

М.Ж. Каирова^{1*}, А.А. Шорманова², Г.Т. Ситпаева²

¹Астанинский ботанический сад – Филиал РГП ИБФ, Казахстан, г. Астана

²РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: markaigai@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ *FERULA FOETIDA* (BUNGE) REGEL, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ГОРАХ ХАН-ТАУ

Наиболее важное значение для народной и официальной медицины имеет *Ferula foetida* (Bunge) Regel (1877), произрастающий в природных условиях Казахстана. Данное лекарственное растение распространено в пяти различных областях Казахстана. В связи с незаконными заготовками и низкой семенной репродукцией, в некоторых регионах *F. foetida* отнесена к исчезающему виду. На территории Шу-Илейского низкогорья, близ гор Хан-Тау, недалеко от одноименного аула, в 377 км от города Алматы, нами обнаружены природные популяции ферулы вонючей. Определение точного местоположения растительных объектов проводили через спутниковую систему глобального позиционирования (Global Positioning System). С помощью программы GoogleMyMap разработана карта метонахождения хантауской популяции.

Впервые представлены результаты измерений количественных признаков вегетативной части ферулы хантауской популяции. В среднем высота растений ферулы составила $36,9 \pm 7,26$ см, ширина прикорневой розетки листьев $107,6 \pm 22,45$ см. Общее количество прикорневых листьев было $7,0 \pm 1,71$ см, а их ширина и длина $63,4 \pm 11,27$ см и $61,1 \pm 9,86$ см, соответственно. Длина корневой системы растений ферулы в среднем составила $204,2 \pm 55,82$ см, тогда как длина реповидного корневища $33,4 \pm 6,58$ см.

Именно из утолщенного корневища, выделяется смола, которая используется в пищевых целях. Диаметр реповидной части корня был в среднем $19,3 \pm 6,83$ см. Сырая масса модельных экземпляров корня варьировала в пределах 1,61–7,75 кг. Средняя урожайность сырого сырья хантауской популяции ферулы составила 469 кг/га. Несмотря на незначительный размер исследуемой популяции, представляются перспективными дальнейшие исследования всех 10 районов для оценки общих запасов лекарственной ферулы Жамбылской области, которые также, как и Туркестанские популяции подвергаются незаконным заготовкам и вывозу за пределы нашей Республики.

Ключевые слова: *Ferula* L., исчезающий вид, лекарственное растение, сырье, корневище.

M. Kairova^{1*}, A. Shormanova², G. Sitpayeva²

¹Botanical garden of Astana city, Kazakhstan, Astana

²Institute of Botany and Phytointroduction, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: markaigai@mail.ru

Studying *Ferula Foetida* (Bunge) Regel population distributed near to Khan-Tau mountains

The *Ferula foetida* species (Bunge) Regel (1877) growing in the natural conditions of Kazakhstan is the most important for traditional and official medicine. This medicinal plant is distributed in five different regions. The *F. foetida* is classified as an endangered species in some regions because of its illegal harvesting and low seed reproduction. On the territory of the Shu-Ile lowlands, we discovered natural ferula populations near the Khan-Tau mountains, not far from same named village, and in 377 km far from Almaty. Determination of the exact location of plant objects was carried out through the satellite Global Positioning System. A map of location of the Khantau population was developed by the Google-MyMap program

For the first time, measurement results of quantitative traits of vegetative part of the Khantau population are presented. On average, the height of ferula was 36.9 ± 7.26 cm, the width of basal leave rosette was 107.6 ± 22.45 cm. The total number of rosette leaves was 7.0 ± 1.71 cm, and their width and length were 63.4 ± 11.27 cm and 61.1 ± 9.86 cm, respectively. The length of ferula root system was 204.2 ± 55.82 cm in average, while the length of turnip rhizome was 33.4 ± 6.58 cm.

The resin is released from this thickened rhizome, and common using for food. The diameter of the turnip-shaped root was on average 19.3 ± 6.83 cm. The fresh weight of model root specimens was varying from 1.61 to 7.75 kg. The average yield of the raw material from Khantau population was 469 kg/ha.

Despite the small size of studied population, further studies of all 10 districts seem promising to assess the total reserves of medicinal ferula in the Zhambyl region, which, like the Turkestan populations, are subject to illegal procurement and export outside our Republic.

Key words: *Ferula L.*, endangered species, medicine plant, raw material, rhizome.

М.Ж. Каирова^{1*}, А.А. Шорманова², Г.Т. Ситпаева²

¹Астана ботаникалық бақ ҚР ЭТРМ ОШЖДК БФИ РМКның филиалы. Қазақстан, Астана қ.
²РГП ҚР ЭТРМ ОШЖДК Ботаника және фитоинтродукция институты РМК, Қазақстан, Алматы қ.
*e-mail: markagai@mail.ru

Хан-Тай тауларының жанында өсетін *Ferula Foetida* (Bunge) Regel популяциясын зерттеу

Қазақстанның табиғи жағдайында өсетін *Ferula foetida* (Bunge) Regel (1877) халықтық және ресми медицина үшін аса маңызды мәнге ие. Бұл дәрілік өсімдік Қазақстанның түрлі бес облысында таралған. Заңсыз егін жинауға және тұқымның аз көбеюіне байланысты кейбір аймақтарда *F.foetida* жойылып кету қаупі төнген түрге жатады. Шу-Іле аласа тауларының аумағында, Хан-Тай тауларының жанында, аттас ауылдың айналасында, Алматы қаласынан 377 шақырым жерде, біз сасық ферула өсімдігінің табиғи популяциясын таптық. Өсімдік объектілерінің нақты орналасуын анықтау Ғаламдық позициялау спутниктік жүйесі (Global Positioning System) арқылы жүргізілді. GoogleMyMap бағдарламасының көмегімен Хантау популяциясының таралу аймағының картасы жасалды.

Алғаш рет ферула Хантау популяциясының вегетативті бөлігінің сандық белгілерін өлшеу нәтижелері ұсынылды. Ферула өсімдіктерінің орташа биіктігі $36,9 \pm 7,26$ см, базальды жапырақ розеткасының ені $107,6 \pm 22,45$ см болды. базальды жапырақтардың жалпы саны сәйкесінше $7,0 \pm 1,71$ см және ені мен ұзындығы $63,4 \pm 11,27$ см және $61,1 \pm 9,86$ см болды. Ферула өсімдіктерінің тамыр жүйесінің ұзындығы орта есеппен $204,2 \pm 55,82$ см, ал репа тамырының ұзындығы $33,4 \pm 6,58$ см болды. Бұл жуан тамырдан тамақ үшін қолданылатын шайыр бөлінеді. Тамырдың шалқан бөлігінің диаметрі орта есеппен $19,3 \pm 6,83$ см болды. Тамырдың үлгілік кептірілмеген ылғалды массасы $1,61-7,75$ кг аралығында өзгерді. Хантау ферула популяциясының кептірілмеген шикізатының орташа өнімділігі 469 кг/га құрады. Зерттелетін популяцияның шамалы мөлшеріне қарамастан, Жамбыл облысының дәрілік феруласының жалпы қорын бағалау үшін барлық 10 ауданды одан әрі зерттеу өте маңызды болып саналады, себебі Түркістан аймағында өсетін Ферула популяциясын біздің Республикамызда заңсыз дайындалып және шет елдерге шығарылып жатыр.

Түйін сөздер: *Ferula L.*, жойылып бара жатқан түрлер, дәрілік өсімдік, шикізат, тамыр.

Сокращения и обозначения

км – километр, см – сантиметр, кг – килограмм, га – гектар, CV – коэффициент вариации

Введение

Род *Ferula* Tourn. ex L. принадлежит к семейству *Apiaceae* Lindl. (гетеротипный синоним *Umbelliferae* Juss.) [1]. При этом, установлено, что из зонтичных род ферула является наиболее представленным в Средней Азии и Казахстане [2]. Некоторые авторы выделяют в пределах этого рода 140 видов, тогда как в международной электронной базе Plants of the World Online (powo.science.kew.org) указывается на 221 таксонов [3]. Согласно сводке С.К. Черепанова в пределах территории бывшего СССР встречаются 105 видов ферул [1]. В Иране встречаются около 30 видов, а в нашей флоре более 47 таксонов ферулы [4, с. 385-416]. Краснокнижными в Казахстане считаются *F. gla-*

berrima Korov., *F. iliensis* Krasn., *F. involucria* Korov., *F. leucographa* Korov., *F. sugatensis* Bajt., *F. taucumica* Bajt., *F. xeromorpha* Korov. [5, 6].

Наиболее важное значение имеет *F. foetida* (Bunge) Regel (1877), произрастающий в природных условиях Ирана, Афганистана, Казахстана, Киргизии, Пакистана, Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана. Ферула имеет диплоидный набор хромосом ($2n = 2x = 22$) [7]. Отечественными учеными проведено изучение анатомического строения листьев и корней ферулы вонючей различных популяций [8]. Тогда, как с помощью SCoT, SRAP и ISSR маркеров обнаружено генетическое разнообразие и наличие потока генов между популяциями *F. asafoetida* [9-11]. Изучение генетического разнообразия и структуры небольших популяций исчезающих видов ферулы необходимо для их сохранения и управления их численностью [12].

Ферула вонючая входит в Государственный реестр лекарственных растений Казахстана [13].

В традиционной медицине используется полученная из корней ферулы маслянистая смола, обладающая спазмолитическим, ароматическим, седативным, анальгетическим, противовоспалительным и другими свойствами [14]. Ароматические смолы выделяются из массивных корней ферулы и известны под названием асса-фетида [4]. В медицинских целях также используется надземная часть ферулы, например, в Узбекистане на основе листьев и стеблей *Ferula kuhistanica* Eug. Kog. получен эстрогенный препарат Куфэстрол [15].

Ранее запасы сырья *F. foetida*, произрастающей на территории Казахстана, определялись при ресурсоведческих исследованиях [16]. По мнению некоторых исследователей, наиболее продуктивные заросли ферулы сосредоточены в Южно-Казахстанской области (ныне Туркестанской) [17].

Учеными-ботаниками ежегодно проводятся ресурсные исследования, но нет данных по изучению биологических особенностей *F. foetida* на уровне различных популяций, обеспечивающих его стабильность и устойчивость в природе. Хотя тщательное изучение и описание морфологических признаков растений приводит к открытию новых видов [18]. Проведено изучение морфологической изменчивости разновозрастных особей двух популяций краснокнижного вида *F. iliensis* Krasn. ex Korov. [19]. При изучении трех природных популяций иранского эндемика *F. cupularis* (Boiss.) Spalik et S. R. Downie, показана, что только одна из них содержит наибольшее количество эфирных масел и обладает высокой антиоксидантной активностью [20].

В некоторых регионах, *F. foetida*, относится к исчезающему виду, так как в природе редко встречается в виду плохого завязывания семян, а также ежегодных незаконных заготовок (www.kazpravda.kz). Целью исследования является изучение морфометрических показателей хантауской популяции ферулы вонючей и определение ее запасов.

Материалы и методы

Проведено маршрутно-рекогносцировочное обследование Шуского и Мойынкумского районов Жамбылской области. Определение точного местоположения растительных объектов проводили через спутниковую систему глобального позиционирования (Global Positioning System). Карта разработана с помощью программы GoogleMyMap (<https://www.google.com/maps/>).

Таксономические наименования семейств, родов и видов оформлены согласно первоисточникам [1]. Запасы лекарственного растения определяли по общепринятой методике [21]. В ходе экспедиции проведено обучение молодых специалистов Уразалиной А. и Билибаевой Б.К. методике определения запасов лекарственных растений с закладкой учетных делянок. Обработка количественных данных проводилась статистическими методами и программы Microsoft Excel [22].

Результаты и обсуждение

В рамках экспедиции в Жамбылскую область проведено маршрутное обследование Шуского и Мойынкумского районов. Близ гор Хан-Тау, недалеко от одноименного аула, в 377 км от города Алматы, на высоте 485-556 м ±3м, с координатами N44°15'44'' E73°47'5'' и N44°18'33'', E73°44'32'' нами обнаружены природные популяции ферулы вонючей (рисунок 1). Данная территория относится к Шу-Илейскому низкогорью, которое за исключением его северной части, является продолжением северо-западной системы Северного Тянь-Шаня [23].

На рисунке 2 представлена хантауская популяция *Ferula foetida*, произрастающая на глинисто-каменистой почве и имеющая протяженность 2 x 2 км. На этом равнинном участке были заложены 5 учетных делянок, каждая размером 10 x 10 м (рисунок 2Б). Среднее количество растений ферулы на учетной площадке составило 22 ±4,5 штук.

Растения ферулы на момент исследования находились в фазе вегетации, а также цветения-плодоношения (рисунок 3А и 3Б). На рисунке 3, представлены вегетирующие многолетние кусты ферулы с крупными зелеными и желтеющими розеточными листьями, а также экземпляры в фазе цветения, имеющие мощное соцветие зонтик с бледно-желтыми цветками. Как сообщалась ранее, именно на 7-9-ом году жизни ферула образует толстый конусовидный стебель и в этот период развивается прикорневая розетка листьев [24]. Нами отмечено, что кусты ферулы хантауской популяции с крупными соцветиями в фазе бутонизации-цветения, достигают 50-65 см в высоту, а также теряют прикорневые розеточные листья, которые быстро желтеют, засыхают и уносятся ветром в сторону от основного стебля. Тогда как вегетирующие кусты ферулы с крупными розеточными листьями не имеют в центральной части основного прямо стоячего стебля с соцветием.



Рисунок 1 – Карта расположения гор Хантау (Khantau), где произрастает *Ferula foetida*



А



Б

Рисунок 2 – Ферула вонючая А. Популяция у подножья гор, Б. Закладка учетной площади



А



Б

Рисунок 3 – Экземпляры растений ферулы в фазе цветения-плодоношения

Наибольшее практическое значение имеет подземная часть растений *F. foetida*. Из корневища выделяется млечный сок, который застывает на воздухе и превращается в латекс. Смолу ферулы собирают на 8-мой год жизни растения. Поэтому, наряду с измерением биометрических параметров вегетативной части растений, нами проведены замеры размеров и массы корневища ферулы.

Для изучения корневой системы хантауской популяции ферулы проводилась выкопка растений. Размеры ямы-траншеи, необходимой для выкопки целого корневища ферулы достигали 140-160 см в ширину и 50-60 см в глубину (рисунок 4). Корневая система изучаемой популяции имеет разросшийся реповидный корень, расположенный на глубине не более 60 см (рисунок 4 А), но от основания этого корневища отходят расходящиеся и извивающиеся в почве в горизонтальном направлении, очень длинные разветвления. По нашим измерениям,

длина основного корня модельных растений ферулы варьировала в пределах 123-258 см и, в среднем составила $204,2 \pm 55,82$ см, тогда как длина утолщенного корневища была 25-42 см и $33,4 \pm 6,58$ см, в среднем (рисунок 4 Б). Описание морфологических особенностей корней ферулы имеет важное таксономическое значение. Для сравнения, у нового вида ферулы *F. karakumica* Geld. главный стержневой корень имеет несколько расставленных утолщений [18]. Диаметр реповидной части корня хантауской популяции был 12-28 см и в среднем $19,3 \pm 6,83$ см. Сырая масса модельных экземпляров корня ферулы варьировала в пределах 1,61-7,75 кг и в среднем составила $4,69 \pm 2,37$ кг. Известно, что наиболее мощными растения становятся в фазу цветения, но в связи с восстановлением популяций ферулы в природе только семенным способом и плохим их завязыванием, категорически запрещен сбор растений в фазы цветения-плодоношения [17].



А



Б

Рисунок 4 – Размеры ямы-траншеи для выкопки целого корневища растений *F. foetida*

Проведено изучение морфометрических параметров растений ферулы исследуемой популяции, произрастающей у подножья гор Хан-Тау. У хантауской популяции листья прикорневой розетки были крупные, на толстых и коротких черешках, тройчато-рассеченные и многократно перисторассеченными на продолговатые, продолговато-ланцетовидные и ланцетовидные доли. Тогда как стеблевые листья ферулы были значительно меньше, чем прикорневые розеточные. Кроме того, у вегетирующих растений *F.*

foetida имеются верхние листья без пластины, которые собраны в виде плоских и яйцевидных влагалищ [4, с. 385-416].

Результаты измерений количественных признаков вегетативной части *F. foetida* представлены в таблице. Некоторые исследователи указывают, что в фазу отрастания и вегетации высота растений ферулы с розеткой листьев достигает 30 см. В наших исследованиях, высота растений в среднем составила $36,9 \pm 7,26$ см, а ширина прикорневой розетки была $107,6 \pm 22,45$

см. Известно, что число листьев ферулы зависит от возраста особи и может достигать от 7 до 22 штук [17].

Так, нами установлено, что общее количество прикорневых листьев составило $7,0 \pm 1,71$ см, их ширина, а также их длина были $63,4 \pm 11,27$ см и $61,1 \pm 9,86$ см, соответственно. Для оценки степени variability признаков растений нами использован коэффициент вариации CV (coefficient variability). Размах варьирования таких признаков хантауской ферулы, как высота растения, ширина прикорневой розетки листьев, количество листьев, а также их длина и ширина, находился в пределах коэффициента вариации 16,12 – 24,57%. Это соответствует средней величине варьирования количественных признаков [22]. В сравнении с морфометрией вегетативной части ферулы, величина варьирования признаков длины основ-

ного корня, ширины реповидного корневища и сырая масса корневой системы были в пределах 27,33 – 50,50%, что соответствует высокой степени variability. Высокая variability количественных признаков корневой системы хантауской ферулы возможно связана с малой выборкой, при которой в расчет взяты 6-9 модельных экземпляров. Тогда, как при изучении морфометрических параметров вегетативной части *F. foetida*, объем выборки составил 30 индивидуумов (см. таблицу). Однако, несмотря на ограниченное количество модельных образцов корней ферулы, признак длина реповидного корневища имел среднюю variability и соответствовал коэффициенту CV 19,17%. Исследователи изучали морфологическую изменчивость разных популяций *F. iliensis* Krasn. ex Kogov., но не указывалось какой был размер выборки [19].

Таблица 1 – Морфометрические параметры растений хантауской популяции Ферулы вонючей

№ экземпляра	Высота растения, см	Ширина прикорневой розетки листьев, см	Прикорневые листья		
			Количество, шт.	Длина, см	Ширина, см
1	2	3	4	5	6
1	32	116	8	71	62
2	41	126	7	73	53
3	31,5	138	6	88	60,5
4	35	125	6	72	66
5	37	129	9	66	70
6	23,7	79	4	41	43,2
7	26	93	6	65	56
8	43	134	8	81	59
9	35	115	8	63	62
10	38	126	5	74	73
11	35	69	4	54	41
12	35	137	8	72	74
13	45	100	7	73	66
14	43	117	7	74	63
15	33	104	9	63	83
16	33	97	9	54	60
17	52	115	6	64	62
18	37	77	5	59	52
19	46	101	7	57	67
20	30	67	4	40	46
21	51	132	9	69	58
22	37	129	11	67	72
23	52	104	7	63	72
24	27	91	6	53	55

№ экземпляра	Высота растения, см	Ширина прикорневой розетки листьев, см	Прикорневые листья		
			Количество, шт.	Длина, см	Ширина, см
25	36	118	8	66	68
26	34	81	6	54	58
27	35	78	6	48	44
28	28	75	6	45	61
29	39	137	8	69	70
30	37	119	9	64	57
Ср. значение	36,91	107,63	6,97	63,40	61,12

Предварительный анализ популяции, показал, что растения ферулы вонючей произрастали в ассоциации с полынно-злаковой растительностью. Сопутствующими растениями, произрастающими в одном биоценозе с популяцией *Ferula foetida* и наиболее распространенные на территории близ гор Хан-Тай были солянки (например, *Salsola arbusculiformis* Drobow), полыни (*Artemisia* spp.) и мятлики (*Poa* spp.). Наряду с ними, на каштановых, солончаковых и глинистых почвах рассеянно встречаются рогач *Ceratocarpus* sp., бурачок пушистоплодный *Alyssum dasycarpum* Stephan ex Willd., коблер *Bromus* sp., мортук *Eremopyrum* sp., козлобородник *Tragopogon* sp., зизифора *Ziziphora* sp., ковыль киргизский *Stipa kirghisorum* P.A. Smirn., василистник *Thalictrum* sp. Кроме того, встречались единичные экземпляры других растений, таких как василек (*Centaurea pseudocoriacea* Dobrocz.), тмин *Carum carvi* L., виды луков (например, *Allium borszczowii* Regel.).

Заключение

Площадь на которой встречается исследуемая популяция ферулы в Мойынкумском районе Жамбылской области составила 400 га. Средняя урожайность сырого сырья ферулы 469 кг/га. Суммарный эксплуатационный запас сырого сырья на момент маршрутно-рекогностического обследования территории близ гор Хан-Тай составил 18,76 т. Это ниже, чем ежегодные запасы сырья *Ferula foetida* в Мангыстауской области, которые достигают 51 т и выше. Данное лекарственное растение обнаружено еще в 1971 г. в Заилийском Алатау, а также произрастает в Кызылординской области. Кроме этих областей, большие популяции асафетиды (ферулы вонючей) встречаются также в Туркестанской

области, включая Сарыагашский и Отырарский районы, где происходит его незаконный сбор и вывоз (www.kazpravda.kz). Именно в Южно-казахстанской области обнаружены наиболее промысловые заросли ферулы. Их суммарный объем возможной годовой заготовки сырых корней был в 5-6 раз выше, чем у изученной популяции *F. foetida* [17]. Наименьшими объемами заготовки корней ферулы считаются 10 тонн. Однако, кроме Хантауской популяции, данное лекарственное растение встречается, во всех 10 районах Жамбылской области (www.gov.kz). Таким образом, при изучении свойств исследуемой популяции можно сделать заключение, что некоторые количественные признаки вегетативной надземной и подземной частей растений *F. foetida* имеют среднюю вариабельность с коэффициентом вариации 16,12 – 24,57%. Оценка степени изменчивости того или иного таксономически важного признака имеет большое значение для установления его стабильности (константности) в тех или иных условиях произрастания растения и, в целом влияет на устойчивость вида [12, 25]. Ранее изучение морфометрических признаков ферулы Жамбылской области не проводилось, хотя это необходимо для выявления биологических особенностей популяции. Из-за отсутствия клонального размножения, численность репродуктивных растений *F. foetida* сильно зависит от весенне-летних осадков и запасов семян в почве [26, 27]. В целом, дальнейшие исследования всех 10 районов Жамбылской области позволят определить общие запасы лекарственной ферулы и выявить наиболее крупные природные ее популяции. При этом, сохранение вида *F. foetida* напрямую связано с мониторингом генетически различных популяций на исходной природной среде обитания, с уменьшением выпаса скота и антропогенного вмешательства.

Конфликт интересов

Конфликт интересов у авторов статьи отсутствует.

Благодарности

Огромная благодарность водителю УАЗ Жиенбаеву Т.А. за активное участие при проведении маршрутно-рекогносцировочных исследований территории Шуского и Мойынкумского

районов Жамбылской области и при выкопке корневой системы растений ферулы.

Источник финансирования

Научно-исследовательской работа проведена в рамках хозяйственного договора № 23 «Составление ресурсного кадастра важнейших растений лесного фонда Жамбылской области с изданием книги на государственном и русском языках» в 2022 г.

Литература

1. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. Кембридж, 1995. – 518 с.
2. Pimenov M.G. Updated checklist of the Umbelliferae of Middle Asia and Kazakhstan: nomenclature, synonymy, typification, distribution // *Turczaninowia*. – 2020. – 23. – 4:127-257
3. Golmohammadi F. Traditional knowledge and economic importance of *Ferula assa-foetida* in the rural areas of southeastern Iran // *African Journal of plant science*. – 2022. Vol.16(6). – PP. 148-156
4. Флора Казахстана. Т. 6. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. С. 385-414
5. Красная книга Казахской ССР. – Алма-Ата, 1981. – Ч.2. – 264 с. – С. 137-141
6. Пятый национальный доклад Республики Казахстан О биологическом разнообразии. – Астана, 2014. – 148 с.
7. Firoozi N., Karimzadeh Gh., Sabet M.S., Sayadi V. Intraspecific karyomorphological and genome size variations of in vitro embryo derived Iranian endemic *Asafoetida* (*Ferula assa-foetida* L., Apiaceae) // *Caryologia*, 2022. – 75(4). – PP. 111-121, <https://doi.org/10.36253/caryologia-1721>
8. Сагындыкова М.С., Иманбаева А.А. Изучение анатомического строения *Ferula foetida* разного возрастного состава и происхождения // *Вестник КарГУ. Серия «Биология. Медицина. География»*. – 2020. – № 1(97) – С. 73-78
9. Tajbakht P., Talebi M., Rahimmalek M. Genetic diversity among and within *Ferula asafoetida* H. Karst. populations using molecular and phytochemical markers // *Phytochemistry*. 2018. – 155:19-29. doi: 10.1016/j.phytochem.2018.07.004.
10. Sadeghi R., Omidi M., Azizinezhad R., Etmianan A., Badi H.N. Evaluation of structure and genetic diversity of wild populations of *Ferula assa foetida* L. medicinal plant using ISSR molecular marker // *MGJ*, 2021. – Vol. 16. – Issue 4. – PP. 309-319. <http://mg.genetics.ir/article-1-1708-en.html>.
11. Hossein Jafari S., Sepehry A., Soltanloo H., Karimian A.A. Genetic differentiation between bitter and sweet *asafetida* plants using ISSR markers. // *Mol. Biol. Rep.*, 2019. – 46(1):1069-1078. doi: 10.1007/s11033-018-4565-1.
12. Yang L., Hisoriev H., Kurbonova P., Boboev M., Bobokalonov K., Feng Y., Li W. High genetic diversity and low differentiation of endangered *Ferula tadshikorum* Pimenov in Tajikistan // *Global Ecology and Conservation*. – 2021. – Vol. 28. – e01627. – <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01627>
13. Государственный реестр лекарственных средств Республики Казахстан, 2013: // Перечень лекарственных средств, зарегистрированных и разрешенных к применению и производству МЗ РК. URL: <http://www.adilet.zan.kz>
14. Sirizi M.A.G., Alizadeh Ghalenoei J., Allahtavakoli M., Forouzanfar H., Bagheri S.M. Anticancer potential of *Ferula assa-foetida* and its constituents, a powerful plant for cancer therapy. // *World J. Biol. Chem.* – 2023. – 14(2):28-39. doi: 10.4331/wjbc.v14.i2.28.
15. Маматханова М.А., Ахмедова Х., Котенко Л.Д., Халилов Р.М., Жауынбаева К.С., Маликова М.Х., Рахманбердыева Р.К., Маматханов А.У. Стандартизация надземной части *Ferula kuhistanica* // *Фармацевтический вестник Узбекистана*. – 2017. – Вып. 4. – С. 18-23
16. Гемеджиева Н.Г. Анализ видового и ресурсного потенциала лекарственной флоры Казахстана // *Мат. XIV междунар. науч.-практ. конф. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2012. – С. 173-181
17. Гемеджиева Н.Г., Кузьмин Э.В. Современное состояние ценопопуляций *Ferula foetida* в Южном Казахстане // *Материалы II Междунар. науч. конф. Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы (20–22 октября 2015 г.)* // Новосибир. гос. аграр.ун-т. – Новосибирск, ИЦ Новосибирского ГАУ «Золотой колос», 2015. – С. 9-12
18. Павленко А.В. *Ferula karakumica* (Apiaceae) – новый вид из Туркменистана // *Новости систематики высших растений*. – 2019. – 50: 141-147
19. Абидулова К.Т., Мухитдинов Н.М., Аметов А.А., Тыныбеков Б.М. Морфологическая характеристика разновозрастных особей *Ferula iliensis* Krasn. ex Korov // *Вестник КазНУ. Серия экологическая*. – 2012. – №3 (35). – С. 22-26
20. Narimani R., Tarakemeh A., Moghaddam M., Sourestani M.M. Phytochemical Variation within Aerial Parts of *Ferula cupularis* Populations, an Endangered Medicinal Plant from Iran // *Chem Biodivers.* – 2021. – 18(12): e2100551. doi: 10.1002/cbdv.202100551
21. Методика определения запасов лекарственных растений / Госкомитет СССР по лесному хозяйству и Минмедбиопром. – М., 1986. – 51 с.

22. Жуков А.А., Минец Л.М. Биометрия. Описательная статистика: пособие / Минск: БГУ, 2019. – Ч.1. – 100 с.
23. Дуйсенбаева Т.Н. Краткая характеристика природных условий Шу-Илейских гор // История и Археология Семиречья. – 2020. – Вып. 7. – С. 7-21
24. Сафина Л.К. Ферулы Средней Азии и Казахстана. – Алматы, 2012. – 243 с.
25. Стрионова О.В. Изменчивость морфологических признаков *Veronica spicata* L. на Юго-востоке Украины // Промышленная ботаника. – 2003. – Вып. 3. – С. 64-67
26. Lendvay B., Kalapos T. Population dynamics of the climate-sensitive endangered perennial *Ferula sadleriana* Ledeb. (Apiaceae) // *Plant Species Biology*. – 2012. – Vol. 29. – Issue 2. – PP. 138-151. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12003>
27. Rahali F.Z., Lamine M., Gargouri M., Rebey I.B., Hammami M., Sellami I.H. Metabolite profiles of essential oils and molecular markers analysis to explore the biodiversity of *Ferula communis*: Towards conservation of the endemic giant fennel. // *Phytochemistry*. 2016. – 124:58-67. doi: 10.1016/j.phytochem.2016.01.012.

References

1. Abidkulova K.T., Mukhitdinov N.M., Ametov A.A., Tynybekov B.M. Morfologicheskaya kharakteristika raznovozrastnykh osobey *Ferula iliensis* Krasn. eks Korov // *Vestnik KazNU. Seriya ekologicheskaya*. – 2012. – №3 (35). – С. 22-26 [in Russian] (Абидкулова К.Т., Мухитдинов Н.М., Аметов А.А., Тыныбеков Б.М. Морфологическая характеристика разновозрастных особей *Ferula iliensis* Krasn. ex Korov // *Вестник КазНУ. Серия экологическая*. №3 (35). 2012)
2. Cherepanov S.K. (1995) *Vascular plants of Russia and adjacent states*. Cambridge, 518 p. [in Russian]
3. Duysenbayeva T.N. Kраткая kharakteristika prirodnykh usloviy Shu-Ileyskikh gor // *Istoriya i Arkheologiya Semirech'ya*. – 2020. – Вып. 7. – С. 7-21 [in Russian] (Дуйсебаева Т.Н. Short description of nature conditions of Shu-Ile mountains // *History and Archeology of Semirechye*. – 2020. – Vol. 7. – PP. 7-21 (Дуйсенбаева Т.Н. Краткая характеристика природных условий Шу-Илейских гор // *История и Археология Семиречья*. – 2020. – Вып. 7. – С. 7-21)
4. The Fifth National Report of the Republic of Kazakhstan on Biological Diversity (2014) – Astana, – 148 p. [in Russian]
5. Firoozi N., Karimzadeh Gh., Sabet M.S., Sayadi V. Intraspecific karyomorphological and genome size variations of in vitro embryo derived Iranian endemic *Asafoetida* (*Ferula assa-foetida* L., Apiaceae) // *Caryologia*, 2022. – 75(4). – PP. 111-121, <https://doi.org/10.36253/caryologia-1721>
6. *Flora Kazakhstana* (1963). Alma-Ata: Nauka. – Vol.6. – PP. 385-414 [in Russian]
7. Gemedzhieva N.G. Analiz vidovogo i resursnogo potentsiala lekarstvennoy flory Kazakhstana // *Mat. XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*. – Barnaul: Izd-vo AltGU, 2012. – С. 173-181 [in Russian] (Гемеджиева Н.Г. Analysis of specific and resource potential of the medicinal flora of Kazakhstan // *Mat. XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*. – Barnaul: Izd-vo AltGU, 2012. – P. 173-181)
8. Gemedzhieva N.G., Kuz'min E. V. Sovremennoye sostoyaniye tsenopopulyatsiy *Ferula foetida* v Yuzhnom Kazakhstane // *Materialy II Mezhdunar. nauch. konf. Lekarstvennyye rasteniya: fundamental'nyye i prikladnyye problemy* (20–22 oktyabrya, 2015) // *Novosib. gos. agrar.un-t. – Novosibirsk, ITZ Novosibirskogo GAU «Zolotoy kolos», 2015. – С. 9-12 [in Russian]*
9. Golmohammadi F. Traditional knowledge and economic importance of *Ferula assa-foetida* in the rural areas of southeastern Iran // *African Journal of plant science*. – 2022. – Vol.16(6). – PP. 148-156
10. Gosudarstvennyy reyestr lekarstvennykh sredstv Respubliki Kazakhstan, 2013: // *Perechen' lekarstvennykh sredstv, zaregistrirovannykh i razreshennykh k primeneniyu i proizvodstvu MZ RK*. URL: <http://www.adilet.zan.kz>
11. Hossein Jafari S., Sepehry A., Soltanloo H., Karimian A.A. Genetic differentiation between bitter and sweet asafetida plants using ISSR markers. // *Mol Biol Rep*. – 2019. – 46(1):1069-1078. doi: 10.1007/s11033-018-4565-1
12. *Krasnaya kniga Kazakhskoi SSR*. (1981) Alma-Ata: Kainar, Part 2. – 264 p. – PP. 137-141 [in Russian]
13. Lendvay B., Kalapos T. Population dynamics of the climate-sensitive endangered perennial *Ferula sadleriana* Ledeb. (Apiaceae) // *Plant Species Biology*. – 2012. – Vol. 29. – Issue 2. – PP. 138-151. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12003>
14. Mamatkhanova M.A., Akhmedova Kh., Kotenko L.D., Khalilov R.M., Zhaiynbayeva K.S., Malikova M.Kh., Rakhmanberdiyeva R.K., Mamatkhanov A.U. Standartizatsiya nadzemnoy chasti *Ferula kuhistanica* // *Farmatsevticheskiy vestnik Uzbekistana*. – 2017. – Вып. 4. – С. 18-23 (Mamatkhanova M.A., Akhmedova Kh.Kh., Kotenko L.D., Khalilov R.M., Zhaiynbaeva K.S., Malikova M.Kh., Rakhmanberdiyeva R.K., Mamatkhanov A.U. Standartisation of aerial part of *Ferula kuhistanica* // *Pharmaceutical bulletin of Uzbekistan*. – 2017. – Vol. 4. – С. 18-23) [in Russian]
15. Metodika opredeleniya zapasov lekarstvennykh rasteniy / Goskomitet SSSR po lesnomu khozyaystvu i Minmedbioprom. – М, 1986. – 51 s. (Methodology for determining reserves of medicinal plants / USSR State Committee for Forestry and the Ministry of Med. Bioprom – Moscow, 1986. – 51 p.) [in Russian]
16. Narimani R., Tarakemeh A., Moghaddam M., Sourestani M.M. Phytochemical Variation within Aerial Parts of *Ferula cupularis* Populations, an Endangered Medicinal Plant from Iran // *Chem Biodivers*. – 2021. – 18(12): e2100551. doi: 10.1002/cbdv.202100551
17. Pavlenko A.V. *Ferula karakumica* (Apiaceae) – novyy vid iz Turkmenistana // *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy*. – 2019. – 50: 141-147 (Павленко А.В. *Ferula karakumica* (Apiaceae) – новый вид из Туркменистана // *Новости систематики высших растений*. – 2019. – 50: 141-147) [in Russian]
18. Pimenov M.G. Updated checklist of the Umbelliferae of Middle Asia and Kazakhstan: nomenclature, synonymy, typification, distribution // *Turczaninowia*. – 2020. – 23. – 4:127-257

19. Rahali F.Z., Lamine M., Gargouri M., Rebey I.B., Hammami M., Sellami I.H. Metabolite profiles of essential oils and molecular markers analysis to explore the biodiversity of *Ferula communis*: Towards conservation of the endemic giant fennel. // *Phytochemistry*. 2016. – 124:58-67. doi: 10.1016/j.phytochem.2016.01.012.
20. Sadeghi R., Omidi M., Azizinezhad R., Etminan A., Badi H.N. Evaluation of structure and genetic diversity of wild populations of *Ferula assa foetida* L. medicinal plant using ISSR molecular marker // *MGJ*, 2021. – Vol. 16. – Issue 4. – PP. 309-319. <http://mg.genetics.ir/article-1-1708-en.html>
21. Sagyndykova M.S., Imanbayeva A.A. Izucheniye anatomicheskogo stroeniya *Ferula foetida* raznogo vozrastnogo sostava i proiskhozhdeniya // *Vestnik KarGU. Seriya «Biologiya. Meditsina. Geografiya»*. – 2020. – № 1(97). – S. 73-78 [in Russian]
22. Safina L.K. *Feruly Sredney Azii i Kazakhstana*. – Almaty, 2012. – 243 s. (Safina L.K. (2012) *Ferules of Central Asia and Kazakhstan*. – Almaty, 2012. – 243 p.) [in Russian]
23. Sirizi M.A.G., Alizadeh Ghalenoei J., Allahtavakoli M., Forouzanfar H., Bagheri S.M. Anticancer potential of *Ferula assa foetida* and its constituents, a powerful plant for cancer therapy. // *World J. Biol. Chem.* – 2023. – 14(2):28-39. doi: 10.4331/wjbc.v14.i2.28
24. Strionova O.V. Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov *Veronica spicata* L. na Yugo-vostoke Ukrainy // *Promyshlennaya botanika*. – 2003. – Vyp. 3. – S. 64-67 [in Russian]
25. Tajbakht P., Talebi M., Rahimmalek M. Genetic diversity among and within *Ferula asafoetida* H. Karst. populations using molecular and phytochemical markers // *Phytochemistry*. 2018. – 155:19-29. doi: 10.1016/j.phytochem.2018.07.004
26. Yang L., Hisoriev H., Kurbonova P., Boboev M., Bobokalonov K., Feng Y., Li W. High genetic diversity and low differentiation of endangered *Ferula tadshikorum* Pimenov in Tajikistan // *Global Ecology and Conservation*. – Volume 28. – 2021, e01627. – <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01627>
27. Zhukov A.A., Minets L.M. *Biometriya. Opisatel'naya statistika: posobiye* / Minsk: BGU, 2019. – Ch.1. – 100 s. [in Russian]