

РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

УДК 581.524.1

DOI: 10.15372/RMAR20210402

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ
RHODIOLA ROSEA L. (CRASSULACEAE) В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

А.Д. Самбуу¹, Д.Н. Шауло^{2*}, Е.Ю. Зыкова²

¹Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
667007, Кызыл, ул. Интернациональная, 117/а, Россия; sambu@mail.ru

²Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская 101, Россия; dshaulo@yandex.ru

В статье приведены результаты полевых исследований по биологии, экологии, продуктивности и распространению *Rhodiola rosea* в разных природных районах Тувы. Изучение флоры и растительности проводили на основе маршрутных исследований общепринятыми флористическими и геоботаническими методами в период с 2001 по 2019 г. Величины продуктивности, эксплуатационный запас и объем возможных ежегодных заготовок установлены согласно “Методике определения запасов лекарственных растений” (1986) методом конкретных зарослей. Проведенные нами исследования показали, что во флоре Тувы род *Rhodiola* L. представлен шестью видами: *Rhodiola rosea* L., *Rh. algida* (Ledeb.) Fisch. et C.A. Mey., *Rh. coccinea* (Royle) Boriss., *Rh. quadrifida* (Pall.) Fisch. et C.A. Mey., *Rh. subpinnata* (Krasnob.) Krasnob., и *Rh. pinnatifida* Boriss. Наиболее высокая продуктивность родиолы розовой наблюдается в переувлажненных приснежниковых и долинных разнотравных альпийских (1200 кг/га), а также субальпийских (850 кг/га) лугах. В крупнотравных субальпийских лугах она снижается до 230 кг/га, в злаково-осоковых – до 130 кг/га. Еще меньше родиолы розовой в кустарниковых сообществах (110 кг/га – в ивниках, 50 кг/га – в сообществах курильского чая). Для большинства районов произрастания родиолы розовой в Туве установлены биологические и эксплуатационные запасы сырья, рассчитаны объемы возможной ежегодной заготовки по каждому из них. Установлено, что суммарный биологический запас воздушно-сухого сырья родиолы розовой в Туве составляет 109.6 т эксплуатационный запас равен 76.8 т, а объем возможной ежегодной заготовки – 3.65 т. Максимальными запасами характеризуются хребты Шапшал (17.7 т), Удинский (11.5 т) и Большой Саян (11.2 т). Впервые определена общая площадь сообществ с родиолой розовой, составлена карта-схема ее ареала. Распространение *Rhodiola rosea* L. приурочено в основном к подгольцовому и гольцовому поясам Тувы, спускается по долинам рек в верхнюю часть лесного пояса.

Ключевые слова: лекарственные растения, продуктивность, запасы сырья, Республика Тыва, *Rhodiola rosea*.

Для цитирования: Самбуу А.Д., Шауло Д.Н., Зыкова Е.Ю. Биоэкологические особенности и продуктивность *Rhodiola rosea* L. (Crassulaceae) в Республике Тыва. *Раст. мир Азиатской России*. 2021;14(4):277–283. DOI 10.15372/RMAR20210402.

ВВЕДЕНИЕ

Rhodiola rosea L. – родиола розовая, “золотой корень” или “сибирский женьшень” (по-тувински “улуг-оът”, в переводе “большая или великая трава”) – ценное лекарственное растение, используемое в тибетской и монгольской медицине и народной медицине Тувы для восстановления сил и как тонизирующее средство. В настоящее время она широко применяется в составе общеукрепляющих и тонизирующих средств в восстановительной, спортивной медицине и гериатрии (Куркин, Запесочная, 1986; Саратиков, 1974; Саратиков, Краснов, 2004; Galambosi et al., 2010; Куркин, 2016). Вид интенсивно истребляется в качестве лекарствен-

ного растения, поэтому требует охраны и разработки методов по восстановлению нарушенных природных популяций. *Rhodiola rosea* L. включен в сводку “Редкие и исчезающие растения Сибири” (1980), внесен в Красные книги Российской Федерации (2008) и Республики Алтай (2017).

К данному моменту были известны только самые общие сведения о распространении и запасах сырья родиолы розовой в Туве. Цель представляемой работы:

- 1) обобщить опубликованные сведения о родиоле розовой;
- 2) уточнить ее распространение и составить карту ареала в Туве;

- 3) исследовать продуктивность и запасы сырья родиолы розовой в Туве;
- 4) выявить районы ее возможной заготовки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования по изучению распространения, биологии, экологии и продуктивности *Rh. rosea* проводились на территории Тувы с 2001 по 2019 г. Описания растительных сообществ выполнены с использованием общепринятых геоботанических методов (Воронов, 1973). Эколого-фитоценологическая характеристика дана на основе геоботанических описаний авторов.

Важной ресурсной характеристикой запасов сырья является величина массы сырья с единицы площади – биологическая продуктивность. Она характеризуется двумя параметрами: запасом фитомассы и продукцией (Методика определения..., 1986). Фитомасса складывается из двух частей: надземной и подземной. Для определения подземной фитомассы (корневищ с корнями) на каждой учетной площадке в участке ценокомплекса мы выделяли 10 квадратов со стороной 50 см, где отбирали почвенные монолиты. Корневища с корнями отмывали от почвы методом декантации с применением сита с отверстием 3 мм. Всю подземную фитомассу высушивали в течение 24 ч при температуре 50–60 °С и взвешивали. Продуктивность *Rh. rosea* выражена в килограммах на гектар (кг/га) воздушно-сухого сырья, запасы лекарственного растительного сырья – в тоннах. Величина эксплуатационного запаса и объем возможных ежегодных заготовок установлены по “Методике определения запасов лекарственных растений” методом конкретных зарослей (Крылова, Шретер, 1971; Суров, Копанева, 1976). Полученные данные проанализированы с помощью пакета программ Statistica 8.0.

Определение площадей сообществ с родиолой розовой проводили маршрутным методом. Карта распространения *Rh. rosea* составлена на основе собственных данных, полученных во время экспедиционных работ (GPS координаты), и их интерпретации с применением программного пакета ArcGIS ver. 9.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Род *Rhodiola* L. относится к семейству толстянковые – Crassulaceae и включает несколько десятков видов, широко распространенных в арктических и горных районах Евразии и в Северной Америке (Пешкова, 1994; Бялт, 2001). По систематическому положению, разработанному А. Berger (1930), род включен в подсемейство *Sedoideae*

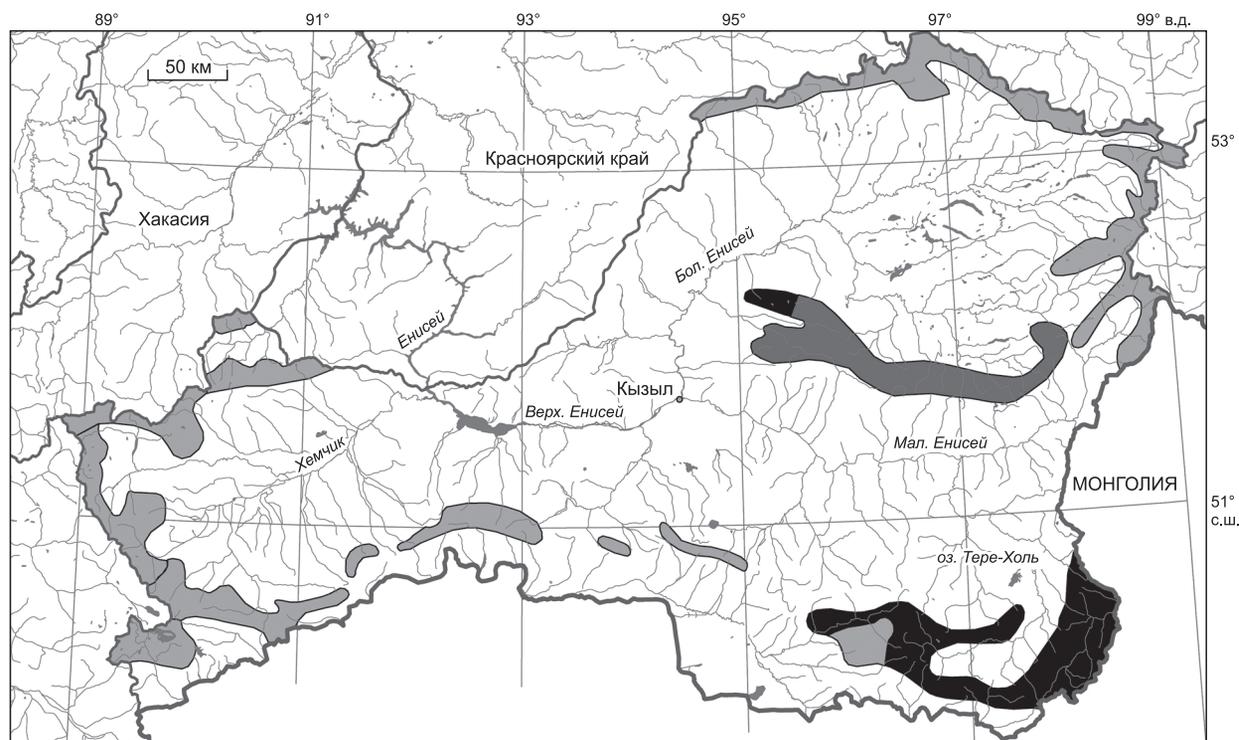
А. Berger. Во флоре Тувы род *Rhodiola* L. представлен шестью видами: *Rh. rosea* L., *Rh. algida* (Ledeb.) Fisch. et C.A. Mey, *Rh. coccinea* (Royle) Boriss., *Rh. quadrifida* (Pall.) Fisch. et C.A. Mey, *Rh. subpinnata* (Krasnob.) Krasnob., *Rh. pinnatifida* Boriss. (Культиясов, 1955). При обработке рода для “Флоры СССР” *Rhodiola rosea* L. отнесена к секции *Eu-Rhodiola* Schrenk (Борисова, 1939), а в “Конспекте флоры Восточной Европы” помещена в монотипную секцию *Rhodiola* L. (Бялт, 2012).

Rhodiola rosea L. – аркто-высокогорный вид. Его общий ареал: арктическое побережье Евразии, север Великобритании, Скандинавия, горы Центральной Европы, Малой и Средней Азии, Монголии, Китая, север Японии, арктические и горные районы Северной Америки (Ким, 1999; Бялт, 2001). Распространение на территории России: северные арктические районы европейской части, арктические районы Западной, Средней и Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также горные системы этих крупных регионов (Пешкова, 1994; Бялт, 2001, 2012; Гончарова, 2012). Высотные границы распространения вида в различных географических зонах варьируют от 900 до 4000 м над ур. м. Один из наиболее крупных участков ареала охватывает горы Южной Сибири (Алтай, Западный и Восточный Саяны, Тува и Забайкалье) (Пешкова, 1994).

Золотой корень является мезосихрофитом, он произрастает в субальпийском и альпийском поясах, характеризующихся суровым и неустойчивым погодным режимом вегетационного периода, на маломощных грубоскелетных почвах, крайне бедных питательными элементами (Ким, 1999). Вегетация *Rh. rosea* начинается в конце мая–начале июня, цветение – в конце июня–июле, плодоносит он с середины июля–в августе, семена созревают в августе–сентябре. Во второй половине вегетационного периода встречаются особи, как уже завершающие цикл развития образованием семян, так и еще цветущие: это явление свойственно многим горным растениям (Некратова, Некратов, 2005).

В Туве распространение родиолы розовой приурочено к субальпийским редколесьям, субальпийским и альпийским лугам, кустарниковым тундрам, осыпям, предпочитает же она берега горных ручьев и рек. По долинам рек родиола розовая достаточно далеко проникает в нижележащий лесной пояс. Высотные пределы ее распространения варьируют от 1400 до 2770 м над ур. м. (Суров и др., 1978; Некратова, Некратов, 2005). Почвы горно-луговые, торфянисто-перегнойные и горно-тундровые.

Нашими исследованиями установлено, что площадь ареала *Rh. rosea* в Туве составляет



- Районы распространения *Rh. rosea*
- Районы распространения *Rh. pinnatifida*
- Районы распространения *Rh. rosea* & *Rh. pinnatifida*

Карта-схема распространения *Rhodiola rosea* и *Rh. pinnatifida* в Республике Тыва.

Map-scheme distribution of *Rhodiola rosea* and *Rh. pinnatifida* in the Republic of Tyva.

Таблица 1

Продуктивность *Rhodiola rosea* L. в Республике Тыва
Productivity of *Rhodiola rosea* L. in the Republic of Tyva

Растительные сообщества; доминирующие виды	Продуктивность, кг/га
Долинные разнотравные субальпийские луга; <i>Veratrum lobelianum</i> , <i>Doronicum altaicum</i> , <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Alchemilla aperta</i> , <i>Allium schoenoprasum</i> , <i>Trollius asiaticus</i> , <i>Poa sibirica</i> , <i>Carex stenocarpa</i>	850 ± 18.4
Долинные разнотравные альпийские луга; <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Doronicum altaicum</i> , <i>Veratrum lobelianum</i> , <i>Trollius asiaticus</i> , <i>Geranium albiflorum</i> , <i>Carex aterrima</i>	720 ± 2.4
Приснежниковые луга; <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Doronicum altaicum</i> , <i>Veratrum lobelianum</i> , <i>Trollius asiaticus</i> , <i>Geranium albiflorum</i>	480 ± 2.4
Крупнотравные субальпийские луга; <i>Angelica decurrens</i> , <i>Aconitum septentrionale</i> , <i>Veratrum lobelianum</i> , <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Geranium albiflorum</i> , <i>Trollius asiaticus</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Carex stenocarpa</i>	230 ± 13.0
Субальпийские луга с преобладанием злаков и осок; <i>Poa sibirica</i> , <i>Carex aterrima</i> , <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Saussurea latifolia</i> , <i>Veratrum lobelianum</i> , <i>Geranium albiflorum</i>	130 ± 18.3
Травянистые и зеленомошные ивняки; <i>Salix glauca</i> , <i>S. coesia</i> , <i>S. nummularia</i>	110 ± 2.5
Травянистые кустарники с доминированием курильского чая; <i>Pentaphylloides fruticosa</i>	50 ± 5.1

Таблица 2

**Запасы сырья, районы и объем возможной заготовки *Rhodiola rosea* L. в Республике Тыва
(воздушно-сухое сырье)**

Raw material reserves, areas and volume of possible harvesting of *Rhodiola rosea* L. in the Republic of Tyva
(air-dry raw materials)

Местонахождение	Запасы сырья, т		Объем возможной ежегодной заготовки, т
	биологические	эксплуатационные	
1. Хребет Ергак-Таргак-Тайга	6.2 ± 0.5	4.3 ± 0.5	0.20 ± 0.2
2. Хребет Даштыг-Арт	1.8 ± 0.3	1.5 ± 0.3	0.07 ± 0.1
3. Хребет Восточный Саян	11.5 ± 1.1	8.0 ± 0.7	0.38 ± 0.3
4. Хребет Западный Саян	11.2 ± 1.1	7.8 ± 0.6	0.37 ± 0.3
5. Хребет Академика Обручева	3.3 ± 0.3	2.3 ± 0.3	0.11 ± 0.1
6. Верховья р. Кантегир	9.2 ± 0.9	6.4 ± 1.5	0.30 ± 0.3
7. Верховья р. Хемчик	7.5 ± 0.5	5.2 ± 0.5	0.25 ± 0.2
8. Верховья р. Ак-Суг	5.3 ± 0.3	3.7 ± 0.5	0.18 ± 0.1
9. Хребет Шапшал	17.7 ± 1.2	12.4 ± 1.1	0.59 ± 0.5
10. Северные склоны хр. Цаган-Шибету	1.1 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.04 ± 0.1
11. Горный узел Монгун-Тайга	1,1 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.04 ± 0.1
12. Верховье р. Моген-Бурен, р-н оз. Хиндиктиг-Холь	8.1 ± 0.6	5.7 ± 0.7	0.27 ± 0.1
13. Хребет Танну-Ола	5.2 ± 0.5	3.6 ± 0.5	0.17 ± 0.1
14. Нагорье Сангилен	13.3 ± 1.1	9.3 ± 0.7	0.44 ± 0.2
15. Бассейн р. Билин	7.1 ± 1.5	5.0 ± 0.5	0.24 ± 0.1
Итого:	109.6	76.8	3.65

Таблица 3

Площади растительных сообществ с низкой продуктивностью *Rhodiola rosea* L. в Республике Тыва

Areas of plant communities with low productivity of *Rhodiola rosea* L. in the Republic of Tyva

Местонахождение	Площадь сообществ, га	Запасы сырья, т
1. Истоки р. Ак-Суг	300	1.8
2. Левые притоки р. Ак-Хем	25	0.8
3. Левые притоки р. Бол. Он	30	1.2
4. Истоки р.Чульча	10	0.1
5. Истоки рек Биче-Даштыг-Хем, Улуг-Даштыг-Хем, Чымчак-Хем	20	1.1
6. Истоки рек Кош-Пеш, Кош-Тыш, Даштыг	50	2.1
7. Верховье р. Тагулда	40	1.7
8. Верховье р. Соруг	38	1.3
9. Верховье р. Улуг-Ашкасак	30	1.5
10. Верховье р. Алгыяк–Тооргу–Оос-Хем	105	2.2
11. Верховье р. Бедий	100	2.0
12. Верховье р. Чангыс-Ама	35	1.5
13. Верховье р. Каак-Хем	17	1.1
14. Верховье р. Хусуйн-Гол	10	0.4
15. Верховье р. Эми и ее притоки	35	1.5
16. Верховье р. Улар и ее притоки	32	1.3
17. Окрестности оз. Хиндиктиг-Холь	350	2.5
18. Истоки р. Шуй	100	2.2
19. Истоки р. Чон-Хем	100	2.2
Итого:	1427	28.5

14 102 км². Вид растет на Западном и Восточном Саяне, хребтах Танну-Ола, Цаган-Шибету, Монгун-Тайге, Чихачева, Шапшальском. На хребте Академика Обручева (водораздел рек Бий-Хем и Каа-Хем) и нагорье Сангилен родиола розовая встречается в сходных местообитаниях с родиолой перистонадрезанной (*Rh. pinnatifida*), там ее популяции представлены лишь единичными особями. Ареал обоих видов родиолы в Туве приведен на рисунке.

Уточнив ареал, мы планомерно изучили продуктивность родиолы розовой в разных сообществах и разных горных системах Тувы (табл. 1). Нашими исследованиями установлено, что суммарный биологический запас воздушно-сухого сырья родиолы розовой в Туве составляет 109.6 т; эта цифра примерно соответствует ранее опубликованным данным (99 т, см. выше). Эксплуатационный запас равен 76.8 т, а объем возможной ежегодной заготовки – 3.65 т (табл. 2). Максимальными запасами характеризуются хребты Шапшал (17.7 т), Восточный (11.5 т) и Западный Саяны (11.2 т). Для сравнения, согласно данным исследователей, в высокогорных районах Южной Сибири биологические запасы сырья родиолы розовой составляют 1204 т воздушно-сухой массы, эксплуатационные – 516 т.

Большая часть сообществ с родиолой розовой характеризуется ее низкой продуктивностью, в этом случае большая площадь не гарантирует значительные запасы сырья. К примеру, площадь сообществ с *Rh. rosea* в окрестностях оз. Хиндиктиг-Холь в 3.5 раза больше площади популяции в верховье р. Бедий, однако по запасам сырья они различаются незначительно: 2.5 т против 2.0 т. Другой пример: выявленная площадь сообществ с родиолой розовой на хр. Даштыг в 7 раз меньше хиндиктиг-хольской (50 га против 350 га), а их запас сырья почти одинаков (2.1 и 2.5 т соответственно) (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Родиола розовая – *Rhodiola rosea* L. ценный лекарственный вид с голарктическим аркто-высокогорным ареалом. В России одним из основных центров распространения являются горы Южной Сибири. Включен в Красную книгу Российской Федерации.

В высокогорных и среднегорных районах Тувы родиола розовая встречается в субальпийском и альпийском поясе, суммарная площадь ее ареала насчитывает 14 102 км². Запасы сырья родиолы розовой в Туве составляют 109.6 т, что в 6 раз меньше, чем на Алтае.

Продуктивность родиолы розовой сильно различается в разных сообществах. В большинстве мест заготавливать золотой корень нельзя, однако на переувлажненных альпийских и субальпийских лугах Западного и Восточного Саяна возможно ее ограниченное изъятие. Рекомендованная периодичность заготовки на одном месте – один раз в 30 лет при соблюдении сроков и приемов заготовки сырья (Некратова, Некратов, 2005).

Полученные результаты исследований можно использовать для разработки научной основы сохранения и рационального использования природных популяций *Rhodiola rosea*.

Благодарности. Работа выполнена в рамках Государственного задания Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН № 0307-2021-0003. Исследования проведены при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-0520819_мк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Борисова А.Г.** Crassulaceae DC. Флора СССР. Т. 9. М.; Л., 1939.
[Borisova A.G. Crassulaceae DC. Flora USSR. Vol. 9. Moscow–Leningrad, 1939. (in Russian)].
- Бялт В.В.** Crassulaceae. Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб., 2001.
[Byalt V.V. Crassulaceae. Flora of Eastern Europe. Vol. 10. St. Petersburg, 2001. (in Russian)].
- Бялт В.В.** Crassulaceae. Конспект флоры Восточной Европы. Т. 1. СПб.; М., 2012.
[Byalt V.V. Crassulaceae. Eastern Europe flora conspectus. Vol. 1. St. Petersburg–Moscow, 2012. (in Russian)].
- Воронов А.Г.** Геоботаника. М.: Высш. шк., 1973.
[Voronov A.G. Geobotany. Moscow: Higher School, 1973. (in Russian)].
- Гончарова С.Б.** Crassulaceae. Конспект флоры Азиатской России. Новосибирск, 2012.
[Goncharova S.B. Crassulaceae. Asian Russia flora conspectus. Novosibirsk, 2012. (in Russian)].
- Ким Э.Ф.** Родиола розовая (золотой корень) и биологические основы введения в культуру. Барнаул, 1999.
[Kim E.F. *Rhodiola rosea* (golden root) and the biological basis of introduction to culture. Barnaul, 1999. (in Russian)].
- Красная книга Республики Алтай.** Растения. Горно-Алтайск, 2017.
[Red Data Book of Altai Republic. Plants. Gorno-Altaysk, 2017. (in Russian)].
- Красная книга Российской Федерации** (Растения и грибы). М., 2008.
[Red Data Book of Russian Federation (Plants and fungi). Moscow, 2008. (in Russian)].

- Крылова И.Л., Шретер А.И.** Методические указания по изучению запасов дикорастущих и лекарственных растений. М., 1971.
[Krylova I.L., Shreter A.I. Methodological guidelines for the study of stocks of wild and medicinal plants. Moscow, 1971. (in Russian)].
- Кульгасов М.М.** Особенности экологии высокогорных растений Западного Тянь-Шаня. М., 1955.
[Kulytasov M.M. Features of ecology of the high-mountain plants of the Western Tien-Shan. Moscow, 1955. (in Russian)].
- Куркин В.А.** Метаболиты лекарственных растений как биологически активные соединения. *Вопр. биол., мед. и фарм. химии*. 2016.2:15-22.
[Kurkin V.A. Metabolites of medicinal plants as biologically active compounds. *Voprosy Biologicheskoy, Meditsinskoy i Farmatsevticheskoy Khimii = Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2016.2:15-22. (in Russian)].
- Куркин В.А., Запесочная Г.Г.** Химический состав и фармакологические свойства растений рода Родиола (обзор). *Химико-фармацевтический журнал*. 1986.20(10):1231-1244.
[Kurkin V.A., Zapesochnaya G.G. Chemical composition and pharmacological properties plants of genus of *Rhodiola* (review). *Klimiko-farmatsevticheskij Zhurnal = Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1986.20(10):1231-1244. (in Russian)].
- Методика определения запасов лекарственных растений.** М., 1986.
[Methodology for determining the stocks of medicinal plants. Moscow, 1986. (in Russian)].
- Некратова Н.А., Некратов Н.Ф.** Лекарственные растения Алтае-Саянской горной области. Ресурсы, экология, ценокомплексы, популярная биология, рациональное использование. Томск, 2005.
[Nekrasova N.A., Nekrasov N.F. Medicinal plants of the Altai-Sayan mountain region. Resources, ecology, price complexes, popular biology, rational use. Tomsk, 2005. (in Russian)].
- Пешкова Г.А.** Crassulaceae. Флора Сибири. Т. 7. Новосибирск, 1994.
[Peshkova G.A. Crassulaceae. Flora of Siberia. Vol. 7. Novosibirsk, 1994. (in Russian)].
- Редкие и исчезающие растения Сибири.** Новосибирск, 1980.
[Rare and endangered plants of Siberia. Novosibirsk, 1980. (in Russian)].
- Саратиков А.С.** Золотой корень (Родиола розовая). Томск, 1974.
[Saratikov A.S. Golden root (*Rhodiola rosea*). Tomsk, 1974. (in Russian)].
- Саратиков А.С., Краснов Е.А.** Родиола розовая (золотой корень). Томск, 2004.
[Saratikov A.S., Krasnov E.A. Golden root (*Rhodiola rosea*). Tomsk, 2004. (in Russian)].
- Суров Ю.П., Копанева Г.А.** Род Родиола в Южной Сибири. Ареалы растений СССР. Вып. 3. Л., 1976.
[Surov Yu.P., Kopaneva G.A. The genus *Rhodiola* in Southern Siberia. Areas of plants of the USSR. Issue 3. Leningrad, 1976. (in Russian)].
- Суров Ю.П., Положий А.В., Выдрин С.Н., Курбацкий В.И., Сахарова Н.А., Серых Г.И.** Ресурсы растительного лекарственного сырья в Туве. Томск, 1978.
[Surov Yu.P., Polozhiy A.V., Vydrina S.N., Kurbaty V.I., Sakharova N.A., Serykh G.I. Resources of herbal medicinal raw materials in Tuva. Tomsk, 1978. (in Russian)].
- Berger A.** Crassulaceae. In: Engler A., Prantl K., Die natürlichen Pflanzenfamilien, ed. 2, 18a. Leipzig: W. Engelmann, 1930:352-483.
- Galambosi B., Galambosi Zs., Hethelyi E. et al.** Importance and quality of rose root (*Rhodiola rosea* L.) growing in the European North. *Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen. Journal of Medicinal and Spice Plants*. 2010;15(4):160-169.

Информация об авторах:

Самбуу Анна Доржуевна – д-р биол. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения РАН (667007, Кызыл, ул. Интернациональная, 117/а, Россия)
ORCID iD: orcid.org/0000-0001-7969-3214
e-mail: sambuu.anna2012@yandex.ru

Шауло Дмитрий Николаевич – канд. биол. наук, в.н.с., зав. лабораторией Гербарий, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН (630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия)
ORCID iD: orcid.org/0000-0002-1835-8532
e-mail: dshaulo@yandex.ru

Зыкова Елена Юрьевна – канд. биол. наук, с.н.с., Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН (630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия)
ORCID iD: orcid.org/0000-0002-1847-5835
e-mail: elena.yu.zykova@gmail.com

BIOECOLOGICAL FEATURES AND PRODUCTIVITY OF *RHODIOLA ROSEA* L. (CRASSULACEAE) IN THE REPUBLIC OF TYVA

A.D. Sambuu¹, D.N. Shaulo^{2*}, E.Yu. Zykova²

¹Tuvan Institute for exploration of natural resources SB RAS,
117/a, Internatsionalnaya str., Kyzyl, 667007, Russia; sambuu@mail.ru

²Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia; dshaulo@yandex.ru

The article presents results of field research on biology, ecology, productivity and distribution of *Rhodiola rosea* L. in different natural areas of Tuva. The study of flora and vegetation was carried out on the basis of route studies using generally accepted floral and geobotanical methods during the period from 2001 to 2019. The values of productivity, operational stocks, and volume of possible annual harvest were established according to the "Methodology for determining stocks of medicinal plants" (1986) using the method of "specific thickets". Our studies have shown that in Tuva the genus *Rhodiola* L. is represented by six species: *Rhodiola rosea* L., *Rh. algida* (Ledeb.) Fisch. et C.A. Mey, *Rh. coccinea* (Royle) Boriss., *Rh. quadrifida* (Pall.) Fisch. et C.A. Mey, *Rh. subpinnata* (Krasnob.) and *Rh. pinnatifida* Boriss. The highest productivity of *Rhodiola rosea* is observed in waterlogged snow-covered and herbal alpine meadows (1200 kg/ha), as well as subalpine (850 kg/ha) meadows. In high-grass subalpine meadows productivity decreases to 230 kg/ha, in grass-sedge meadows – to 130 kg/ha. There are even less *Rhodiola rosea* stocks in shrub communities (110 kg/ha – in *Salix* communities, 50 kg/ha – in *Pentaphylloides* communities). Biological and operational stocks of raw materials have been revealed for most areas of *Rhodiola rosea* in Tuva; the volumes of possible annual harvest for each of them have been calculated. It was established that the total biological stocks of air-dry raw materials of *Rhodiola rosea* in Tuva is 109.6 t; the operational stocks is 76.8 t, and the volume of possible annual harvesting is 3.65 t. The maximum stocks have Shapshal Ridge (17.7 t), Udinsky Ridge (11.5 t) and Big Sayan Ridge (11.2 t). For the first time the total area of communities with *Rhodiola rosea* was determined, a map-scheme of its area was compiled. Distribution of *Rhodiola rosea* confined to the alpine belt of Tuva, it descends along the river valleys to the upper part of the forest belt.

Key words: medicinal plants, productivity, reserves of raw material, Republic of Tuva, *Rhodiola rosea*.

For citation: Sambuu A.D., Shaulo D.N., Zykova E.Yu. Bioecological features and productivity of *Rhodiola rosea* L. (Crassulaceae) in the Republic of Tyva. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2021;14(4):277-283. DOI 10.15372/RMAR20210402.

Acknowledgments. The study was carried out within the framework of the state assignments of the Tuvan Institute for the Exploration of natural resources SB RAS No. 0307-2021-0003 and with the partial financial support of the RFBR according to the research project No. 19-29-0520819_mk.

Authors info:

Anna D. Sambuu, Dr. Sci. in Biology, Tuvan Institute for exploration of natural resources SB RAS (117/a, Internatsionalnaya str., Kyzyl, 667007, Russia)
ORCID iD: 0000-0001-7969-3214
e-mail: sambuu.anna2012@yandex.ru

Dmitry N. Shaulo, Cand. Sci. in Biology, Laboratory Herbarium, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia)
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1835-8532>
e-mail: dshaulo@yandex.ru

Elena Yu. Zykova, Cand. Sci. in Biology, Laboratory Herbarium, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia)
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1847-5835>
e-mail: elena.yu.zykova@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received by the editors 25.01.2021

Принята к публикации / Accepted for publication 05.08.2021