

ПОТЕНЦИАЛЬНО УЯЗВИМЫЕ В СВЯЗИ С ГЛОБАЛЬНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ВИДЫ РАСТЕНИЙ АЛТАЕ-САЯНСКОГО ЭКОРЕГИОНА

И.А. Артемов

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: Artemov_1@mail.ru

Для различных горных систем Алтае-Саянского экорегиона выделены высокогорные узкоэндемичные виды растений, потенциально уязвимые в связи с глобальными климатическими изменениями.

Ключевые слова: глобальные климатические изменения, Алтае-Саянский экорегион, уязвимые виды растений.

PLANT SPECIES POTENTIALLY VULNERABLE IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE IN THE ALTAI-SAYAN ECOREGION

I.A. Artemov

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: Artemov_1@mail.ru

High mountain, locally endemic plant species potentially vulnerable in the context of global climate change are singled out for the mountain systems of the Altai-Sayan Ecoregion.

Key words: global climate change, Altai-Sayan Ecoregion, vulnerable plant species.

ВВЕДЕНИЕ

В XXI в., согласно оценкам влияния глобальных климатических изменений на горные экосистемы, предполагается значительное сокращение площади местообитаний многих видов высших сосудистых растений. Так, в горах Европы к 2070–2100 гг. при потеплении климата на 5.6 °С будут утеряны более 80 % местообитаний для 36–55 % альпийских и 31–51 % субальпийских видов (Engler et al., 2011). В горах Алтае-Саянского экорегиона, по различным сценариям, к 2080 г. сократится площадь высокогорий на 10–23 % (Чебакова и др., 2011).

Для европейских горных экосистем на большом фактическом материале показано, что вследствие климатических изменений происходит постепенная трансформация (“термофилизация”) высокогорных растительных сообществ. Это проявляется в изменении проективного покрытия отдельных видов, а также в изменении видового состава сообществ за счет вертикальной миграции и внедрения более теплолюбивых видов нижележащих поясов растительности и выпадения более холодоустойчивых, но менее конкурентоспособных видов. За время наблюдений с 2001 по 2008 г. была зафиксирована термофилизация сообществ на величину в 5 %, тогда как 100 % соответствует высотному смещению видов и растительных сообществ вверх на один пояс. Это, в частности, означает, что в Альпах местообитания открытых и разрежен-

ных субнивальных сообществ в течение 150 лет будут колонизированы видами альпийских лугов (Gottfried et al., 2012).

Скорость и особенность вертикальных миграционных процессов в значительной степени зависят от экотопологических предпочтений отдельных видов и их физиологических особенностей. Поскольку большинство альпийских видов являются долгоживущими, следует ожидать заметное запаздывание между климатическим потеплением и миграционным откликом. Поэтому серьезные угрозы для биоразнообразия высокогорных видов могут не быть очевидными в пределах нескольких десятилетий (Pauli et al., 2003b). Кроме того, значительная гетерогенность микроклиматических условий и большая вертикальная протяженность в горах могут способствовать сохранению видов как в локальных рефугиумах, так и вследствие их вертикальной миграции. Однако второе условие оказывается невыполнимым для видов, обитающих на вершинах. Эти виды могут сократить численность и даже исчезнуть как вследствие изменения абиотических факторов, так и за счет конкурентного вытеснения мигрантами из нижележащих поясов растительности (Grabherr et al., 1994; Pauli et al., 2003a). Серьезной угрозе исчезновения в данном случае подвергаются узколокальные эндемики, представленные малым числом популяций, например *Draba ladina*

Вг.-Вл., произрастающая на нескольких вершинах в пределах небольшого ареала в Восточной Швейцарии (Gottfried et al., 1999). Следует отметить, что среди угрожаемых эндемичных высокогорных видов могут быть как растения-ультраореофиты, произрастающие у предела распространения растительности, так и растения субальпийского и нижней части альпийского пояса, поскольку многие эндемики альпийской флоры имеют реликтовые ареалы на изолированных невысоких периферических хребтах (Pawłowski, 1970).

Принимая во внимание общие тренды климатической обусловленной трансформации растительного покрова высокогорий, можно предположить, что в горах Алтае-Саянского экорегиона в первую очередь пострадают флора и растительность субнивального пояса на вершинах наиболее высоких хребтов и горных массивов Юго-Западной Тувы (массив Монгун-Тайга), Центрального и Юго-Восточного Алтая (хребты Катунский, Северо- и Южно-Чуйский, Сайлюгем). Также окажутся под угрозой высокогорья горных систем и хребтов периферической части региона на Кузнецком Алатау, в Западном и Северном Алтае, где наиболее высокие вершины заняты субальпийскими и альпийскими растительными сообществами. Высокогорные виды, произрастающие на отдельных вершинах и лишенные возможности миграции, при вертикальном смещении растительных поясов окажутся в своего рода ловушках и будут в своем большинстве вытеснены видами нижележащих поясов растительности: альпийскими и субальпийскими в центральной части региона, субальпийскими и лесными на его периферии. При этом если широко распространенные виды будут иметь возможность сохраниться на дру-

гих, более высоких вершинах и хребтах в пределах региона или в иных горных системах, например *Rhodiola coccinea* (Royle) Boriss. на Тянь-Шане и Памире, а *Saussurea glacialis* Herd – в Гималаях, то локальные эндемики будут подвергаться серьезной угрозе полного исчезновения.

Следует отметить, что при подготовке региональных Красных книг различных субъектов Российской Федерации Алтае-Саянского экорегиона данный вид угроз для локальных эндемиков во внимание не принимался. В связи с этим становится достаточно актуальным выявление высокогорных узкоэндемичных видов Алтае-Саянского экорегиона, существование которых находится или может оказаться под угрозой в связи с трансформацией горных экосистем, обусловленной глобальным потеплением климата.

Первая попытка обозначения видов растений Алтае-Саянского экорегиона, потенциально подверженных негативному влиянию вследствие прогнозируемого глобального потепления, была предпринята Н.М. Чебаковой с соавторами (2011). В список вошли главным образом высокогорные виды, включенные по тем или иным причинам в качестве угрожаемых и уязвимых в региональные Красные книги. В результате такого довольно формального подхода в качестве видов экорегиона, подвергающихся угрозе в связи с глобальным потеплением, наряду с действительно редкими и эндемичными высокогорными растениями, рассматривались широко распространенные и даже фоновые виды, например *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjin и *Erythronium sibiricum* (Fisch. et S.A. Mey.) Kryl., а также виды с голарктическим ареалом или почти космополиты, например *Botrychium lunaria* (L.) Sw. и *Asplenium viride* Huds.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Выбор локальных высокогорных эндемиков Алтае-Саянского экорегиона, потенциально уязвимых в связи с глобальными климатическими изменениями, осуществлялся посредством экспертной оценки на основании литературных источников, содержащих данные по географии и экологии видов: Флоры Сибири (1987–2003), Красной книги Российской Федерации (2008) и региональных Красных книг – Кемеровской области (2000), Алтайского (2006) и Красно-

ярского (2005) краев, республик Алтай (2007), Тыва (1999) и Хакасия (2002), протоколов сравнительно недавно описанных видов (Ханминчун, 1983; Ревушкин, Эбель, 1998; Смирнов, 2004; Пяк, Щеголева, 2006; Эрст, 2007) и специальных публикаций (Пяк, 2003; Ключевые... территории..., 2009; Руак et al., 2008). В ряде случаев использовались материалы Гербария Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже предлагается краткий обзор основных горных систем Алтае-Саянского экорегиона с указанием узкоэндемичных высокогорных видов, потенциально угрожаемых в связи с климатическими изменениями. В перечень не вошел Салаирский кряж, так как на нем отсутствуют высокогорья, и хребет Академика Обручева, поскольку в его высокогорьях не отмечены локальные эндемики.

Кузнецкий Алатау представляет собой нагорье с преобладанием низко- и среднегорного рельефа, на фоне которого выделяются куполовидные и плоские вершины. На преобладающем большинстве вершин формируются сообщества субальпийского пояса, свойственные диапазону высот от 1500 до 1650 м над ур. м., – кедрово-пихтовые редины, заросли субальпийских кустарников и субальпийские дуга. Наибо-

лее высокие вершины сосредоточены в центральной части нагорья и достигают 1800–2200 м над ур. м. На них представлены альпийские луга и тундры, произрастает ряд высокогорных видов и подвидов, нигде на территории нагорья более не встречающихся: *Avenula hookeri* (Scribner) Holub subsp. *schelliana* (Hackel) Lomonosova, *Cardamine bellidifolia* L., *Draba fladnizensis* Wulfen, *Saxifraga terekensis* Bunge, *Potentilla gelida* C.A. Mey., *Thermopsis alpina* (Pall.) Ledeb., *Sajanella monstrosa* (Willd. ex Spreng.) Sojak, *Dasystephana algida* (Pall.) Borkh., *Pedicularis oederi* Vahl, *Erigeron uniflorus* L. subsp. *eriocalyx* (Ledeb.) A. et D. Löve, *Saussurea schanginiana* (Wydł.) Fisch. ex Herd. и др. (Буко, Шитикова, 2001; Буко, 2003).

Очевидно, что при климатически обусловленном облесении высокогорий Кузнецкого Алатау, альпийские и отчасти субальпийские виды исчезнут с этой территории. Однако в масштабах Алтае-Саянского региона утраты в данном случае будут минимальны, поскольку преобладающее большинство высокогорных видов Кузнецкого Алатау обладают б. м. обширным ареалом, обычны и, как правило, обильны на более высоких хребтах центральной части региона. Исключение составляет эндемичный вид *Adenophora golubinzeviana* Reverd., ареал которого, кроме Кузнецкого Алатау, распространяется на Горную Шорию и северо-западные отроги Западного Саяна. Вид встречается на полидоминантных, горькушевых и левзеевых лугах и в кустарниковых зарослях субальпийского пояса (Седельников, 1979). *Adenophora golubinzeviana* включен в Красные книги Кемеровской области (2000) и Республики Хакасия (2002) в качестве редкого и эндемичного. Лимитирующие факторы и тенденции изменения ареала и численности популяций вида не изучались.

Западный и Северный Алтай. На Алтае при глобальном потеплении в первую очередь окажутся под угрозой высокогорные сообщества на относительно невысоких периферийных северо-западных хребтах – Коргонском, Башчелакском, Ануйском, Чергинском, Семинском, Иолго, Сумультинском. Отдельные вершины этих хребтов достигают высот 2000–2700 м над ур. м. и демонстрируют достаточно богатое разнообразие высокогорных сообществ и видов, среди которых заслуживают особого внимания два локальных эндемика: *Viola fischeri* W. Becker и *Ranunculus schischkinii* Revushkin. *Viola fischeri* известна из местонахождений на вершине горы Синюха на Кольванском хребте и на Коргонском Белке, где произрастает на низкотравных субальпийских лугах. Вид включен в Красную книгу Алтайского края (2006) в качестве узколокального эндемика, уязвимого вследствие своей малочисленности и антропогенной нагрузки. *Ranunculus schischkinii* встречается в наиболее приподнятой части Семинского хребта – на горах Сарлык и Курата, где произрастает на альпийских лугах и нивальных лужайках.

Центральный и Юго-Восточный Алтай, Юго-Западная Тува. Наибольшей высоты горы Алтае-Саянского региона достигают в Центральном и Юго-Восточном Алтае и Юго-Западной Туве. В этой части региона сравнительно большие площади заняты ледниками, отчетливо выражены альпийский и гольцовый типы рельефа с богатой флорой и разнообразной растительностью. Между тем доля высокогорных эндемиков во флоре Алтая и Юго-Западной Тувы, по крайней мере петрофитов, невелика (Пяк, 2003). Из них виды *Ranunculus revushkinii* A.I. Pjak et Schegoleva, *R. akkemensis* Polozhij et Revyak., *Cancrinia krasnoborovii* V. Chan., *Draba sapozhnikovii* A.L. Ebel растут в субнивальном и альпийском поясах. Виды *Saussurea revjakinae* S. Smirnov, *Mesostemma martjanovii* (Kryl.) Ikonn., *Delphinium reverdattoanum* Polozhij et Revyak., *Ranunculus schmakovii* A. Erst, *Astragalus aksaicus* Schischk. более характерны для альпийского и субальпийского поясов. Из перечисленных видов особого внимания заслуживают два узколокальных эндемика: *Cancrinia krasnoborovii* и *Saussurea revjakinae*. Первый вид известен из единственного местонахождения на горе Эрен-Карагач на юге хр. Чихачева, где был отмечен на глинистых пятнах среди щебнистых осыпей на высоте 2750 м над ур. м. (Ханминчун, 1983). *Saussurea revjakinae* отмечена в нескольких точках в верховьях р. Мульта на северном макросклоне Катунского хребта, где произрастает на курумах в субальпийском и альпийском поясах в пределах высот 2000–2300 м над ур. м. (Смирнов, 2004).

Остается открытым вопрос, насколько положение высокогорных петрофитов будет угрожаемым в связи с климатическими изменениями. С одной стороны, очевидно, что заселение каменистых местообитаний требует от видов определенной специализации, в связи с чем конкурентный пресс со стороны мигрантов из нижележащих поясов будет ослаблен. Однако, по крайней мере в гумидных высокогорьях, курумы обычно зарастают как субальпийским высокоотравьем, так и лесом. С другой стороны, каменистые местообитания, как правило, мозаичны и далеко не всегда соединены транзитными зонами, что служит дополнительным препятствием для вертикальной миграции населяющих их видов. В результате такие петрофиты, как, например, *Saussurea revjakinae*, могут оказаться “в ловушке” и элиминированы до того, как они достигнут вершины.

Из перечисленных эндемиков виды *Cancrinia krasnoborovii* и *Mesostemma martjanovii* включены в качестве редких и эндемичных в Красные книги Республик Тыва (1999) и Алтай (2007). Вид *Astragalus aksaicus* включен в качестве редкого в Красную книгу РФ (2008) и как уязвимый вследствие “высокой пастбищной нагрузки” и “хозяйственного освоения территории” – в Красную книгу Республики Алтай (2007).

Западный Саян на всем протяжении поднимается выше пределов распространения лесной раститель-

ности, однако самые высокие вершины не превышают 3000 м над ур. м. Преобладающие типы высокогорного рельефа – альпийский, представленный сильно изрезанными хребтами и островершинными пиками, и гольцовый – со слабо расчлененными куполовидными вершинами. Высокогорная растительность Западного Саяна подразделяется главным образом на субальпийский и альпийский пояса. Нивальный пояс выражен только в юго-западной, наиболее приподнятой части горной системы (Красноборов, 1976).

В качестве потенциально угрожаемых высокогорных эндемиков Западного Саяна следует обратить внимание на *Aconitum sajanense* Kumin. и *Veronica sajanensis* Printz. Первый вид известен из восьми местонахождений в центральной части Западного Саяна восточнее Енисея. Он произрастает в субальпийском поясе на высоте 1400–2030 м над ур. м. на высокоотравных субальпийских лугах, также поднимается в кустарниковые моховые тундры. *Veronica sajanensis* встречается в восточной части Западного Саяна и западной части Восточного Саяна. Она произрастает в субальпийском поясе на высоте 1350–1700 м над ур. м. на высокоотравных субальпийских лугах и в субальпийских редколесьях.

Оба вида включены в Красные книги Республики Тыва (1999) и Красноярского края (2005), главным образом в качестве редких и эндемичных. Исключение составляет *Aconitum sajanense*, который для Тывы принимается как уязвимый. В качестве лимитирующих факторов для этих видов указывается пастбищная дигрессия субальпийских лугов.

Сравнительно недавно Н.В. Степановым (1993) были описаны *Aconitum bujbense* Stepanov и *A. tanzybeicum* Stepanov, в настоящее время известные из немногих местонахождений на юге Красноярского края. Оба вида произрастают в субальпийском поясе, первый – на высокоотравных лугах и в редколесьях, второй – на высокоотравных лугах, осыпях и курумах. Виды внесены в Красную книгу Красноярского края (2005): *Aconitum bujbense* – как редкий и *A. tanzybeicum* – как уязвимый. Лимитирующим фактором этих видов, по мнению Н.В. Степанова, является пастбищная дигрессия местообитаний, что несколько удивительно для курумов и осыпей и даже для высокоотравных лугов, если принять во внимание, что акониты скотом не поедаются. Возможно, определенную угрозу для данных видов представляет нарушение местообитаний при рекреационном освоении территории вдоль федеральной трассы, а также потенциальное нарушение местообитаний, обусловленное климатическими изменениями.

Восточный Саян в его северо-западной части образован невысокими плосковершинными хребтами высотой 1600–2300 м над ур. м. В месте стыка с Западным Саяном и юго-восточнее отдельные хребты имеют выраженный альпийский рельеф и достигают

2500–3000 (3500) м над ур. м., ограничивая Центральное-Саянское плоскогорье. Высокорья Восточного Саяна представлены субальпийским, альпийским и нивальными поясами. Основную роль в формировании растительного покрова играют горные тундры, особенно дриадовые, альпийские луга, кобрезиевники, субальпийские кустарники. Число эндемичных видов в высокогорной флоре невелико. Это, в частности, связано с тем, что Восточный Саян не представляет собой достаточно обособленной горной системы (Мальшев, 1965). В качестве видов, потенциально угрожаемых в связи с глобальным потеплением, в высокогорной флоре Восточного Саяна можно отметить локальные эндемики *Aconitum popovii* Steinb. et Schischk. ex Sipliv. и *Saussurea squarrosa* Turcz. Первый вид известен из трех местонахождений на Тункинском хребте, где произрастает в субальпийском поясе на умеренно увлажненных луговых склонах на высоте 1900–2000 м над ур. м. *Saussurea squarrosa* отмечена в нескольких точках в Бельских горах, Китойских и Тункинских альпах, на плато Нуху-Дабан, где произрастает в субальпийском и нижней половине альпийского пояса на сухих скалах, осыпях, каменистых полудадернованных южных склонах, сложенных известняком.

Хребты Западный и Восточный Танну-Ола составляют центральную часть гор Южной Тувы, выступающих в качестве водораздела между бассейном Енисея и бессточной Котловиной Больших Озер. На Западном Танну-Ола хорошо представлены как альпийские формы рельефа (гряды, гребни с крутыми отвесными склонами, кары), так и выровненные участки (каменистые россыпи). Восточный Танну-Ола, в отличие от Западного, представляет собой менее расчлененное горное сооружение с пенепенизированными поверхностями. Абсолютные высоты Западного Танну-Ола в его западной, наиболее приподнятой части превышают 3000 м над ур. м., абсолютные высоты Восточного Танну-Ола не превышают 2700 м над ур. м. Растительный покров высокогорий представлен криофитными степями, кобрезиевниками, альпийскими лугами, ерниками, травянистыми и щебнистыми тундрами.

Из высокогорий на южном макросклоне Западного Танну-Ола в бассейне р. Теректиг описан локальный эндемик *Aconitum krasnoboroffii* Kadota. Вид произрастает на субальпийских и альпийских лугах в пределах высот 2000–2600 м над ур. м. (Kadota, 1994). До настоящего времени он известен только из классического местонахождения. Вид включен в Красную книгу Республики Тыва (1999) в качестве уязвимого.

Нагорье Сенгилен представляет собой сочетание равнинно-холмистых водоразделов с отдельными гольцовыми поднятиями или группами вершин до 3500 м над ур. м. Около половины площади нагорья занимают высокогорные растительные сообщества,

среди которых преобладают кустарниковые тундры, высокогорные степи, кобрезиевники, сообщества криофитных подушечников (Маскаев и др., 1985).

В высокогорьях нагорья произрастает несколько локальных эндемиков, из которых обращают на себя внимание *Stevenia sergievskajae* (Krasnob.) R. Kam. et Gubanov и *Taraxacum tuvense* Krasnob. et Krasnikov. Местонахождения *Stevenia sergievskajae* известны в тувинской части Сенгилена в верховьях р. Балыктыг-Хем и в его монгольской части в верховьях р. Дэлгэр-

Мурэн. Вид произрастает по южным склонам в субальпийском поясе, на щебнистых осыпях известняков и мраморов. *Taraxacum tuvense* Krasnob. et Krasnikov был описан по образцам из верховьев р. Нарын. Этот вид встречается на щебнистых осыпях в альпийском поясе. *Stevenia sergievskajae* включена в Красные книги РФ (2008) и Республики Тыва (1999) в качестве вида, уязвимого вследствие узкой экотопологической приуроченности. *Taraxacum tuvense* включен в Красную книгу Республики Тыва (1999) как редкий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявление видов растений, потенциально угрожаемых в связи с обусловленной глобальными климатическими изменениями трансформацией сообществ и местообитаний, представляет собой первый этап в ряду действий по сохранению биоразнообразия. К таким мероприятиям относится сбор и сохранение семян, проведение интродукционных экспериментов с целью сохранения видов *in situ*, отработка методик по их размножению *in vitro*.

Очевидно, что со временем, по мере того как реализация того или иного климатического сценария и ответ биоты станут более очевидными, списки угрожаемых видов будут уточняться и пополняться, в частности, за счет локальных эндемиков не только высокогорий, но и нижних поясов растительности.

ЛИТЕРАТУРА

- Буко Т.Е.** Флора заповедника “Кузнецкий Алатау”: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2003. 17 с.
- Буко Т.Е., Шитикова Е.П.** Гора Большой Каным – уникальный ботанический объект заповедника “Кузнецкий Алатау” // Проблемы охраны растительного мира Сибири: Тез. докл. Междунар. совещ. (Новосибирск, 21–24 августа 2001 г.). Новосибирск, 2001. С. 19.
- Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона: опыт выделения / И.А. Артемов, А.Ю. Королук, Н.Н. Лацинский и др.; под общ. ред. И.Э. Смелянского, Г.А. Пронькиной.** Новосибирск, 2009. 272 с.
- Красная книга Алтайского края.** Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. Барнаул, 2006. 262 с.
- Красная книга Кемеровской области.** Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Кемерово, 2000. 248 с.
- Красная книга Красноярского края: растения и грибы.** Красноярск, 2005. 386 с.
- Красная книга Республики Алтай (растения).** Горно-Алтайск, 2007. 271 с.
- Красная книга Республики Тыва: растения.** Новосибирск, 1999. 150 с.
- Красная книга Республики Хакасия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов.** Новосибирск, 2002. 264 с.
- Красная книга Российской Федерации.** Растения и грибы. М., 2008. 855 с.
- Красноборов И.М.** Высокогорная флора Западного Саяна. Новосибирск, 1976. 379 с.
- Мальшев Л.И.** Высокогорная флора Восточного Саяна. М.; Л., 1965. 368 с.
- Маскаев Ю.М., Намзалов Б.Б., Седельников В.П.** Геоботаническое районирование // Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. Новосибирск, 1985. С. 210–247.
- Пяк А.И.** Петрофиты Русского Алтая. Томск, 2003. 202 с.
- Пяк А.И., Щеголева Н.В.** Новый вид рода *Ranunculus* L. из Юго-Восточного Алтая // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова при Томском государственном университете. 2006. Вып. 96. С. 10–12.
- Ревушкин А.С., Эбель А.Л.** Новые виды рода *Draba* L. (Brassicaceae) из Горного Алтая // Там же. 1998. Вып. 99. С. 4–9.
- Седельников В.П.** Флора и растительность высокогорий Кузнецкого Алатау. Новосибирск, 1979. 168 с.
- Смирнов С.В.** Заметки по роду *Saussurea* DC. (Asteraceae) на Алтае // Turczaninowia. 2004. Т. 7, вып. 4. С. 11–17.
- Степанов Н.В.** Новые таксоны рода *Aconitum* L. (Ranunculaceae) из Западного саяна // Сиб. биол. журн. Новосибирск, 1993. Вып. 4. С. 60–64.
- Флора Сибири.** Новосибирск, 1987–2003. Т. 1–14.
- Ханминчун В.М.** Новый вид рода *Cancriinia* (Asteraceae) из Тувинской АССР // Бот. журн. 1983. Т. 68, № 3. С. 402–405.
- Чебакова Н.М., Парфенова Е.И., Бляхарчук Т.А.** Экосистемы и виды // Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: оценочный доклад / Под ред. А.О. Кокорина. М., 2011. С. 80–99.
- Эрст А.С.** Новые таксоны рода Лютик (*Ranunculus*) из Алтайской горной страны // Turczaninowia. 2007. Т. 10, вып. 2. С. 5–11.

- Engler R., Randin C.F., Thuiller W et al.** 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe // *Global Change Biol.* 2011. V. 17. P. 2330–2341.
- Gottfried M., Pauli H., Reiter K., Grabherr G.** A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming // *Diversity and distributions.* 1999. V. 5. P. 241–251.
- Gottfried M., Pauli H., Futschil A. et al.** Continent-wide response of mountain vegetation to climate change // *Nature climate change*, advance online publication [Электронный ресурс]. 2012. URL: www.nature.com/nature-climatechange (дата обращения 14.04.2012).
- Grabherr G., Gottfried M., Pauli H.** Climate effects on mountain plants // *Nature.* 1994. V. 369. P. 448.
- Kadota Y.** *Aconitum krasnoboroffii* (Ranunculaceae) – a new species from the West Sayan Mountain Range, Siberia // *J. Jap. Bot.* 1994. V. 69, No. 4. P. 214–221.
- Pauli H., Gottfried M., Dirnböck T. et al.** Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats // *Ecol. Studies.* 2003a. V. 167. P. 195–207.
- Pauli H., Gottfried M., Grabherr G.** Effects of climate change on the alpine and nival vegetation of the Alps // *J. Mountain Ecol.* 2003b. V. 7. P. 9–12.
- Pawłowski B.** Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates // *Vegetatio.* 1970. V. 21. P. 181–243.
- Pyak A.J., Shaw S.C., Ebel A.L. et al.** *Endemic Plants of the Altai Mountain Country.* Hampshire, UK, 2008. 368 p.