

К ВОПРОСУ О ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СРЕДНЕАЗИАТСКИХ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ПОПУЛЯЦИЙ *BETULA* SPP.

М. Ж. Каирова

Частная компания TOOBioL, Москва, Россия,
e-mail: markagai@outlook.com

ON THE ISSUE OF SPECIES AFFILIATION OF RARE AND ENDANGERED CENTRAL ASIAN *BETULA* SPP. POPULATIONS

M. G. Kairova

Аннотация. Большая часть территорий Средней Азии и Казахстана характеризуется малолесным и безлесным ландшафтами. Быстрорастущие и стрессоустойчивые виды березы *Betula* L. встречаются по всему миру. В перечень международной Красной книги IUCN входит 9 видов березы (*Betula*), включая *B. tianschanica* Rupr. В Красную книгу древесных Средней Азии внесены 7 видов березы. До сих пор в ботанических конспектах и при фитоценологических исследованиях описываются отдельностоящие виды *B. kirghisorum* Sawicz и *B. talassica* Poljak. При этом для общепринятых видов *B. tianschanica* Rupr. и *B. pendula* Roth., а также их синонимичных популяций показаны различные и достаточно географически удаленные места произрастания, включая горные системы Джунгарского Алатау, Заилийского Алатау, Терской Алатау, Таласского Алатау, Западного Тянь-Шаня, Западного Алтая и Приалтайские хребты, а также низкогорья и широкие степи Казахского мелкосопочника. Несмотря на непринятие некоторыми учеными определенных таксонов березы как отдельных видов и ранее отнесенных к редким и исчезающим, существует проблема их полной и безвозвратной потери в результате лесных порубок и масштабных пожаров 2022–2024 гг. В Казахском мелкосопочнике наряду с краснокнижным *B. kirghisorum* встречается эндемичный вид *B. karagandensis* V. Vassil., который согласно IUCN Red List относится к категории таксонов «Недостаток данных». Нехватка и фрагментарность биологической и экологической информации о редких видах приводят к спорным вопросам их таксономической принадлежности. Неопределенность их таксономического положения связана с сохранением редких и исчезающих популяций *Betula*, сильно подверженных влиянию негативных факторов окружающей среды.

Ключевые слова: редкие виды, исчезающие виды, береза, *Betula*, Центральная Азия, *B. kirghisorum*, *B. tianschanica*, *B. karagandensis*, Красная книга, IUCN, лесные пожары

Abstract. Most part of the territories in Central Asia and Kazakhstan have been characterized as a sparsely forested and treeless landscapes. Due to the fast growth rates of birch and its high stress tolerance, some species of *Betula* L. grow worldwide. Totally, nine species of *Betula* are included in the international Red List of IUCN. While seven species of birch are noted in the Red Tree List of Central Asia. Until now taxa *B. kirghisorum* Sawicz and *B. talassica* Poljak. have been mentioned in botanical notes and phytocoenotic researches as separate plant species. It should be noted that the generally accepted species *B. tianschanica* Rupr. and *B. pendula* Roth. and their synonymous populations grow in various and geographically distant places including mountain systems of the Dzungarian Alatau Range, the Ile-Alatau, the Terskey Alatau, the Talas Alatau the Western Tien Shan, the Western Altai and pre-Altai ridges, and also in low mountain hills and wide steppes of the Kazakh Upland. Despite the non-acceptance by some scientists of some previously listed in the Red Book birch taxa as separate species, their natural populations are on the verge of complete disappearing and the irreversible loss due to consequence of intensive logging and widespread forest fires in 2022–2024. Along with the Red Book listed species *B. kirghisorum*, an endemic species *B. karagandensis* V. Vassil. mentioned as a taxon in the category Data Deficient of IUCN Red List of Threatened Species grows in the Kazakh upland. There is little and fragmented biological and ecological information about rare species leading to controversial issues about their taxonomic affiliation. Therefore, conservation of rare and endangered plant populations of *Betula* highly susceptible to the influence of negative environmental factors, faces the problem of uncertainty regarding their taxonomic position.

Keywords: rare species, endangered species, birch, *Betula*, Central Asia, *B. kirghisorum*, *B. tianschanica*, *B. karagandensis*, Red list, IUCN, forest fire

Большая часть территории Средней Азии и Казахстана — это земли с малолесным и безлесным ландшафтом. Увеличение площади зеленых насаждений имеет большое экологическое значение и благотворно влияет на климат всего региона (Любимов, 2002). Основными эффективными поставщиками кислорода и «зеленым фильтром» нашей планеты являются листопадные породы. Быстрорастущие и стрессоустойчивые виды тополя (*Populus* L.) и березы (*Betula* L.) встречаются по всему миру (Thevs, 2021; Красная книга древесных..., 2009).

Из семейства *Betulaceae* S. F. Gray в IUCN Red List включен 21 вид, относящийся к родам *Alnus* Hill., *Betula* L., *Carpinus* L., *Corylus* L. и *Ostrya* Scop. (Shaw et al., 2014). Наиболее крупный род данного семейства *Betula*.

Редкие и исчезающие виды *Betula* L. Род *Betula* включает 59 общепринятых видов (URL: powo.science.kew.org). Хотя, по первоисточнику, на территории бывшего СССР произрастает 115 ви-

дов, включая 3 подвида. Из этих таксонов березы в Средней Азии встречаются 31 вид (Черепанов, 1995).

В Перечень IUCN Red List из семейства *Betulaceae* входит 16 редких и исчезающих видов, имеющих категории: на грани чрезвычайно высокого (critically endangered — CR), очень высокого (endangered — EN) и высокого (vulnerable — VU) риска исчезновения, а также 5 видов, находящихся в состоянии близком к угрожаемому (near threatened — NT).

В этот перечень (IUCN Red List) включен только один вид березы из Средней Азии — *B. tianschanica* с категорией (DD) (Kazakhstan, Kyrgyzstan, Mongolia, Tajikistan, Uzbekistan) (Shaw et al., 2014).

В Красную книгу древесных растений Средней Азии внесены 7 видов березы (КК древесных..., 2009), хотя ранее указывалось на произрастание в этом регионе только двух: *B. tianschanica* и *B. pendula*. Редкий вид *B. kirghisorum* является узким эндемиком и включен в Красную книгу Казахстана (2006). Вид *B. kirghisorum* на сайте Королевских ботанических садов (Кью Plants of the World Online) указывается как синоним вида *B. tianschanica* (URL: powo.science.kew.org). Ученые, изучавшие флору Костанайской области, также отнесли *B. kirghisorum* к среднеазиатскому таксону *B. tianschanica* (Пережогин, 2023).

На этом сайте другой редкий вид — *B. jarmolenkoana* также указывается как синоним *B. tianschanica* (URL: powo.science.kew.org). По сводке С. К. Черепанова (1995) *B. kirghisorum* и *B. jarmolenkoana* относятся к отдельным среднеазиатским видам. По сведениям из КК древесных растений Средней Азии (URL: <https://www.gbif.org>, 2009) и других источников, *B. jarmolenkoana* и *B. kirghisorum* относятся к таксонам, находящимся на грани исчезновения (CR). Оба вида занесены в Красную книгу Казахстана (2006).

В 2007–2009 гг. *B. tianschanica* считался редким и исчезающим видом Средней Азии (EN), но сейчас его относят к видам категории NT (Shaw et al., 2014). Некоторые систематики считают, что виды *B. pamirica* и *B. schugnanica* относятся к одному виду *B. tianschanica* (КК древесных..., 2009).

Другой среднеазиатский вид *B. talassica* Poljak. также отнесен к исчезающему виду (EN) (КК древесных..., 2009; КК Казахстана, 2006; Заповедники Средней Азии..., 2006). По данным С. К. Черепанова и другим источникам, береза таласская является синонимом вида *B. pendula* и *B. pendula subsp. pendula* (URL: <https://www.powo.science.kew.org>).

В IUCN Red List виды березы, по которым нет достаточной информации об их численности и ареале их распространения для их

оценки, отнесены в категорию растений с «недостаточностью данных» — Data Deficient — DD. В эту категорию попали такие среднеазиатские виды, как *B. coriaceifolia* (Uzbekistan), *B. falcata* V. N. Vassil. (Tajikistan), *B. potamophila* (Tajikistan), *B. zinserlingii* (Kyrgyzstan), *B. psammophila* (Kazakhstan), *B. saviczii* V. N. Vassil. (Kazakhstan). Необходимо также сбор большей информации о казахстанском эндемичном виде *B. karagandiensis* (Shaw et al., 2014). Интересно отметить, что из перечисленных 6 видов, по сводке Черепанова, *B. falcata* и *B. saviczii* указаны как растения Западной Сибири, а не Таджикистана и Казахстана (Черепанов, 1995).

Географические местообитания. Известно, что тугайные леса засушливых южных регионов, состоят не только из туранговых тополей *P. pruinosa* Schrenk и *P. diversifolia* Schrenk, но и ив *Salix* L. и берез *Betula* (КК древесных..., 2009). Следует указать, что виды *B. kirghisorum* и *B. jarmolenkoana*, являющиеся синонимами общепринятого вида *B. tianschanica*, произрастают в различных и географически удаленных точках. Среднеазиатский вид *B. tianschanica* произрастает в бассейнах рек и долинах гор Западного Тянь-Шаня, включая хребты Угам, Пкем и Чаткал. Необходимо иметь ввиду, что западная половина Тянь-Шаня расположена на территориях четырех стран Казахстана, Киргизстана, Таджикистана и Узбекистана. На казахстанской территории фрагментированные популяции березы тяньшаньской встречаются в Аксу-Жабаглинском (Аксу-Жабаглы) и Каратауском Государственных природных заповедниках (ГПЗ), а также в Государственном Национальном природном парке (ГНПП) Сайрам-Угам (URL: <https://www.oopt.kz/>). Также имеется информация, что *B. tianschanica* растет в ущелье Узунбулак, на территории ГНПП Алтын-Емель (URL: <https://www.altyn-emel.kz/>) и в Иле-Алатауском ГНПП (URL: <https://www.ile-alatau.kz/>). Кроме того, в Западном Тянь-Шане встречается береза *B. talassica*, входящая в список дендро-флоры ГПЗ Аксу-Жабаглы. Этот исчезающий вид березы также встречается в горах Каратау, в Каратауском ГПЗ (Туркестанская обл.), где растет редкий тополь *P. berkarensis* Poljak. (КК КазССР, 1981).

Согласно книгам КК КазССР (1981) и «Заповедники Средней Азии и Казахстана. Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана» (2006), реликтовый вид *B. jarmolenkoana* встречается в горах Терской Алатау, относящимся к отрогам Джунгарского Алатау. По КК древесных растений Средней Азии (2009), эндемик *B. jarmolenkoana* встречается в бассейнах р. Кокпа, Текес, Нарынкол, а степной вид *B. kirghisorum* — в Казахстане, и охра-

няется он в Наурузумском заповеднике и Аман-Карагайском сосновом бору на юге Костанайской области, а также в горах Чингиз-Тау (КК КазССР, 1981; КК древесных..., 2009). Следует отметить, что здесь расположен Наурузумский ГПЗ, включенный в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО (URL: <https://naurzum.kz/>).

Популяции киргизской березы встречаются в ГНПП Буйратау, расположенном в Осакаровском районе Карагандинской области и Ерементауском районе Акмолинской области. Эта территория относится к Казахскому мелкосопочнику, где расположены низкогорье Караганда-Чингизтау и Ерементау-Каркаралинские горы. В Казахском мелкосопочнике (Kazakh upland) наряду с краснокнижным *B. kirghisorum* встречается эндемичный вид *B. karagandiensis* (Куприянов, 2020). Хотя другие ученые не указывают на присутствие вида *B. karagandiensis* в растительных ассоциациях черноольховых лесов Костанайской области. При этом авторы включают в состав черноольховых и березовых лесов березу повислую *B. pendula*, а также небольшое участие *B. pubescens* Ehrh. и *B. kirghisorum* (Солодухина, 2020). В пределах Казахского мелкосопочника («Сары-Арка») наряду с Наурузумским ГПЗ, располагаются также включенный в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО Коргалжынский ГПЗ и охраняемые природные парки ГНПП Кокшетау и ГНПП Буйратау (URL: <https://www.gnpp-buiratau.kz/>). В мелкосопочник «Сары-Арка» входят Каркаралинские горы (1 403 м) и массив Баян-аул (1 026 м), где организованы ГНПП Каркаралы (Karkaraly NNP) (URL: <https://karkaralinsk-park.ru/>) и ГНПП Баян-Аул (Bayan-Aul NNP) (URL: <https://bayangnpp.kz/>). На рис. 1 представлена географическая карта с расположением ГНПП Каркаралы и ГНПП Баян-Аул на территориях Карагандинской и Павлодарской областей соответственно.

На рисунке видно расположение гор Западного Тянь-Шаня (West Tien-Shan) на территории Южного Казахстана. К этой горной системе относятся Таласский Алатау с примыкающими к нему известными хребтами Сайрам-Угам (Sairam-Ugam, 4 239 м), Аксу-Джабаглы (Aksu-Jabagly, 2 913,1 м) и Каратау (Karatau, 2 176 м). По литературным данным, именно здесь встречается общепринятый вид *B. tianschanica*, тогда как ареалом распространения его синонимичного таксона *B. kirghisorum* является Казахский мелкосопочник. Второй его таксон-синоним *B. jarmolenkoana* встречается в горах Внутреннего Тянь-Шаня, в Терской Алатау (Terskey Alatau, до 4 500–5 000 м), относящимся к отрогам Джунгарского Алатау (на рисунке Dzungar Alatau). Показано расположение горной системы Джунгарского Алатау, где находится Жонгар-Алатауский ГНПП,

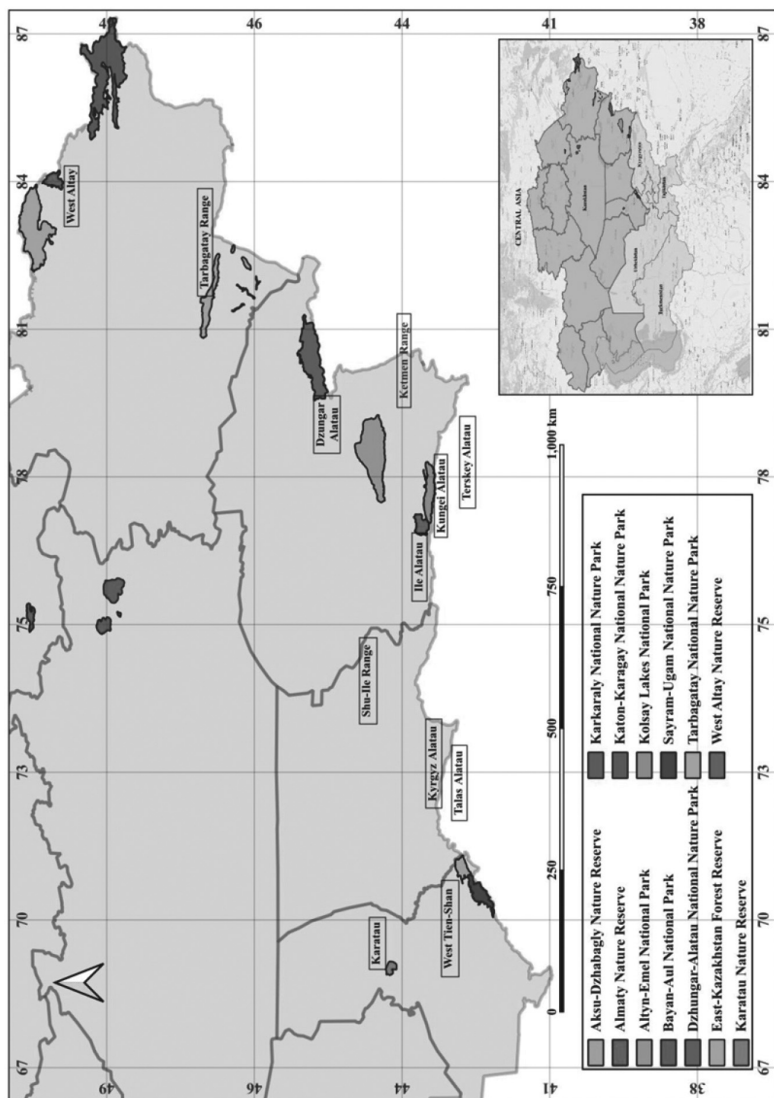


Рис. 1. Карта с указанием гор и некоторых природных заповедников Казахстана

а также организован Государственный национальный природный парк «Алтын-Эмель» (Алматинская обл.).

Как показано на карте (см. рис. 1), Терской и Кунгей Алатау расположены рядом и огибают оз. Иссык-Куль (Димеева, 2016). Большая часть Кунгей Алатау находится на территории Республики Киргизстан и лишь восточная часть северного склона относится к Казахстану. Здесь расположен ГНПП Кульсайские озера (на рисунке Kolsay lakes national park). По гребню хребта Кокшаалтау обозначена государственная граница между Казахстаном и Киргизией.

Указывается, что *B. tianschanica* растет на территории Алтын-Эмель, а также в Иле-Алатауском ГНПП (Иващенко, 2015). На рисунке показано расположение Алматинского государственного природного заповедника (Almaty Nature Reserve), территорию которого окружает Иле-Алатауский национальный парк. Эти природные резерваты находятся на северном макросклоне горной цепи Тянь-Шаня, в Заилийском Алатау, имеющим наивысшую вершину пик Талгар (4 951 м). На карте (см. рис. 1) показано расположение гор: Заилийский Алатау (Ile-Alatau), Кунгей-Алатау (Kungei Alatau), Киргизский Алатау (Kyrgyz Alatau) и Хребет Кетмень-Тау (Ketmen range), которые включены в систему Северного Тянь-Шаня (Садырова, 2008).

Некоторые исследователи также относят Джунгарский Алатау к горной системе Северного Тянь-Шаня, который благодаря своему географическому расположению имеет непосредственную орографическую связь с горами Тянь-Шаня и Западно-Сибирским Алтаем. На рис. 1 показано расположение Восточно-Казахстанского лесного фонда (Forest Reserve) и Западно-Алтайского ГПЗ (West-Altay) на северо-восточной границе Восточно-Казахстанской области. На восточной границе этой области находится Катон-Карагайский ГНПП (Katon-Karagay National Nature Park). В южной части Алтая, в Восточно-Казахстанской области, в Курчумском районе расположен Маркакольский ГПЗ (URL: <https://markakol-zapovednik.kz>). Так, в пределах долины рек хребта Азутау (Южный Алтай) тянутся галерейные леса, где также произрастает *B. pendula*.

Недавние исследования показали, что в фитоценозах Восточного Казахстана, представляющего собой Алтай-Саянскую горную систему и Приалтайские хребты Саур и Манрак, входящие в горную систему Тарбагатай (на рис. 1 Tarbagatay Range) произрастают 15 видов и 1 подвид *Betula* (Котухов, 2020). При этом авторы регистрируют наличие в данном регионе 6 видов с азиатским ареалом обитания, а именно *B. talassica*, *B. tianschanica*, *B. pseudopendula*

V. Vasil., *B. reznichenkoana* (Litv.) Schischk., *B. falcata* V. Vasil., *B. microphylla* Bunge. Заметим, что некоторые ученые в своих ботанических конспектах и при фитоценотических исследованиях описывают *B. kirghisorum* и *B. talassica*, как таксоны, имеющие видовой уровень.

Вопросы таксономической принадлежности. Из литературных источников видно, что *B. kirghisorum* встречается в Казахском мелкосопочнике (Сары-Арка), *B. jarmolenkoana* растет в Джунгарском Алатау. Но принимая во внимание, что среднеазиатская береза *B. tianschanica* встречается не только в Западном Тянь-Шане, но и в Западном Алтае, а также места произрастания его синонимичных видов *B. kirghisorum* и *B. jarmolenkoana*, можно сделать вывод об очень широком географическом ареале распространения этого общепринятого вида. Тогда возникают вопросы, где же пределы видового ареала *B. tianschanica* и какой уровень его внутривидового разнообразия? Другой исчезающий вид *B. talassica* встречается в южном Казахстане, в горах Таласского Алатау и считается синонимом вида *B. pendula*. Имеются вопросы об отличительных особенностях североказахстанских популяции *B. pendula* с южными популяциями синонимичного вида *B. talassica*.

В целом, определение видовой принадлежности растений основано на изучении качественных и количественных морфо-анатомических характеристик генеративных и вегетативных органов. Учеными ежегодно проводятся ботанические исследования, но нет данных по изучению биологических особенностей растений на уровне различных популяций, обеспечивающих его стабильность и устойчивость в природе. Тщательное изучение и описание морфологических признаков определенных популяций приводит к открытию новых видов (Павленко, 2019).

Известно, что таксономисты ставят под сомнение надежную идентификацию древесных видов из-за высокой изменчивости их морфологических признаков и общеизвестной межвидовой гибридизации (El-Alfy, 2011). Возможности обнаружения межвидового потока генов связаны с использованием молекулярно-генетических методов. С помощью метода restriction-site associated DNA sequencing (RADseq) в интродуцированных регионах редкого и исчезающего вида *B. microphylla* обнаружена генетическая примесь *B. pendula*. Если ранее видовой статус исчезающих берез северо-западного Китая *B. microphylla* и *B. halophila* был сомнительным, то молекулярно-генетический анализ показал, что эти два таксона относятся к одному и тому же виду (Ding, 2022). Тогда как исследования с применением генетических методов свидетельствуют

о соответствии карельской березы *B. pendula* var. *carelica* (Merclin) Namet-Ahti рангу вида (Ветчинникова, 2020).

Морфологические признаки листьев позволяют различить виды красной березы *B. albosinensis* Burkill и белой березы *B. platyphylla* Sukaczew, тогда как микросателлитный анализ позволил выявить две внутривидовые группы у *B. albosinensis* (Hu, 2019). В Северном Китае, при анализе выживаемости интродуцированных *B. kirghisorum*, *B. pendula* и *B. pubescens* Ehrh., обнаружено, что эти виды хорошо адаптируются на высоко засоленных почвах. Показано, что экспрессия гена BkGRAS2, выделенного из *B. kirghisorum* увеличивалась после испытания солевого стресса (Zhao, 2014).

Несмотря на непринятие некоторыми учеными таких таксонов березы, как *B. kirghisorum*, *B. jarmolenkoana*, *B. talassica* как отдельных видов, их природные популяции сокращаются (КК древесных..., 2009; URL: <https://www.gbif.org>). В горах Каратау резко сократились размеры южных популяции *B. talassica*. Еще в советский период происходило уничтожение популяций березы *B. kirghisorum* и *B. jarmolenkoana* при лесных порубках и пожарах. Так, сентябре 2022 г. пожары в Костанайской области в Аманкарагайском бору уничтожили более 40 га леса (tengrinews.kz). В 2023 г. в Казахстане лесной пожар произошел в природном резервате «Семей орманы» (Абайская область) и охватил площадь до 100 га. В 2024 г. 6-7 октября начались пожары в степях Карагандинской области, которые перекинулись в Баянаул (Павлодарская обл.). Общепринятый вид *B. tianschanica* является исчезающим видом для всей Средней Азии.

Таким образом, несмотря на указания авторитетных источников, многие ученые в ботанических конспектах и при фитоценологических исследованиях описывают отдельностоящие виды *B. kirghisorum* и *B. talassica*. При этом для общепринятых видов *B. tianschanica* и *B. pendula*, а также их синонимичных популяций показаны различные и достаточно географически удаленные места произрастания, включая горные хребты, котловины и долины рек в Джунгарском Алатау, Зайлийском Алатау, Терской Алатау, Таласском Алатау, Западном Тянь-Шаня, Западном Алтае и Приалтайских хребтах, а также в низкогорьях и широких степях Казахского мелкосопочника. Данное положение приводит к возникновению ряда вопросов, касающихся видовой принадлежности среднеазиатских таксонов. Несмотря на непринятие некоторыми учеными определенных таксонов березы как отдельных видов, ранее отнесенных к редким и исчезающим, существует проблема их полной и безвозвратной потери в результате лесных порубок и масштабных пожаров 2022–2024 гг. Так, в Казахском мелкосопочнике, наряду

с *B. kirghisorum*, встречается эндемичный вид *B. karagandiensis*, который согласно Red List IUCN относится к категории видов с «недостаточностью данных». Проблема неопределенности их таксономического положения напрямую связана с сохранением редких и исчезающих популяций *Betula*, сильно подверженных влиянию негативных факторов окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- Димеева Л. А., Усен К., Султанова Б. М. и др. Фитоценотическое разнообразие горных хребтов и межгорных долин восточной части Северного Тянь-Шаня // Мат. XV междунар. науч.-практ. конф. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2016. С. 29–30.
- Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза: разновидность или самостоятельный вид? // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 1. С. 26–48. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-26-48.
- Иващенко А. А. Материалы к флоре Иле-Алатауского национального парка и прилегающих территорий // Труды Иле-Алатауского гос. нац. природного парка. Астана, 2015. Вып. 1. С. 29–71.
- Заповедники Средней Азии и Казахстана. Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана / Под общ. ред. Р. В. Яценко. Алматы, 2006. Вып. 1. 352 с.
- Иствуд А., Лазыков Г., Ньютон А. Красная книга древесных растений Средней Азии. Кембридж, 2009. 27 с.
- Красная книга Казахстана, 2006. [Электронный ресурс] // URL: [ru.wikipedia.org/wiki/Список растений, занесенных в Красную книгу Казахстана](http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_растений,_занесенных_в_Красную_книгу_Казахстана).
- Котухов Ю. А., Данилова А. Н., Ануфриева О. А. Конспект видов рода *Betula* L. (сем. Betulaceae S. F. Gray) Казахстанского Алтая, Сауро-Манрака и Зайсанской впадины // Al-Farabi Kazakh National University J. Experimental biology. 2020. № 3 (84). С. 4–16.
- Куприянов А. Н. Особенности флоры Казахского мелкосопочника. // Труды VII Междунар. науч. конф. Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Томск: Изд. ТГУ, 2020. С. 73–75.
- Любимов В. Б. Экологические основы теории и практики интродукции деревьев и кустарников в аридные регионы. Дис. на соиск. уч. ст. д.б.н. Воронеж, 2002. 497 с.
- Павленко А. В. *Ferula karakumica* (Apiaceae) — новый вид из Туркменистана // Новости систематики высших растений. 2019. Вып. 50. С. 141–147.
- Пережогин Ю. В., Бородулина О. В., Курлов С. И. Аннотированный список дикорастущих видов Костанайской области // Вестник КГПИ. 2023. №4 (72). С. 34–54.
- Садырова Г. А. К обзору пустынной растительности хребта Кетмень // Известия НАН РК. 2008. № 1. С. 8–11.
- Солодухина А. Е. Флористическая характеристика черноольховых лесов Костанайской области // Труды VII Междунар. науч. конф. Пробле-

- мы изучения растительного покрова Сибири. Томск: Изд. ТГУ, 2020. С. 115–117.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 990 р.
- El-Alfy T. S. M. A., El-Gohary H. M. A., Sokkar N. M., El-Tawab S. A., Al-Mahdy D. A. M. Botanical and genetic characteristics of *Celtis australis* L. and *Celtis occidentalis* L. grown in Egypt // Bull. Fac. Pharm. Cairo Univ. 2011. № 49. P. 37–57.
- Ding J., Hua D., Yao L., Wang N. Genomic data support *Betula halophila* and *Betula microphylla* as one species and reveal unidirectional introgression from *Betula pendula* to *Betula microphylla* // LicenseCC BY-ND 4.0. 2022. P. 10.1101/2022.10.16.512449.
- Hu Y.-N., Zhao L., Bycs R., Zhang X.-M., Li J., Wang N. Population structure of *Betula albosinensis* and *Betula platyphylla*: evidence for hybridization and a cryptic lineage // Annals of Botany. 2019. No 123 (7). P. 1–11. 10.1093/aob/mcz024.
- Shaw K. et al. The Red List of Betulaceae. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T194282A2309490.
- Thevs N., Fehrenz S., Aliev K. et al. Growth rates of Poplar cultivars across Central Asia // Forests. 2021. Vol. 12. P. 373.
- Zhao X.-Y., Bian X.-Y., Li Z.-X. et al. Genetic stability analysis of introduced *Betula pendula*, *Betula kirghisorum* and *Betula pubescens* families in saline-alkali soil of northeastern China // Scandinavian Journal of Forest Research. 2014. No 29:7. P. 639–649.