скл – sclerenchyma; тр – trichomes.

клеток мезофила в ней. Диаметр проводящих пучков также несколько превышает соответствующий показатель у растений из ценопопуляции №1. Молодые генеративные особи *F. iliensis* из ценопопуляции №1 имеют тонкую листовую пластинку, размеры которой, очевидно зависят от места и условий произрастания растений (Табл. 2).

### Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований *F. iliensis* разных возрастных состояний, взятых из разных ценопопуляций и анализа результатов полученных морфометрических данных, можно сделать следующие выводы:

1. Стебли растений *F. iliensis* разных возрастных состояний, произрастающих в различных ценопопуляциях (№1, 2 и 3) имеют сходную анатомическую структуру, в них четко выражены все ткани: основная, покровная, ассимиляционная, механическая и проводящая.

2. В стебле молодых генеративных особей из ценопопуляции №3 выявлено сильное развитие механической и ассимиляционной ткани, располагающихся чередующимися участками по периферии стебля непосредственно под эпидермой.

3. Сравнение анатомического строения листовых пластинок растений *F. iliensis* различных возрастных состояний из разных ценопопуляций показало их большое сходство. Для всех растений характерны дорзивентральность листовой пластинки и многослойность палисадного мезофилла. Основная масса кроющих волосков, образующих опушение листьев, располагается на нижней стороне листовых пластинок, что связано с условиями места произрастания растений.

4. Молодые генеративные особи ценопопуляции №2 имеют наиболее утолщенную листовую пластинку, и соответственно более вытянутые клетки палисадной паренхимы, расположенной в несколько слоев.

**Табл. 2.** Морфометрические показатели листовой пластинки *Ferula iliensis*.**Table 2.** Morphometric results for *Ferula iliensis* leaf blade.

№ ценопопуляции	Толщина листовой пластинки, мкм	Толщина эпидермиса, мкм		Толщина палисадного мезофилла, мкм	Толщина склеренхимы, мкм	Диаметр проводящих пучков, мкм
		верхний	нижний			
1	196,95±3,87	11,54±2,42	12,56±2,36	78,23±5,63	73,81±4,35	45,93±3,82
2	216,94±5,24	12,15±2,33	13,43±3,39	88,46±3,74	74,57±5,04	68,65±4,52
3	200,13±5,82	12,66±1,67	12,11±2,48	83,56±5,98	82,76±6,63	63,74±4,95

### Цитируемые источники

**БАРЫКИНА Р.П. и др. 2004.** Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Изд-во МГУ, Москва.

**ГОЛУБЕВ В.Н., МОЛЧАНОВ Е.Ф. 1978.** Методические указания к количественному и эколого-биологическому изучению редких и исчезающих и эндемичных растений Крыма. ГНБС, Ялта.

**ЗАУТОЛЬНОВА Л.Б. 1982.** Методика изучения ценопопуляций редких видов растений с целью оценки их состояния. *Охрана растительных сообществ редких и находящихся под угрозой исчезновения экосистем (Мат. I всесоюз. конф., Москва, 19 октября – 2 ноября 1981 г.):* 74–76.

**ПЕРМЯКОВ А.И. 1988.** Микротехника. Изд. МГУ, Москва.

**ПРОЗИНА М.Н. 1960.** Ботаническая микротехника. Изд. МГУ, Москва.

**РАБОТНОВ Т.А. 1978.** Структура и методы изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений. *Экология* 2: 5–13.

**САФИНА А.К., ПИМЕНОВ М. Г. 2012.** Ферула Средней Азии и Казахстана. Наука, Алматы.

**УРАНОВ А.А. 1973.** Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений. *Тез. докл.V делегатского съезда ВБО (Киев, 1973):* 2–14.

## ANATOMICAL RESEARCH OF VEGETATIVE ORGANS OF THE *FERULA ILIENSIS* KRASN. EX KOROV, THE RARE AND ENDEMIC SPECIES

AYGUL AKHMETOVA \*, NASHTAY MUKHITDINOV, ALIBEK YDYRYS

**Abstract.** There are represented the results of analysis of anatomical characteristics of overground vegetative organs of a rare and endemic species of *Ferula iliensis* which was investigated in three separated cenopopulations. As a result of research, high development of the mechanical and assimilatory tissues which are located in peripheral layers of the stem just under the epidermis for the individuals from a cenopopulation Nr.3 was revealed. Moreover, the individuals from a cenopopulation Nr.2 have more extended cells of the palisade parenchyma located in several layers, and respectively, the most thick leaf blades.

**Key words:** *Ferula iliensis*, endemic, cenopopulation, stem, leaf, anatomy

Al-Farabi Kazakh national university, 71 al-Farabi av., Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan; \* Aygul.Akhmetova@kaznu.kz