

Анатомо-морфологическое исследование корней видов рода *Iris* из природных популяций Юго-Восточного Казахстана

Anatomical and morphological study of the roots of species of the genus *Iris* from natural populations of southeastern Kazakhstan

Рамазанова М. С.¹, Курбатова Н. В.², Гемеджиева Н. Г.¹, Алдасугурова Ч. Ж.²

Ramazanova M. S.¹, Kurbatova N. V.², Gemejiyeva N. G.¹, Aldassugurova Ch. J.²

¹ Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы, Казахстан. E-mail: ngedmed58@mail.ru

¹ Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan

² Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан. E-mail: kurbatova_nv77@mail.ru

² Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Реферат. Дикорастущие виды рода *Iris* L. – многолетние корневищные растения, более известные декоративными свойствами, перспективны и как источники лекарственного сырья. Ирисы содержат эфирное масло, изофлавоноиды, флавоноиды, каротиноиды, различные органические кислоты и дубильные вещества. Корневища некоторых ирисов оказывают иммуномодулирующее, противовоспалительное, антиоксидантное, тонизирующее действие, проявляют противовирусную, акарицидную, антифунгальную активность. Из 11 ирисов Юго-Восточного Казахстана, произрастающих в пределах Алматинской административной области в различных экологических условиях (от предгорий и склонов гор Северного Тянь-Шаня до пустынной территории Балхаш-Алакольской котловины), лекарственными и декоративными свойствами характеризуются 6 видов: *Iris alberti*, *I. lactea*, *I. ruthenica*, *I. sogdiana*, *I. songarica*, *I. tenuifolia*.

Объектами исследований явились 3 дикорастущих вида р. *Iris* L., произрастающих на юго-востоке Казахстана. Цель исследований: сравнительное анатомо-морфологическое исследование корней видов: *Iris alberti* Regel (1, 2 популяции), *I. pallasii* Fisch. ex Trevir., *I. sogdiana* Bunge из природных популяций Юго-Восточного Казахстана. Полевые исследования дикорастущих популяций видов р. *Iris* проводились маршрутно-рекогносцировочным методом. При описании растительных сообществ с участием объектов исследования использовали геоботанические методы. Микроскопические исследования корней проводили общепринятыми методами. В результате анатомо-морфологического исследования корней 3 видов ириса из природных популяций Юго-Восточного Казахстана установлено, что выраженные мезофитные особенности анатомической структуры вида растения связаны с увеличением показателей диаметра центрального цилиндра и диаметра сосудов ксилемы. Наибольшая степень развития проводящей ткани указывает на повышенный градиент увлажнения мест произрастания вида. Выраженная толщина первичной коры свидетельствует о наличии ксерофитных особенностей анатомического строения вида. Полученные данные свидетельствуют о взаимосвязи особенностей первичного анатомического строения корня вида с экологическими условиями произрастания растения.

Ключевые слова. Анатомо-морфологические исследования, популяция, Юго-Восточный Казахстан, *Iris* L.

Summary. Wild-growing species of the genus *Iris* L. are perennial rhizomatous plants better known for decorative properties and promising plants as sources of medicinal raw materials. Irises contain essential oil, isoflavones, flavonoids, carotenoids, various organic acids, and tannins. The rhizomes of some irises have an immunomodulatory, anti-inflammatory, antioxidant, tonic effect, exhibit antiviral, acaricidal, antifungal activity. Medicinal and ornamental properties characterized by six species *I. alberti*, *I. lactea*, *I. ruthenica*, *I. sogdiana*, *I. songarica*, *I. tenuifolia* out of 11 irises from southeast of Kazakhstan which grow within Almaty administrative region in different ecological conditions (from foothills and mountain slope North Tian Shan up to steppe zones of Balkhash Alakol basin). The objects of research were 3 wild species of *Iris* L., growing in the southeast of Kazakhstan. The goal of this research is a comparative anatomical and morphological study of the roots of species *Iris alberti* Regel (1, 2 populations), *I. pallasii* Fisch. ex Trevir., *I. sogdiana* Bunge from natural populations of southeastern Kazakhstan. Field studies of wild populations of the *Iris* species were carried out by the route-reconnaissance method. Geobotanical methods were used to describe plant communities with the participation of research objects. Microscopic studies of the roots were carried out by conventional procedure. As a result of the anatomical and morphological study, we found that pronounced mesophytic features of the anatomical structure of the plant species are associated with an increase in the diameter of the central cylinder and the diameter of the xylem

vessels. The highest degree of development of conducting tissue indicates an increased moisture gradient. The pronounced thickness of the primary cortex indicates the presence of xerophytic features of the anatomical structure. These results indicate the relationship between the ecological conditions of the studied *Iris* species growth and features of a primary anatomical structure of its root.

Key words. Anatomical and morphological studies, *Iris* L., population, southeastern Kazakhstan.

Род *Iris* L. (сем. Iridaceae Juss.) представлен во флоре Казахстана 19(22)-ю видами с 3 редкими (*Iris alberti* Regel, *I. ludwigii* Maxim, *I. tigridia* Bunge) (Поляков, 1958; Абдулина, 1999; Байтенов, 2001; Красная книга ..., 2014). Дикорастущие ирисы – многолетние корневищные растения, более известные декоративными свойствами, перспективны и как источники лекарственного сырья. В народной медицине применяются 8 казахстанских видов ириса, у которых в качестве сырья используют все растение или подземную часть (Аннотированный список ..., 2014). Ирисы содержат эфирное масло, изофлавоноиды, флавоноиды, каротиноиды, различные органические кислоты и дубильные вещества. Корневища некоторых ирисов оказывают иммуномодулирующее, противовоспалительное, антиоксидантное, тонизирующее действие, проявляют антивирусную, акарицидную, антифунгальную активность (Распространенные ресурсы ..., 1994, 2014; Дикорастущие полезные ..., 2001).

Из 11 ирисов Юго-Восточного Казахстана, произрастающих в пределах Алматинской административной области в различных экологических условиях (от предгорий и склонов гор Северного Тянь-Шаня до пустынной территории Балхаш-Алакольской котловины), лекарственными и декоративными свойствами характеризуются 6 видов: *I. alberti*, *I. lactea*, *I. ruthenica*, *I. sogdiana*, *I. songarica*, *I. tenuifolia*.

Объектами исследований явились дикорастущие виды: *Iris alberti* Regel, *I. pallasii* Fisch. ex Trevir. (син. *I. iliensis* Pojark., *I. haematophylla* Fisch. ex Link.) (Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/20789.html>), *I. sogdiana* Bunge (син. *I. halophila* var. *sogdiana* (Bunge) Skeels) (Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/20820.html>), произрастающие на юго-востоке Казахстана.

Цель исследований: сравнительное анатомо-морфологическое исследование корней 3-х видов: *Iris alberti* (1, 2 популяции), *I. pallasii*, *I. sogdiana*.

Краткое описание исследуемых видов приведено по флоре Казахстана (Поляков, 1958).

Iris alberti Regel (ирис Альберта, Альберт құртқашасы (каз.)) – травянистый многолетник высотой 20–40 см с толстым ползучим корневищем, крупными цветками и широкими прямостоячими, сизовато-зелеными листьями. Наружные доли околоцветника сине-фиолетовые, бородка желтая, внутренне доли околоцветника вверху почти округлые, к основанию сужены в желобчатый ноготок. Коробочка почти шаровидная, без заметных граней. Семена бурые, полукруглые, сжатые с боков. Цветет в апреле – мае. Растет по разнотравным склонам предгорий.

Эндемик Заилийского Алатау. Занесен в Красную книгу Казахстана (Иващенко и др., 2014).

Iris pallasii Fisch. Ex Trevir. (ирис Палласа, шиклдак (каз.)) – травянистый многолетник высотой 30–40 см с толстым корневищем со шнуровидными мочками, несущем стебли и пучки прикорневых листьев. Листья серовато-зеленые, линейные, прямые, длинно заостренные, равны или обычно превышают стебли. Наружные доли околоцветника отогнутые, бледно-синие или голубоватые, с лиловыми жилками, на верхушке тупо закругленные, внутренние доли немного короче и уже наружных. Коробочка удлинненно-овальная, 6-гранная, с длинным носиком до 5 мм. Семена темно-бурые, почти шаровидные, слегка сжатые и оттянутые в короткий носик. Цветет в мае – июне. Растет на солончаковых лугах, около песков. Встречается в Прибалхашье, на хребтах Терской Алатау, Кетмень.

Iris sogdiana Bunge (ирис согдийский, токылдак құртқашаш (каз.)) – травянистый многолетник высотой 20–40 см с толстым корневищем и с 3–5 ланцетными заостренными, серовато-зелеными листьями. Цветки бледно-желтые или беловатые, в числе 2–4, на цветоносах более коротких или почти равных околоцветнику. Коробочка 4–5,5 см длиной, овальная или продолговато-овальная, 6-гранная, на верхушке заостренная в длинный носик. Семена около 6 мм, неправильной формы, в несколько вздутой пленчатой, буроватой, блестящей оболочке. Цветет в июне – июле. Растет в степной зоне на солончаковых и солонцеватых лугах, в понижениях и долинах озер и речек. На юго-востоке Казахстана встречается в Прибалхашье, Джунгарском Алатау.

Полевые исследования дикорастущих популяций ириса проводились маршрутно-рекогносцировочным методом (Быков, 1957) с использованием картографической основы: мелкомасштабной (1 : 1 000 000) административной карты Алматинской области, расположенной на юго-востоке Казахстана. Координаты местности, где были собраны образцы ирисов для анатомо-морфологических исследований, определялись с помощью GPS-навигатора «Garmin». При описании растительных сообществ с участием объектов исследования использовали геоботанические методы (Корчагин, 1964; Понятовская, 1964).

Образцы сырья изучаемых видов ириса были собраны в природных популяциях из нескольких точек юго-восточного Казахстана (рис. 1): *I. alberti* из 2 популяций в ущельях рек Шамалган (1 популяция, 15.10.2022 г.) и Каскелен (2 популяция, 16.10.2022 г.) на склонах хребта Заилийский Алатау в Карасайском р-не; а произрастающие среди тугайной растительности *I. pallasii* и *I. sogdiana* – в пойме р. Иле, в 5–6 км от пос. Баканас в Балхашском р-не Алматинской области (18.10.2022 г.). Исследуемые виды ириса произрастали в различных экологических условиях в составе кустарниково-разнотравного, злаково-разнотравного, злаково-разнотравно-кустарникового, кустарниково-разнотравно-злакового сообществ, встречаясь в горной местности по склонам южной и юго-восточной экспозиций в диапазоне высот от 1078 м до 1311 м над ур. м., а в пустынных районах Прибалхашья в пойме р. Иле – на абсолютной высоте 392 м.

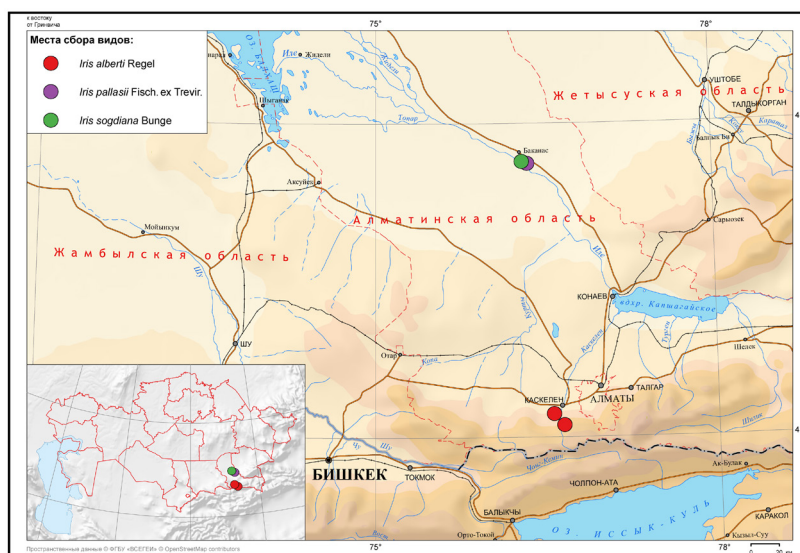


Рис. 1. Места сбора растительного сырья изучаемых видов ириса в природных популяциях.

Собранный для микроскопических исследований растительный материал был зафиксирован в смеси спирта, глицерина и воды в соотношении 1 : 1 : 1. При изготовлении и описании препаратов использовались общепринятые в анатомии растений методы (Прозина, 1960; Пермяков, 1988; Барыкина и др., 2004). Поперечные срезы корней проводили у собранных осенью изучаемых видов ириса среднего-возрастного генеративного состояния, дающих основную фитомассу сырья (конец вегетации), когда в подземных органах отмечается накопление действующих веществ (Базарнова и др., 2017).

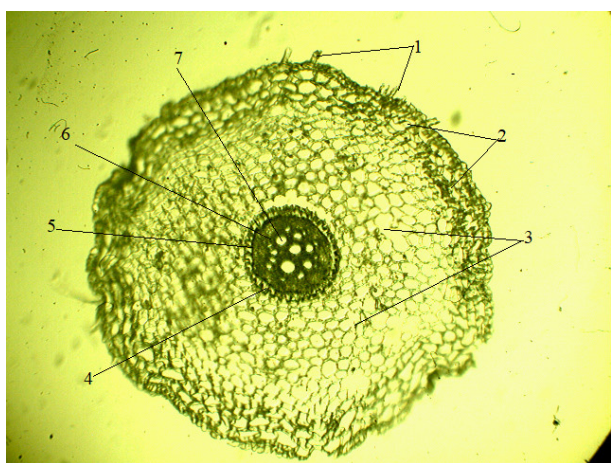
Микроскопические исследования проводили при определении морфологических и анатомических особенностей корней. При характеристике корней особое значение имеют следующие признаки: на поперечном срезе, при малом увеличении ($\times 10$) необходимо выделить первичную кору, чаще всего занимающую большую часть сечения корня, и относительно узкий центральный цилиндр. Описывается их общее очертание, форма и строение клеток, а также распределение элементов ксилемы и флоэмы.

Анатомические препараты были изготовлены с помощью микротомы с замораживающим устройством ОЛ-3СО (Инмедпром, Россия). Для количественного анализа проведено измерение морфометрических показателей с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15 (при объективе $\times 10$, увеличении $\times 40$, 10 , 7). Микрофотографии анатомических срезов были сделаны на микроскопе МС 300 (Micros, Австрия) с видеокамерой SAMV400/1.3M (jProbe, Япония). Описание внешних признаков выполнено в соответствии с требованиями ГФ СССР XI издания (Государственная фармакопея ..., 1987, 1990).

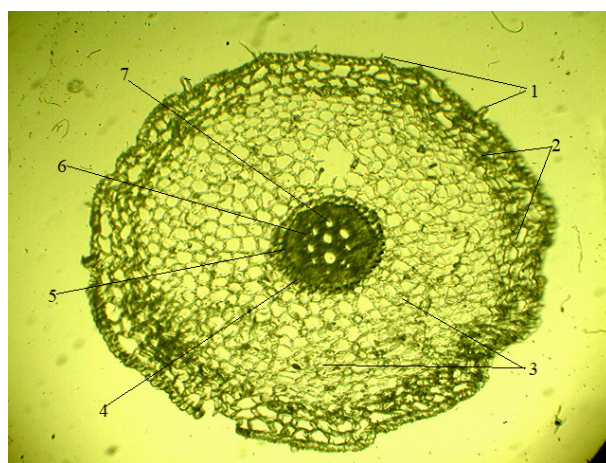
Ранее проведенный нами сравнительный анатомо-морфологический анализ вегетативных органов *Iris sogdiana* из различных условий произрастания позволил выявить положительную корреляцию между местообитанием и морфометрическими параметрами вида. Выявленные особенности строения вегетативных органов показали, что развитие покровной, основной и проводящих тканей у *I. sogdiana* связано с градиентом увлажнения местообитания (Рамазанова и др., 2020).

Анатомо-морфологическое исследование корней *I. alberti*, *I. pallasii* проводилось впервые.

При изучении анатомической структуры 4 образцов корней у всех видов ириса отмечено первичное строение (рис. 2). На поперечном срезе (увеличение $\times 140$) образцов прослежено наличие двух основных зон – первичной коры и центрального цилиндра. Снаружи корни покрыты остатками ризодермального слоя клеток. Далее располагаются 2–3 слоя клеток эктодермы. Эктодерма состоит из рыхло (*I. alberti*) или плотно (*I. pallasii*, *I. sogdiana*) сомкнутых клеток, которые имеют продолговатую форму и вытянуты в радиальном направлении. Первичная кора рыхлая, состоит из округлых клеток со слабо утолщенными стенками основной паренхимы с межклетниками, которые имеют треугольные очертания. У *I. alberti* в первичной коре имеются включения.

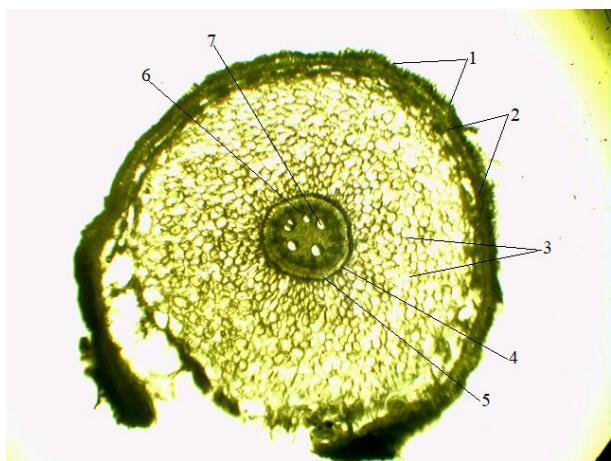


1 популяция

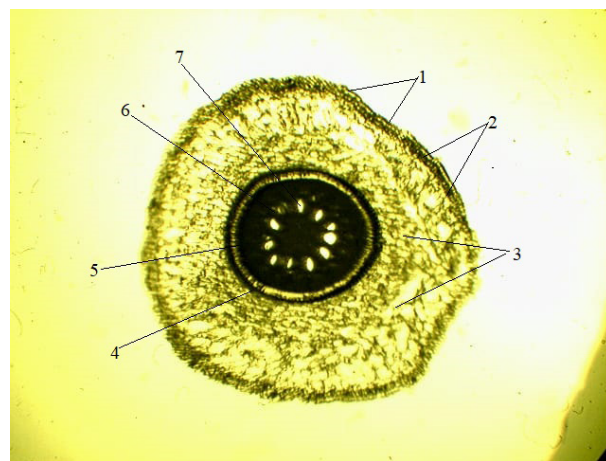


2 популяция

Iris alberti Regel



Iris pallasii Fisch. ex Trevir.



Iris sogdiana Bunge

Рис. 2. Анатомическое строение корней исследованных видов р. *Iris* L. на поперечном срезе (увеличение $\times 140$). Условные обозначения: 1 – ризодерма, 2 – эктодерма, 3 – основная паренхима, 4 – эндодерма, 5 – перицикл, 6 – участок первичной флоэмы, 7 – сосуды ксилемы.

Внутренний слой коры представлен одним слоем клеток эндодермы, клетки которой сильно утолщены и имеют радиальные и внутренние тангентальные стенки, а также подковообразные очертания. Данная особенность утолщения оболочек клеток коровой паренхимы и эндодермы у *I. sogdiana* и *I. pallasii* согласуется с опубликованными материалами российских ученых, изучавших анатомическую

структуру придаточных корней 7 сибирских видов рода *Iris*, по мнению которых, степень утолщения клеточных стенок во внутренней коре является видоспецифическим признаком и зависит от увлажнения в естественных местах обитания (Байкова, Доронькин, 2009).

Во всех образцах внутреннюю часть корня занимает центральный цилиндр. Перцикл представлен одним слоем мелких паренхимных клеток. Перцикл окружает радиальный проводящий пучок. У *I. sogdiana* проводящий пучок имеет наибольшее значение ($9,997 \pm 0,99$ мкм), что связано с условиями произрастания. Элементы экзархной первичной ксилемы расположены радиальными тяжами, причем слабо развиты тяжи у *I. alberti*, как в первой, так и во второй популяциях, и сильно развиты тяжи у *I. pallasii* и *I. sogdiana*. У всех видов отмечен полиархный радиальный пучок. Ксилема представлена многочисленными тяжами у *I. pallasii*, *I. sogdiana*. Первичная флоэма, состоящая из ситовидных и спутниковых клеток, расположена между лучами ксилемы. Количество сосудов у рассматриваемых видов ириса отличается и зависит от увлажнения условий местообитания.

На рис. 2 видно, что у *I. alberti* из 1 популяции количество сосудов в центральном цилиндре колеблется от 12 до 15, а из 2 популяции – от 10 до 14; у *I. pallasii* соответственно от 6 до 7 и у *I. sogdiana* от 10 до 12.

Причем у *I. alberti* сосуды ксилемы расположены в толще всего проводящего пучка, а у видов *I. pallasii* и *I. sogdiana* сосуды располагаются строго по периферии проводящего пучка. Кроме этого, у *I. pallasii* и *I. sogdiana* в центральном цилиндре между пучками располагаются многочисленные плотно прилежащие друг к другу клетки механической ткани – склеренхимы. У *I. alberti* из обеих популяций также имеются клетки механической ткани внутри центрального цилиндра, но встречающиеся в меньшем количестве. С внутренней стороны проводящих пучков первичную флоэму покрывает слой мелких паренхимных клеток. В центре корня располагаются единичные клетки механической ткани с равномерно утолщенными одревесневающими стенками. Клетки центрального цилиндра *I. alberti* имеют прозенхимную форму, их стенки несут простые щелевидные поры. На основании морфометрических данных (табл. 1) было отмечено, что толщина покровной ткани (эпидермы) более выражена у произрастающего в горной местности *I. alberti* из обеих популяций: $0,615 \pm 0,044$ мкм (1) – $0,553 \pm 0,038$ мкм (2). У представителей тугайной растительности поймы р. Иле *I. pallasii* ($0,538 \pm 0,034$ мкм) и *I. sogdiana* ($0,492 \pm 0,029$ мкм) аналогичные показатели отличаются меньшим значением. Толщина первичной коры наиболее выражена у *I. pallasii* ($7,168 \pm 0,51$ мкм) и далее по убыванию: у *I. alberti* – $6,279 \pm 0,44$ мкм (2 популяция) и $5,716 \pm 0,32$ мкм (1 популяция); *I. sogdiana* – $4,035 \pm 0,24$ мкм. Величина диаметра центрального цилиндра также варьирует от $9,997 \pm 0,99$ мкм (у *I. sogdiana*) до $8,989 \pm 1,09$ мкм (у *I. pallasii*); у *I. alberti* – от $8,754 \pm 1,14$ мкм (2 популяция) до $7,437 \pm 1,53$ мкм (1 популяция). Величина диаметра сосудов ксилемы отражает аналогичную картину, что и величина диаметра центрального цилиндра.

Таблица 1

Морфометрические показатели корней видов рода *Iris* L. (средний показатель)

Вид	Толщина, мкм		Диаметр, мкм	
	эпидермы	первичной коры	сосудов ксилемы	центрального цилиндра
<i>Iris alberti</i> Regel (1 популяция)	$0,615 \pm 0,044$	$5,716 \pm 0,32$	$0,320 \pm 0,021$	$7,437 \pm 1,53$
<i>Iris alberti</i> Regel (2 популяция)	$0,553 \pm 0,038$	$6,279 \pm 0,44$	$0,353 \pm 0,028$	$8,754 \pm 1,14$
<i>Iris pallasii</i> Fisch. ex Trevir.	$0,538 \pm 0,034$	$7,168 \pm 0,51$	$0,400 \pm 0,035$	$8,989 \pm 1,09$
<i>Iris sogdiana</i> Bunge	$0,492 \pm 0,029$	$4,035 \pm 0,24$	$0,447 \pm 0,036$	$9,997 \pm 0,99$

Таким образом, проведенное анатомо-морфологическое исследование корней 3-х видов ирисов из природных популяций Юго-Восточного Казахстана позволяет сделать вывод о том, что выраженные мезофитные особенности анатомической структуры растений связаны с увеличением показателей диаметра центрального цилиндра и диаметра сосудов ксилемы.

Степень развития проводящей ткани зависит от градиента увлажнения естественных мест произрастания вида. Толщина первичной коры, наиболее выраженная у *I. alberti* из 2 популяции и у *I. pallasii*, указывает на наличие ксерофитных особенностей анатомического строения. Полученные данные свидетельствуют о взаимосвязи особенностей первичного анатомического строения корня вида с экологическими условиями произрастания растения.

Благодарности. Настоящая работа выполнена в рамках научно-технической программы: BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (2021–2023 гг.) и докторской (PhD) диссертации по теме: «Перспективы использования в качестве лекарственного сырья видов рода *Iris* L. флоры Юго-Восточного Казахстана» (2022–2025 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

- Абдулина С. А.** Список сосудистых растений Казахстана / под ред. Р. В. Камелина. – Алматы, 1999. – С. 106–107. *Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: Справочное издание* / Л. М. Грудзинская, Н. Г. Гемеджиева, Н. В. Нелина, Ж. Ж. Каржаубекова. – Алматы, 2014. – С. 86–87.
- Базарнова Н. Г., Тихомирова Л. И., Симицына А. А., Афанасенкова И. В.** Сравнительный анализ химического состава растительного сырья *Iris sibirica* L. // *Химия растительного сырья*, 2017. – №4. – С. 137–144.
- Байкова Е. В., Доронькин В. М.** Анатомическое строение корней сибирских видов рода касатик *Iris* L., подрода *Iris* (Iridaceae) // *Вестн. Том. гос. ун-та*, 2009. – №319. – С. 186–190.
- Байтенов М. С.** Флора Казахстана в 2-х т. – Т. 2. Родовой комплекс флоры. – Алматы: Ғылым, 2001. – С. 54.
- Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г.** Справочник по ботанической микротехнике. – М.: МГУ, 2004. – 313 с.
- Быков Б. А.** Геоботаника. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. – С. 22–23.
- Государственная фармакопея СССР*, XI изд., вып. 1. – М.: Наука, 1987. – 334 с.
- Государственная фармакопея СССР*, XI изд., вып. 2. – М.: Наука, 1990. – 50 с.
- Дикорастущие полезные растения России* / Отв. ред. А. Л. Буданцев, Е. Е. Лесиовская. – СПб: Издательство СПХФА., 2001. – С. 320.
- Корчагин А. А.** Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // *Полевая геоботаника*. – Т. 3. – М.–Л., 1964. – С. 39–60.
- Иващенко А. А., Казенас О. Д., Бобровский В. П.** Касатик Альберта // *Красная книга Казахстана*. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – Т. 2: Растения (колл. авторов). – Астана, ТОО «АртPrintXXI», 2014. – С. 335.
- Пермяков А. И.** Микротехника. – М.: МГУ, 1988. – 58 с.
- Плантариум*. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. *Iris pallasii* Fisch. ex Trevir. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/20789.html> (Дата обращения 24 мая 2023).
- Плантариум*. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. *Iris sogdiana* Bunge. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/20820.html> (Дата обращения 25 мая 2023 г.).
- Поляков П. П.** Семейство Касатиковые – Iridaceae Lindl. // *Флора Казахстана* / под ред. Н. В. Павлова. – Т. 2. – Алма-Ата: Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1958. – С. 232–246.
- Понятовская В. М.** Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // *Полевая геоботаника*. – Т. 3. – М.–Л., 1964. – С. 209–237.
- Прошина М. Н.** Ботаническая микротехника. – М.: МГУ, 1960. – 260 с.
- Рамазанова М. С., Курбатова Н. В., Гемеджиева Н. Г., Алдасугурова Ч. Ж.** Анатомо-морфологические особенности ирисов юго-восточного Казахстана // *Вестник КарГУ. Серия биология, медицина, география*, 2020 – №3(99). – С. 109–118. DOI: 10.31489/2020BMG3/109–118
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Семейства Butomaceae – Turphaceae* / под ред. А. Л. Буданцева. – Т. 6. – СПб.; М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. – С. 41–43.
- Растительные ресурсы России и сопредельных государств. Цветковые растения, их химический состав, использование: семейства Butomaceae – Turphaceae* / отв. ред. Соколов П. Д. – СПб.: Наука, 1994. – С. 77–82.