

ЕСТЬ ЛИ НАГОРНЫЕ КСЕРОФИТЫ В ГОРАХ ЮЖНОЙ СИБИРИ?

© 2023 г. И.В. Волков, И.И. Волкова

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Россия, 634050, г. Томск, просп. Ленина, д. 36. E-mail: volkovhome@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.11.2022. После доработки 04.06.2023. Принята к публикации 01.07.2023.

В наиболее аридном юго-восточном секторе Республики Алтай закономерности биоморфологической, экологической и видовой дифференциации фитоценозов позволяют наблюдать тенденцию к локальному формированию полночленного типа аридного класса поясности, характерного для аридных гор Средней Азии, включающего пояса (снизу вверх): 1) кустарничковых пустынь, 2) сообществ колючих «воздушных» подушковидных растений (нагорных ксерофитов), 3) высокогорных степей, 4) криофиных подушечников. Относительно широкое распространение (там, где хватает высоты гор) поясности, включающей пояса колючих подушковидных растений и криофитных подушечников, делает необходимым пересмотр традиционных ботанико-географических представлений в плане повышения разнообразия высших синтаксонов растительности и оробиемов как на территории Юго-Восточного Алтая, так в горах Южной Сибири в целом.

Ключевые слова: пустыни, нагорные ксерофиты, таргакантовоостролодочниковые сообщества, трагакантники, криофитные подушечники, высотная поясность, Юго-Восточный Алтай.

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-4-30-37

EDN: EVEVTY

Для высокогорий, которые, как «острова», возвышаются над равнинами континентов, флористический подход в классификации растительности имеет сугубо региональный характер. При этом жизненные формы растений в горах обнаруживают поразительное сходство (Körner, 1999). А.И. Толмачёв (1948) подчеркивает связь морфолого-экологических преобразований растений с экологической спецификой различных, как он писал, «высокогорных ландшафтов» (в современном понимании – «оробиемов»). В.Б. Сочава (1956) отмечает, что вертикальные пояса растительности в горах представляют собой разные типы географической среды. На определенных высотах с присущим им климатом доминирующими оказываются те или иные жизненные формы, придающие растительности общий специфический характер (Щукин, 1959), что отражает дифференциацию оробиемов, связанную со спецификой трансформации зонального климата в системе высотной поясности.

Целью данной работы является обоснование выделения сообществ с доминированием колючего подушковидного растения *Oxytropis tragacanthoides* Fisch. ex DC. из растительности высокогорных степей и отнесение их к нагорно-ксерофитной растительности. При этом мы не ставим целью определение ранговой принадлежности этих сообществ.

Материалы и методы

Многолетние (ежегодные с 1991 г.) экспедиционные исследования растительности в горах Пutorана, Тянь-Шаня и Алтае-Саянской горной стране, выполненные с применением ландшафтно-экологического подхода, послужили основой для критического пересмотра состава высших единиц классификации растительности Юго-Восточного Алтая. Использовались маршрутные площадочные методы учета признаков фитоценозов. В пределах ключевых участков (рис. 1, точки 1-4) исследование выполнено на заложенных высотных трансектах и постоянных пробных площадях.

Результаты и обсуждение

Юго-Восточный Алтай – это наиболее аридный регион Республики Алтай, расположенный в системе верховьев реки Чуи и ее притоков (рис. 1). Здесь наблюдается «прорыв» экосистем и ландшафтных композиций Центрально-Азиатского склада (Намзалов, 2015). В большинстве горных

систем Средней Азии колонка поясности начинается с пустынь (Агаханянц, 1981), наличие которых в Юго-Восточном Алтае обычно исследователями не отмечается (Куминова, 1960; Намзалов, Королук 1991; Намзалов, 2015). Г.Н. Огуреева (1980) упоминает пустыни в виде изолированных участков полынно-солянковых сообществ в западной части Чуйской котловины. Прутняковые (ценообразователь *Kochia prostrata* (L.) Schrad.), баггуровые (*Anabasis brevifolia* С.А. Мей), терескеновые (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. сообщества (рис. 2), более широко распространенные в котловине, вышеприведенные авторы относят к кустарничковым (полукустарничковым) опустыненным степям или включают в состав наиболее ксерофильных вариантов степной растительности.



Рис. 1. Карта-схема Юго-Восточного Алтая (на основе Google Earth Pro). Условные обозначения: 1 – южный склон Курайского хребта в районе пос. Кош-Агач, 2 – север Курайского хребта, 3 – Южно-Чуйский хребет, 4 – хребет Сайлюгем на границе между Юго-Восточным и Монгольским Алтаем.

Безусловно, не все полукустарничковые сообщества являются пустынными (Сафронова, 2019), поэтому необходимо акцентировать внимание на фитоценологических оптимумах их ценообразователей. *Anabasis brevifolia* является доминантом северных Гобийских пустынь Монголии (Юнатов, 1950; Рачковская, 1993) и реликтом древней палеогеновой пустынной флоры (Пешкова, 2001). Исследования Н.И. Бобровской (1991) показали, что этот вид по интенсивности водообменного процесса относится к пустынным растениям. Прутняк и терескен О.Е. Агаханянц (1986) относит к пустынной флоре. То, что сообщества этих растений на территории Алтая, несомненно, относятся к пустынным формациям, а не к степным, отмечает Е.А. Волкова (2016). Отсутствие единого мнения в отнесении этих фитоценозов к пустынным или степным формациям в Чуйской котловине создает неопределенность в системе ботанико-географических представлений об этой территории. Поэтому наличие на хребтах, окружающих котловину, пояса сообществ с доминированием колючего «воздушного» подушковидного растения остролодочника трагакантового (*Oxytropis tragacanthoides* Fisch. ex DC.; рис. 3), наиболее хорошо выраженного на южном макросклоне Курайского хребта, мы считаем важным поводом для корректировки классификации растительности Алтая.

А.В. Куминова (1960) относит трагакантовоостролодочниковые сообщества к степной

растительности; другие исследователи (Намзалов, 2015; Намзалов, Королюк, 1991) включают эту формацию в состав криофитных степей, отмечая вместе с тем ее самобытность и отдаленные флорогенетические связи с нагорно-ксерофитной растительностью Средней Азии. Об общих чертах сходства этих сообществ с нагорно-ксерофитной растительностью упоминает Н.Г. Огурева (1980), но при этом их наличие на территории Юго-Восточного Алтая никак не отразилось на ее ботанико-географических обобщениях. Е.А. Волкова (2016) придерживается мнения о нецелесообразности отнесения трагакантовоостролодочниковых сообществ в горах Южной Сибири к степной растительности. Р.В. Камелин (1998) в Алтайской горной стране выделяет эту растительность под названием трагакантников. Трагакантники – это сообщества колючих подушковидных растений (Арустамова, 1975), которые на Алтае, по нашему мнению, логично включать в группу фитоценозов нагорно-ксерофитных подушечников, в доминанты которых входят и не колючие подушковидные растения (*Silene turgida* M. Vieb. ex Bunge), которые, в свою очередь, стоит рассматривать в составе нагорных ксерофитов на территории Юго-Восточного Алтая (Волков, 2003). Средняя высота распространения трагакантовоостролодочниковых сообществ на хребтах, окружающих Чуйскую котловину – от 1900 до 2200 м н.у.м. БС (Волков, 2003).



Рис. 2. Сообщество с доминированием *Anabasis brevifolia* и *Krascheninnikovia ceratoides* в Чуйской котловине в районе пос. Кош-Агач (фото И.В. Волкова).

Если рассматривать поясность южного склона Курайского хребта, прилегающего к Чуйской котловине в районе поселка Кош-Агач (рис. 1, точка 1), то ряд высотных поясов растительности «полукустарничковых пустынь (рис. 2) – нагорных ксерофитов (с доминированием колючих и неколючих подушковидных растений и присутствием злаков и двудольного разнотравья (рис. 3)) – высокогорных степей (с доминированием в сообществах мелкодерновинных и плотнодерновинных граминоидов с присутствием двудольного разнотравья)» повторяет приведенный О.Е. Агаханянцем (1981) ряд поясов для нижней части аридных гор Памиро-Алая, Ферганской котловины и Тянь-Шаня, который он связывает с уменьшением аридности климата с ростом высоты. При этом необходимо отметить, что даже относительно небольшие различия в степени аридности среды в пустынях определяют резко различную «биологическую стоимость» покровного эффекта, что немедленно отражается в структурной организации биогеоценозов (Залетаев, 1976), повышая дискретность растительного покрова и резкость переходов между поясами аридных гор.



Рис. 3. Сообщество с доминированием колючего подушковидного растения *Oxytropis tragacanthoides* на нижней части склона Курайского хребта (фото И.В. Волкова).

Еще одной интересной особенностью вышеупомянутого высотного трансекта являются криофитные подушечники, которые В.П. Седельников (1988) в наиболее аридных районах Алтая отмечает на высотах более 2900 м н.у.м. БС. На выположенном гребне Курайского хребта (рис. 1, точка 1) на высоте около 3050 м н.у.м. БС сообщества криофитных подушечников с доминированием *Potentilla biflora* Willd. Ex Sch. и *Dryadanthe tetrandra* (Bunge) Juz. образуют комплексы с дриадовыми тундрами и криофитными степями (Волков, 2013). В других местах Курайского хребта (рис. 1, точка 2; рис. 4) и на Южно-Чуйском хребте криофитные подушечники формируют хорошо дифференцированный пояс. Преобладание в экосистемах подушечных жизненных форм О.Е. Агаханянц (1981) считает свидетельством криофилизации растительного покрова.

Таким образом, в Юго-Восточном Алтае дифференциация криофитных и нагорно-ксерофитных подушечников обычно хорошо выражена морфологически (Волков, 2002) и экологически (рис. 5); различия этих сообществ подушковидных растений в Средней Азии описаны в работе М.Б. Кривоноговой (1960). Поэтому нельзя согласиться с отнесением О.Е. Агаханянцем (1981) сообществ *Dryadanthe tetrandra* к нагорным ксерофитам и игнорированием другой экологически цельной группы подушковидных растений – криофитных подушечников. Даже в горах ультраконтинентальной группы поясности экологическая специфика подушечников хорошо выражена. Например, в поясе подушечников и эукриофитных аяниевых пустынь на восточном Памире на высотах 4200 (4300)-4700 (4800) м н.у.м. БС наибольшие площади занимают специфические, совершенно своеобразные эукриофитные подушечники, где господствует *Ajania tibetica* (Hook. f & Thomson ex C.V. Clarke) Tzvelev, а сообщества *D. tetrandra* занимают относительно небольшие площади (Станюкович, 1973), обычно встречаясь в наиболее увлажненных местообитаниях возле ледников (Агаханянц, 1981). Подушковидные растения *Oxytropis immersa* (Baker ex Aitch.) Bunge ex В. Fedtsch., *Potentilla pamiroalaica* Juz., которые произрастают там, где осадков несколько больше (Станюкович, 1973), скорее всего, относятся к переходному между криофитными и нагорно-ксерофитными подушечниками типу – криоксерофитным подушечникам. На Алтае к такой группе можно отнести *Stellaria petraea* Bunge, *Eremogone formosa* (Fisch. tx Ser.) Fenzl, *E. mongolica* (Schischk.) Ikonn., *Oxytropis physocarpa* Ledeb., *Eritrichium pulviniforme* Popov.

Нагорно-ксерофитные подушечники в Восточном Памире представлены сообществами с доминированием различных видов колючих подушковидных растений из рода *Acantholimon*, которые приурочены к высотам 3300-4300 м н.у.м. БС и особенно многочисленны на высотах 3300-3600 м н.у.м. БС (Станюкович, Кривоногова-Станюкович, 1973). Необходимо упомянуть еще одну

экологическую группу – подушковидных растений опустыненных степей, к которым в Юго-Восточном Алтае можно отнести *Oxytropis kossinskyi* B. Fedtsch. & Basil., *Rhinactinidia eremophila* (Bunge) Botsch., а в Туве – *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge. К этим сообществам с доминированием этих видов в большей степени подходит название «ксерофитные подушечники». Таким образом, среди сообществ подушковидных растений можно выделить 5 групп, ценообразователи которых относятся к эукриофитным, криофитным, криоксерофитным, нагорно-ксерофитным и ксерофитным подушковидным растениям. Из них представители последних четырех групп встречаются в Юго-Восточном Алтае, но только сообщества криофитных и нагорно-ксерофитных подушечников образуют здесь достаточно хорошо выраженные пояса растительности.



Рис. 4. Сообщество с доминированием *Potentilla biflora* на выположенном гребне Курайского хребта (фото И.В.Волкова).

Криофитные подушечники Монгольского Алтая с доминированием *Stellaria pulvinata* Grubov и *Eremogone formosa* (Волкова, 1994; Бочарников, 2021) по сути являются криоксерофитными подушечниками. Отсутствие настоящих криофитных подушечников в Монгольском Алтае, возможно, связано с их исчезновением в ксерическую стадию в начале голоцена, которую они смогли пережить в более северных и высоких горах Русского Алтая.

Формирование нагорных ксерофитов происходило в прилегающих к Юго-Восточному Алтаю территориях в основном автохтонно, о чем свидетельствует большое значение в их сообществах видов с южносибирским ареалом (включая доминантов), а преобладание видов с центральноазиатско-южносибирским ареалом (Волков, 2003) подтверждает связи с нагорно-ксерофитными флорами Центральной Азии, которые формировались в ксерические стадии изменения климата. То есть изменения климата для криофитных и ксерофитных подушечников в Юго-Восточном Алтае имели совершенно различные последствия. Сдвиг поясов вверх, связанный с ксерической стадией начала голоцена, который, вероятно, едва не уничтожил сообщества криофитных подушечников, был причиной появления на этой территории (скорее всего, вторично) сообществ пустынных растений и нагорно-ксерофитных подушечников (Волков, 2003, 2008). В результате похолодания и гумидизации климата во второй половине голоцена произошла фрагментация и деградация пустынной растительности в Чуйской котловине и уменьшение ареала нагорных ксерофитов (остролодочниковотрагакантовые фитоценозы на песках Эрзина к югу от хребта Танну-Ола в Туве, вероятно, являются реликтом ксерической стадии голоцена). Но, если пустыни и криофитные подушечники находятся на противоположных пределах экологической толерантности в системе

высотной поясности Юго-Восточного Алтая, то трагакантовоостролодочниковые сообщества занимают высоты, оптимальные по климату, что определяет их более значительное как площадное (на всех хребтах, окружающих Чуйскую котловину), так и высотное распространение. На Южно-Чуйском хребте трагакантовоостролодочниковое сообщество было отмечено нами на высоте 2658 м н.у.м. БС среди дриадовых тундр и кобрезиевников (рис. 1, точка 4). В этой связи представляет интерес утверждение А.И. Толмачёва (1948) о том, что нет и не может быть прямых переходов между тундровыми и нагорно-ксерофитными формациями. Из-за криофилизации гораздо более высоко расположенных поясов растительности гор внутриконтинентальной Азии горные тундры, развивающиеся в условиях умеренно сухой и холодной среды (Седельников, 1988), полностью замещаются более криофильными кобрезиевниками, а на верхней ступени – криофитными подушечниками. Поэтому здесь не может быть переходов между сообществами тундр и нагорных ксерофитов.

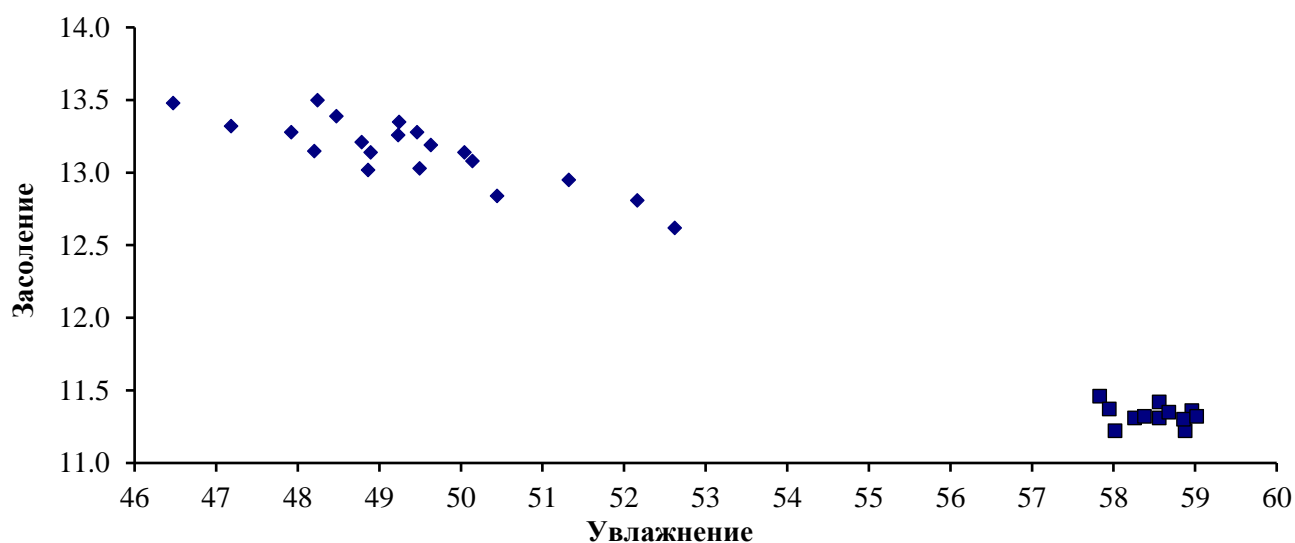


Рис. 5. Положение интегральных оптимумов (линий минимального конфликта) видового состава (с учетом проективного покрытия) фитоценозов трагакантовоостролодочниковых (слева) и криофитных подушечников с доминированием *Potentilla biflora* (справа) на территории Юго-Восточного Алтая в пространстве экологических факторов увлажнения (ось абсцисс), богатства и засоления (ось ординат) и полученное в результате обработки массива геоботанических описаний в программе IBIS 7.2 (автор программы А.А. Зверев) с использованием экологических шкал А.Ю. Королюка (2006).

В Алтае-Саянской горной стране тундры как бы накрывают остальные пояса растительности (Седельников, 1988). Исключение составляет самый аридный сектор, где верхний пояс образуют криофитные подушечники, и самый гумидный, где верхнюю границу растительности образуют высокогорные луга. На хребтах Юго-Восточного Алтая с аридным климатом, в высокогорьях, горно-тундровые экосистемы частично замещаются на кобрезиевниковые и осочниковые (Намзалов, 2015). Такой тип поясности, включающий среднегорный опустыненно-степной и комплексный высокогорный (криоксерофитные высокогорные степи, ксерокриофитные кобрезиевники и криопсихрофитные тундры) на Юго-Восточном Алтае, в высокогорьях, окружающих Чуйскую котловину, является основным вариантом аридного типа поясности. Тундры здесь в основном характерны для склонов северной и западной экспозиций, в средней части которых часто имеется лесной пояс, а нижний уровень занят степной растительностью – это бореальный тип поясности, по А.А. Юнатову (1950), хотя его можно считать особым вариантом из-за преобладания в верхней части дриадовых тундр. Причем верхний пояс в обоих вариантах поясности могут образовывать криофитные подушечники, более широкий ареал которых по сравнению с нагорно-ксерофитными подушечниками связан с уменьшением связи высокогорных климатов с зональными по мере роста абсолютных высот. Поэтому выделение К.В. Станюковичем (1973) в Юго-Восточном Алтае колонки

поясов опустыненных и настоящих степей и высокогорных тундр и мнение Г.Н. Огуреевой (1980) о том, что для этой территории свойственен тундрово-степной (Чуйский вариант) пояса, являются чересчур сильными ботанико-географическим упрощениями. Как отмечал О.Е. Агаханянц (1981), в аридных горах совмещение различных типов пояса может наблюдаться даже на склоне одной экспозиции.

Тем не менее, в высокогорьях Юго-Восточного Алтая горные тундры широко распространены и часто образуют комплексную растительность с кобрезиевниковыми сообществами. В высотном трансекте возле пос. Кош-Агач (рис. 1, точка 1) остепненные дриадовые тундры (тундростепи) по западным склонам лощин спускаются до высоты 2270 м н.у.м. БС, в то время как на склонах восточной экспозиции буквально в десятке метров от них произрастают трагакантовоостролодочниковые сообщества. Уже несколько южнее, в высокогорьях Монгольского Алтая, значение горных тундр сильно уменьшается (Волкова, 1994), как, по нашим наблюдениям, уменьшается и их значение в формировании высокогорной растительности хребта Сайлюгем на границе между Юго-Восточным и Монгольским Алтаем (рис. 1, точка 4).

Как отмечает А.А. Юнатов (1950), аридный тип пояса характеризуется большой амплитудой поясных смен, но, с другой стороны, ему свойственно выпадение или полное сокращение некоторых поясов. В Юго-Восточном Алтае этот тип пояса в верхней части высокогорной зоны (там, где хватает высоты гор) может включать пояс криофитных подушечников и нагорно-ксерофитных подушечников – в ее нижней части. Например, трансект растительности на Южно-Чуйском хребте (рис. 1, точка 3) включает пояса (снизу вверх): 1) горно-степной (с преобладанием псаммофитной степной растительности), 2) нагорных ксерофитов (трагакантовоостролодочниковые сообщества), 3) высокогорно-степной (индицируемый криофитными степными сообществами), 4) тундровый (кобрезиевниково-тундровые комплексы), 5) пояс криофитных подушечников.

Тенденция к формированию полночленного типа пояса аридного класса, включающего фрагменты пустынь, нагорные ксерофиты, высокогорные степи и криофитные подушечники, на территории Юго-Восточного Алтая наблюдается локально на южном макросклоне Курайского хребта, выходящем в Чуйскую котловину (рис. 1, точка 1), что связано с ограниченным распространением пустынной растительности в котловине.

Совмещение тундр с криофитными и нагорно-ксерофитными подушечниками, степями и пустынными фитоценозами в системе высотной пояса Алтайской горной страны отражает ее переходный характер между бореальной областью и внутриконтинентальными аридными горами и определяет высокое экологическое разнообразие растительности, свойственное ботанико-географическим экотонам, что подтверждает мнение В.П. Седельникова (1988) о том, что Алтайская горная страна представляет большой научный интерес для понимания закономерностей формирования растительности Северной и Центральной Азии.

Выводы

Структурно-экологические особенности фитоценозов с доминированием подушковидного растения *Oxytropis tragacanthoides*, отдаленные флористические связи с нагорно-ксерофитной растительностью Центральной Азии и закономерная роль в формировании аридного класса пояса позволяют рассматривать их на территории гор Южной Сибири не как специфическую формацию степной растительности, а как сообщества нагорных ксерофитов на северном пределе их ареала во внутриконтинентальных горах Азии.

Финансирование. Исследование выполнено на оборудовании Уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ при финансовой поддержке Минобрнауки России (РФ-2296.61321X0043, 13.УНУ.21.0005, договор № 075-15-2021-672) и при поддержке Программы развития Томского государственного университета («Приоритет-2030»), проект №НИР 2.2.2.22 ОНГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаханянц О.Е. 1981. Аридные горы СССР. М.: Мысль. 268 с.
Агаханянц О.Е. 1986. Ботаническая география СССР. Минск: Вышэйшая школа. 175 с.

- Арустамова Д.М. 1975. О трагакантниках Армянской ССР // Биологический журнал Армении. Т. XXVIII. № 2. С. 50-53.
- Бобровская Н.И. 1991. Водный режим растений степей и пустынь Монголии // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова. Вып. 3. 154 с.
- Бочарников М.В. 2021. Распространение видов ценофлор криофитных степей и подушечников с участием *Stellaria pulvinata* Grub. в Монгольском Алтае // Аридные экосистемы. Т. 27. № 1 (86). С. 62-73. [Bocharnikov M.V. 2021. Species Distribution in Cenofloras of the Cryophytic Steppes and Cushion Plants with the Participation of *Stellaria pulvinata* Grub. in the Mongolian Altai // Arid Ecosystems. 2021. Vol. 11. No. 1. P. 52-61.]
- Волков И.В. 2002. Морфологическое строение подушковидных растений Юго-Восточного Алтая // Ботанический журнал. Т. 87. № 8. С. 81-88.
- Волков И.В. 2003. Подушковидные растения Юго-Восточного Алтая. Томск: Изд-во ТГПУ. 199 с. [Электронный ресурс http://ashipunov.info/shipunov/school/books/volkov2003_podushkovidn_rast.pdf (дата обращения 02.04.23)].
- Волков И.В. 2008. Анализ особенностей распространения ксерофитной растительности Чуйской котловины в связи с изменениями климата голоцена // Бюллетень Ботанического сада института ДВО РАН. Вып. 2. С. 24-29.
- Волков И.В. 2013. Особенности распространения, синморфологии и экологии дриадовых тундр в Республике Алтай // Вестник ТГПУ. Вып. 8 (136). С. 101-107.
- Волкова Е.А. 1994. Ботаническая география Монгольского и Гобийского Алтая // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Вып. 14. 132 с.
- Волкова Е.А. 2016. Б.Б. Намзалов. Степи Тувы и Юго-Восточного Алтая. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». 2015. 294 с. // Растительность России № 28. С. 141-144.
- Залетаев В.С. 1976. Жизнь в пустыне (географо-биогеоценотические и экологические проблемы). М.: Мысль. 271 с.
- Камелин Р.В. 1998. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: Изд-во АГУ. 240 с.
- Королюк А.Ю. 2006. Экологические оптимумы растений Южной Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Вып. 12. С. 3-28.
- Кривоногова М.Б. 1960. Подушечники и колючеподушечники, их географическое распространение и основные особенности // Проблемы ботаники. Т. V: Материалы по изучению флоры и растительности высокогорий. М.-Л. С. 243-353.
- Куминова А.В. 1960. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во АН СССР. 450 с.
- Намзалов Б.Б. 2015. Степи Тувы и Юго-Восточного Алтая. Новосибирск: Гео. 294 с.
- Намзалов Б.Б., Королюк А.Ю. 1991. Классификация степной растительности Тувы и Юго-Восточного Алтая. Новосибирск: Изд-во ЦСБС. 84 с.
- Огуреева Г.Н. 1980. Ботаническая география Алтая. М.: Наука. 188 с.
- Пешкова Г.А. 2001. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. 192 с.
- Рачковская Е.И. 1993. Растительность Гобийских пустынь Монголии. СПб.: Наука. 135 с.
- Сафронова И.Н. 2019. Полупустыня – парадокс XX века // Аридные экосистемы. Т. 25. № 1 (78). С. 3-9. [Safronova I.N. 2019. Semidesert is the Paradox of the Twentieth Century // Arid Ecosystems. Vol. 9. No. 1. P. 1-6.]
- Седельников В.П. 1998. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука. 221 с.
- Седельников В.П. 2015. Высокогорная растительность Северной Азии: дриадовые тундры // Сибирский экологический журнал. Т. 3. С. 331-344.
- Сочава В.Б. 1956. Введение в обзор растительного покрова СССР на основе «Геоботанической карты». Масштаб 1:400000 // Растительный покров СССР. С. 9-60.
- Станюкович К.В., Кривоногова-Станюкович М.В. 1973. Колючеподушечники рода *Acantholimon* на Памире, их геоботаническая характеристика и высотное размещение // Проблемы биогеоценологии, геоботаники и ботанической географии. Л.: Наука. С. 280-287.
- Станюкович К.В. 1973. Растительность высокогорий СССР. Душанбе: Дониш. 411 с.
- Толмачёв А.И. 1948. Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов северного полушария // Ботанический журнал. Т. 33. № 2. С. 161-180.
- Щукин И.С. 1959. Жизнь гор. Опыт анализа горных стран как комплекса поясных ландшафтов. М.: Государственное издательство географической литературы. 287 с.
- Юнатов А.А. 1950. Основные черты растительного покрова МНР // Труды Монгольской комиссии. М.-Л. Вып. 39. 223 с.
- Körner Ch. 1999. Alpine Plant Life. Berlin-N.Y.: Springer. 338 p.