

Содержание салидрозида в культивируемых клоновых растениях *Rhodiola rosea* L.

(✉) Эрст А.А.¹, Томошевич М.А.²

¹Ningbo Osaki Biotech Co., Ltd.

Нинбо, Китай

²Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

(✉) e-mail: annaerst@yandex.ru

Салидрозид – гликозид тирозола, который преимущественно содержится в подземных частях растений рода *Rhodiola* L., включая родиолу розовую (*Rhodiola rosea* L.). Этот биологически активный компонент известен разнообразными полезными свойствами: противораковым, антиоксидантным, антивозрастным, противодиабетическим, антидепрессивным, антигиперлипидемическим, противовоспалительным и иммуномодулирующим эффектом. Проанализировано содержание салидрозида в корневищах и корнях *R. rosea* горноалтайского происхождения, выращиваемых в интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири. Посадочный материал для эксперимента получен методом *in vitro*. Для биохимического анализа использованы клоновые растения возрастом от 2 до 6 лет, а также одно растение, выращенное в интродукции в течение 20 лет. Максимальное содержание салидрозида в корневище и корнях (2,33 и 1,04 мг/г соответственно), а также наибольший ежегодный прирост биомассы подземных органов (более чем в 3 раза) отмечены у клоновых образцов на 6-й год культивирования. С 2-го по 5-й год содержание салидрозида варьировало от 1,04 до 1,83 мг/г и не зависело от возраста растений. Растение, выращенное в интродукции в течение 20 лет, показало самое высокое содержание салидрозида в корневище – 12,25 мг/г, что соответствует показателям природных образцов из Горного Алтая или превышает их. Следует отметить, что лишь 20-летнее растение соответствует требованиям фармакопеи Российской Федерации по уровню накопления салидрозида. Сделан вывод, что 6-летний цикл культивирования при интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири недостаточен для получения стандартного сырья *R. rosea*. В дальнейшем запланировано разработать агротехнические методы, которые позволят повысить содержание салидрозида и одновременно сократить время культивирования растений.

Ключевые слова: золотой корень, размножение *in vitro*, салидрозид, ВЭЖХ, интродукция

Salidroside content in cultivated clonal plants of *Rhodiola rosea* L.

(✉) Erst A.A.¹, Tomoshevich M.A.²

¹Ningbo Osaki Biotech Co., Ltd.

Ningbo, China

²Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia

(✉) e-mail: annaerst@yandex.ru

Salidroside is a glycoside of tyrosol, which is mainly found in the underground parts of plants of the genus *Rhodiola* L., including *Rhodiola rosea* L. This biologically active component is known for its various beneficial properties: anticancer, antioxidant, anti-aging, antidiabetic, antidepressant, antihyperlipidemic, anti-inflammatory and immunomodulatory effects. In this work, the content of salidroside in the rhizomes and roots of *Rhodiola rosea* of Altai Mountains origin, grown in introduction in the forest-steppe zone of Western Siberia, is analyzed. Planting material for the experiment was obtained by the *in vitro* method. Clonal plants aged 2 to 6 years, as well as one plant grown in introduction for 20 years, were used for biochemical analysis. The maximum salidroside content in the rhizome and roots (2.33 and 1.04 mg/g, respectively), as well as the highest annual increase in the biomass of underground organs (more than 3 times) were observed in clonal samples in the 6th year of cultivation. The maximum salidroside content in the rhizome and roots (2.33 and 1.04 mg/g, respectively), as well as the highest annual increase in the biomass of underground organs (more than 3 times) were observed in clonal samples in the 6th year of cultivation. In the period from the 2nd to

the 5th year, the salidroside content varied from 1.04 to 1.83 mg/g and did not depend on the age of the plants. The plant grown in an introduction for 20 years showed the highest salidroside content in the rhizome – 12.25 mg/g, which corresponds to or exceeds the indicators of natural samples from the Altai Mountains. It is important to note that only the 20-year-old plant meets the requirements of the Russian Pharmacopoeia for the level of salidroside accumulation. It was concluded that a 6-year cultivation cycle during introduction in the forest-steppe zone of Western Siberia is insufficient to obtain standard *Rhodiola rosea* raw materials. In the future, it is planned to develop agricultural methods that will increase the content of salidroside and simultaneously reduce the time of plant cultivation.

Keywords: golden root, *in vitro* propagation, salidroside, HPLC, introduction

Для цитирования: Эрст А.А., Томосевич М.А. Содержание салидрозида в культивируемых клонных растениях *Rhodiola rosea* L. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2026. Т. 56. № 3. С. 35–41. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2026-3-4>

For citation: Erst A.A., Tomoshevich M.A. Salidroside content in cultivated clonal plants of *Rhodiola rosea* L. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2026, vol. 56, no. 3, pp. 35–41. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2026-3-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН), проект № И126012336366-7. При подготовке публикации использовали материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», № USU 440534.

Acknowledgments

The work was carried out within the framework of a state assignment of the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (CSBG SB RAS), project No. И126012336366-7. To prepare the publication, materials of the bioresource scientific collection of the CSBG SB RAS "Collection of living plants in open and protected ground", No. USU 440534, were used.

ВВЕДЕНИЕ

Салидрозид – фенилпропаноидный гликозид, основной активный компонент растений рода *Rhodiola* L. Современные исследования подтверждают, что салидрозид – перспективное лекарственное средство с низкой токсичностью и минимальными побочными эффектами [1]. Он обладает широким спектром фармакологических эффектов: улучшает состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, обладает антигипоксическим, тонизирующим, омолаживающим, противораковым, противовоспалительным,

антиоксидантным, противовирусным, иммуностимулирующим, противодиабетическим и противоостеопоротическим действием¹ [2–8]. Основными источниками салидрозида являются представители рода *Rhodiola* – *R. rosea*, *R. crenulata*, *R. sachalinensis* и *R. kirilowii* [4]. Фитохимические исследования показывают, что содержание салидрозида варьирует в зависимости от части растения, пола и возраста [2, 9]. Также важны период сбора, географическое происхождение растения^{2–4} и состав почвы⁵. Современные исследования показывают, что растения *R. rosea*,

¹Chiang H.M., Chen H.C., Wu C.S., Wu P.Y., Wen K.C. *Rhodiola* plants: chemistry and biological activity.// J Food Drug Anal. 2015. Vol. 23. P. 359–369. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.04.007.

²Węglarz Z., Przybył J., Gęszprych A. Roseroot (*Rhodiola rosea* L.): effect of internal and external factors on accumulation of biologically active compounds. In: Ramawat KG, Merillon JM (eds) *Bioactive molecules and medicinal plants*. Berlin, 2008. Vol. 16. P. 297–315.

³Buchwald W., Mścisz A., Krajewska-Patan A., Furmanowa M., Mielcarek S., Mrozikiewicz P.M. Content of biologically active compounds in *Rhodiola rosea* roots during the vegetation period // *Herba Pol.* 2006. Vol. 52. P. 39–43.

⁴Altantsetseg K., Przybył J., Węglarz Z., Gęszprych A. Content of biologically active compounds in roseroot (*Rhodiola* spp.) raw material of different derivation // *Herba Pol.* 2007. Vol. 53 (4). P. 20–26.

⁵Yan X., Wu S., Wang Y., Shang X., Dai S. Soil nutrient factors related to salidroside production of *Rhodiola sachalinensis* distributed in Chang Bai Mountain // *Environmental and Experimental Botany*. 2004. Vol. 52 (3). P. 267–276. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2004.02.005.

собранные в диком виде, как правило, содержат более высокий уровень салидрозидов, чем выращенные на плантациях⁶.

В настоящее время салидрозид широко применяют в фармацевтике, но его содержание в *R. rosea* сравнительно невелико – 0,8–1,0%. Кроме того, запасы природного сырья ограничены из-за сложности размножения, специфических условий произрастания и масштабного незаконного сбора растений. В связи с истощением природных ресурсов *R. rosea* особенно актуальны разработка технологий культивирования *in vitro* перспективных клонов, оценка их биосинтетического потенциала (в том числе содержания салидрозидов), а также изучение биологической продуктивности при интродукции.

Цель исследования – определить динамику накопления салидрозидов в клоновых растениях *R. rosea*, культивируемых в лесостепной зоне Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исходным материалом для работы послужили семена растения *R. rosea* из Республики Алтай, произрастающие на южных склонах хребта Иолго (Каракольские озера). Высота 1800–2000 м над ур. м. Работы по культивированию *R. rosea* в условиях *in vitro* и адаптации к условиям *ex vitro* проводили по разработанной ранее методике [10].

После адаптации к условиям *ex vitro* растения пересаживали в контейнеры 7 × 7 × 9 см в почвенную смесь, состоящую из торфяного питательного субстрата (рН 5,5–6,5) и песка в соотношении 4 : 1 и выращивали на протяжении двух лет на питомнике в контейнерах.

Далее двухлетние растения высаживали на интродукционный участок в гряды с расстоянием между растениями 20–25 см. Для защиты от сорняков почву укрывали черной полиэтиленовой пленкой.

Интродукционный участок находится на территории Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС) СО РАН, расположенного на правом берегу Новосибирского

водохранилища в 25 км от центра Новосибирска. В геоморфологическом отношении территория ЦСБС занимает вторую и третью надпойменные террасы р. Обь, сложенные древними аллювиальными песчаными и супесчаными отложениями. Высота террас в среднем 150–200 м над ур. м. Почвы дерново-подзолистые, рН колеблется в пределах 5,5–6,9.

Урожай собирали в конце периода вегетации: конец сентября – начало октября в 2019–2023 гг. на 2-й (питомник), 3–6-й (интродукционный участок) годы культивирования. В эксперименте также проанализировано растение *R. rosea*, привезенное из Горного Алтая и культивируемое 20 лет в ЦСБС. Корневища с корнями отряхивали от земли и промывали, затем отделяли корни от корневища и разрезали части растений на слайсы. Сырую и сухую массу корней и корневищ регистрировали для каждого растения до и после сушки с использованием вентиляции теплым воздухом в термостате при 45 °С (ЛИОР, Россия) в течение 5 дней. Сухие образцы хранили в бумажных пакетах в темных и сухих условиях при температуре от 22 °С.

Экстракты из 1 г корневищ и корней получены методом трехкратной экстракции 70%-м раствором этанола в ультразвуковой ванне в течение 30 мин при комнатной температуре с последующим концентрированием до 2 мл с помощью ротационного испарителя «КА НВ 10 digital» (Германия).

ВЭЖХ-анализ проведен с использованием системы Agilent 1200 с диодно-матричным детектором и с автосамплером, с программой обработки данных ChemStation (Agilent Technologies, Санта-Клара, Калифорния, США). Хроматографическая колонка Perfect Sil Target ODS-3; 4.6 × 250 мм. Подвижная фаза – метанол : вода = 40 : 60. Скорость элюирования – 1 мл/мин. Объем инъекции – 5 мкл. Аналитическая длина волны λ_{max} = 254 нм. Хроматографический анализ проведен при 3–5-кратной повторности. Стандартные образцы салидрозидов приобре-

⁶Grech-Baran M., Sykłowska-Baranek K., Pietrosiuk A. Biotechnological approaches to enhance salidroside, rosin and its derivatives production in selected *Rhodiola* spp. *in vitro* cultures // *Phytochem. Rev.* 2015. Vol. 14. P. 657–674. DOI: 10.1007/s11101-014-9368-y.

тены у компании Sigma-Aldrich (Сент-Луис, штат Миссури, США).

Статистическую обработку результатов и анализ полученных данных выполняли с использованием программы Microsoft Excel 7.0 и Statistica 6.0 (тест Дункана, факторный дисперсионный анализ ANOVA, $p \leq 0,05$). Данные представлены в виде средних значений и стандартного отклонения. Всего проанализировано по 10 растений каждого года культивирования и одно 20-летнее растение. Данные приведены в миллиграммах на один грамм воздушно-сухого сырья (мг/г).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Родиола розовая в условиях интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири проявила высокую устойчивость: не подвержена болезням и вредителям, ежегодно образует зрелые и жизнеспособные семена (см. рисунок). Динамика прироста биомассы подземных органов (корневищ и корней) представлена в таблице. Ежегодный прирост варьировал в разные годы, при этом максимальные значения отмечены на 4-й и 6-й годы выращивания, увеличиваясь в 3,6 и 3,2 раза соответственно.

Содержание салидрозида в корневищах оказалось значительно выше, чем в корнях: у клоновых растений разница составляла от 1,7 до 5,4 раза, у 20-летнего – до 7,1 раза (см. таблицу). Наибольшими показателями как биомассы, так и концентрации салидрозида в подземных органах – до 12,25 мг/г – отличался 20-летний образец (см. рисунок). Максимальное содержание салидрозида среди клоновых растений зарегистрировано на 6-й год культивирования: 2,33 мг/г в корневищах и 1,04 мг/г в корнях. В этот же период отмечен и значительный ежегодный прирост биомассы подземных органов – более чем в 3 раза.

Опубликованные ранее данные демонстрируют значительные колебания содержания фенилэтановидов в родиоле розовой в зависимости от географического происхождения и условий выращивания. В образцах, собранных в двух горных районах Австрии, содержание салидрозида варьировало от 0,9 до 1,4 мг/г⁷; в образцах из различных регионов Китая концентрации салидрозида и тирозола составляли соответственно 1,3–11,1 и 0,3–2,2 мг/г⁸; в природных образцах из Болгарии содержание салидрозида – 0,81–1,65%



Клоновые 6-летние растения (а) и корневище 20-летнего растения *R. rosea* (б), культивируемые в ЦСБС
Clonal 6-year-old plants (a) and rhizome of a 20-year-old *R. rosea* plant (b), cultivated in the Central Siberian Botanical Garden

⁷Alperth F., Turek I., Weiss S., Vogt D., Bucar F. Qualitative and quantitative analysis of different *Rhodiola rosea* rhizome extracts by UHPLC-DAD-ESI-MSn // Sci. Pharm. 2019. Vol. 87. P. 8. DOI: 10.3390/scipharm87020008.

⁸Linh P.T., Kim Y.H., Hong S.P., Jian J.J., Kang J.S. Quantitative determination of salidroside and tyrosol from the underground part of *Rhodiola rosea* by high performance liquid chromatography // Arch Pharm. Res. 2000. Vol. 23. P. 349–352. DOI: 10.1007/BF02975446.

Прирост биомассы и содержание салидрозидов в подземных органах 2–6-летних клоновых и 20-летнего растения *R. rosea*, культивируемых в ЦСБС

Biomass growth and salidroside content in underground organs of 2-6 year old clonal and 20 year old *R. rosea* plants cultivated in the Central Siberian Botanical Garden

Год культивирования	Сухая масса подземных органов, г	Содержание салидрозидов, мг/г	
		корневище	корень
2	2,93 ± 0,35f	1,61 ± 0,11d	0,63 ± 0,04d
3	4,21 ± 0,46e	1,04 ± 0,07e	0,61 ± 0,04d
4	15,22 ± 1,37d	1,83 ± 0,13c	0,34 ± 0,02e
5	22,74 ± 2,86c	1,54 ± 0,10d	0,82 ± 0,06c
6	71,56 ± 6,49b	2,33 ± 0,16b	1,04 ± 0,07b
20	110,35a	12,25 ± 0,61a	1,73 ± 0,12a

Примечание. Значения, за которыми следует одна и та же буква (буквы) в столбцах, существенно не различаются при $p \leq 0,05$ в соответствии с тестом Дункана.

[11]. В корневищах родиолы розовой из Горного Алтая содержание салидрозидов находилось в диапазоне 0,98–3,53 мг/г, тирозола – от 0,10 до 0,70 мг/г [12]. Кроме того, показан высокий коэффициент варируемости содержания салидрозидов в растениях *R. rosea* при интродукции – 61,85% [13].

Максимальное содержание салидрозидов – 51,0 мг/г – обнаружено в 16-летнем культивируемом образце из Норвегии⁹.

По нашим данным, у 20-летнего интродуцированного растения *R. rosea* выявлено высокое содержание салидрозидов в корневище, сопоставимое или превышающее содержание у природных образцов из Горного Алтая. По данным Зибаревой и др. [14], в подземных органах культивируемых растений родиолы розовой содержание салидрозидов было выше по сравнению с растениями из природных условий. Elameen et al. (см. сноску 9) отметили, что длительное культивирование способствует накоплению в *R. rosea* розавинов и салидрозидов.

Наибольшее содержание салидрозидов в корневище и корне клонового материала достигается на 6-й год культивирования – 2,33 и 1,04 мг/г соответственно. При этом со 2-го по 5-й год содержание салидрозидов варьировало от 1,04 до 1,83 мг/г и не зависело от возраста растений. Е.Ф. Ким¹⁰ также показал, что у сеянцев в условиях культуры в течение первых трех лет содержание салидрозидов низкое и остается на уровне 0,4–0,6%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно Государственной фармакопее Российской Федерации¹¹, содержание салидрозидов должно составлять не менее 0,8%. Ajdert et al. [15] предлагают в качестве стандарта качества рассматривать минимальный предел содержания салидрозидов 0,3%. Нами показано, что при выращивании в условиях лесостепной зоны Западной Сибири клоновых растений 6-летнего цикла культивирования недостаточно для получения стандартного сырья *R. rosea*. Среди исследованных образцов только 20-летнее интродуцированное растение соответствует фармакопее по уровню накопления салидрозидов. Ранее для другого вида (*R. sachalinensis*) показано, что почвенный состав существенно влияет на накопление салидрозидов. Отмечено, что богатое органическое вещество, низкий pH и высокий уровень обменного и общего азота в почве обеспечивают высокую продуктивность салидрозидов (см. сноску 5). Для экономически целесообразного выращивания родиолы розовой плантационным методом необходимо сокращать период культивирования. Разработка агротехнических приемов, направленных на повышение урожайности и продуктивности *R. rosea*, становится первоочередной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tinsley G.M., Jagim A.R., Potter G.D.M., Garner D., Galpin A.J. *Rhodiola rosea* as an adaptogen

⁹Elameen A., Kosman V.M., Thomsen M., Pozharitskaya O.N., Shikov A.N. Variability of major phenyletanes and phenylpropanoids in 16-year-old *Rhodiola rosea* L. clones in Norway // *Molecules*. 2020. Vol. 25. P. 3463. DOI: 10.3390/molecules25153463.

¹⁰Ким Е.Ф. Опыт выращивания родиолы розовой в низкотропиках Алтая // *Растительные ресурсы*. 1976. Т. 12. Вып. 4. С. 583–590.

¹¹Фармакопейная статья. Родиолы розовой корневища и корни *Rhodiola rosea* rhizomata et radices. ФС.2.5.0036.15, 2015.

- gen to enhance exercise performance: a review of the literature // *British Journal of Nutrition*. 2024. Vol. 131 (3). P. 461–473. DOI: 10.1017/S0007114523001988.
2. Zhang X., Xie L., Long J., Xie Q., Zheng Y., Liu K., Li X. Salidroside: A review of its recent advances in synthetic pathways and pharmacological properties // *Chemico-Biological Interactions*. 2021. Vol. 339. P. 109268. DOI: 10.1016/j.cbi.2020.109268.
3. Jin M., Wang C., Xu Y., Zhang Z., Wu X., Ye R., Han D. Pharmacological effects of salidroside on central nervous system diseases // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2022. Vol. 156. P. 113746. DOI: 10.1016/j.biopha.2022.113746.
4. Liu Y., Wang J., Wang L., Zhang C., Bai Q., Liu X., Yang R. Biosynthesis and biotechnological production of salidroside from *Rhodiola* genus plants // *Phytochemistry Reviews*. 2022. Vol. 21. P. 1605–1626. DOI: 10.1007/s11101-021-09800-1.
5. Calabrese E.J., Dhawan G., Kapoor R., Agathokleous E., Calabrese V. *Rhodiola rosea* and salidroside commonly induce hormesis, with particular focus on longevity and neuroprotection // *Chemico-biological interactions*. 2023. Vol. 380. P. 110540. DOI: 10.1016/j.cbi.2023.110540.
6. Liang K., Ma S., Luo K., Wang R., Xiao C., Zhang X., Li M. Salidroside: an overview of its promising potential and diverse applications // *Pharmaceuticals*. 2024. Vol. 17 (12). P. 1703. DOI: 10.3390/ph17121703.
7. Liu Q., Chen J., Zeng A., Song L. Pharmacological functions of salidroside in renal diseases: facts and perspectives // *Frontiers in Pharmacology*. 2024. Vol. 14. P. 1309598. DOI: 10.3389/fphar.2023.1309598.
8. Schwarz N.A., Stratton M.T., Colquhoun R.J., Manganti A.M., Sherbourne M., Mourey F., Weng J.K. Salidroside and exercise performance in healthy active young adults—an exploratory, randomized, double-blind, placebo-controlled study // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2024. Vol. 21 (1). P. 2433744. DOI: 15502783.2024.2433744.
9. Nikolaichu H., Studziński M., Stankevič M., Choma I.M. Qualitative and Quantitative evaluation of rosavin, salidroside, and p-tyrosol in arctic root products via TLC-screening, HPLC-DAD, and NMR spectroscopy // *Molecules*. 2022. Vol. 27 (23). P. 8299. DOI: 10.3390/molecules27238299.
10. Erst A.A., Petruk A.A., Zibareva L.N., Erst A.S. Morphological, histochemical and biochemical features of cultivated *Rhodiola rosea* (Altai Mountains ecotype) // *Contemporary Problems of Ecology*. 2021. Vol. 14 (6). P. 701–710. DOI: 10.1134/S1995425521060135.
11. Bozhilova M. Salidroside content in wild growing *Rhodiola rosea* (Crassulaceae) from Bulgaria // *Forest Science* (0861-007X). 2024. Vol. 60 (3).
12. Kotsupiy O.V., Achimova A.A., Zhmud E.V., Williams N., Kuban I.N., Dorogina O.V., Khramova E.P. Secondary metabolites in rhizomes of wild *Rhodiola rosea* representatives from various ecological and geographical conditions in the Altai Mountains // *Biochemical Systematics and Ecology*. 2024. Vol. 116. P. 104860. DOI: 10.1016/j.bse.2024.104860.
13. Erst A.A., Kotsupiy O.V., Erst A.S., Kuznetsov A.A. Individual differences in growth and in accumulation of secondary metabolites in *Rhodiola rosea* cultivated in Western Siberia // *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24 (14). P. 11244. DOI: 10.3390/ijms241411244.
14. Зибарева Л.Н., Прокопьев А.С., Рабцевич Е.С. Фенольные соединения и элементный состав растений *Rhodiola rosea* (Crassulaceae), произрастающих на территории Горного Алтая // *Растительные ресурсы*. 2024. Т. 60. № 2. С. 89–103. DOI: 10.31857/S0033994624020063.
15. Ajdert P., Jan L., Burman R. Liquid chromatographic method for the quantification of salidroside and cinnamyl alcohol glycosides for quality control of golden root (*Rhodiola rosea* L.) // *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 2022. Vol. 26. P. 100364. DOI: 10.1016/j.jarmap.2021.100364.

REFERENCES

1. Tinsley G.M., Jagim A.R., Potter G.D.M., Garner D., Galpin A.J. *Rhodiola rosea* as an adaptogen to enhance exercise performance: a review of the literature. *British Journal of Nutrition*, 2024, vol. 131 (3), p. 461–473. DOI: 10.1017/S0007114523001988.
2. Zhang X., Xie L., Long J., Xie Q., Zheng Y., Liu K., Li X. Salidroside: A review of its recent advances in synthetic pathways and pharmacological properties. *Chemico-Biological Interactions*, 2021, vol. 339, p. 109268. DOI: 10.1016/j.cbi.2020.109268.

3. Jin M., Wang C., Xu Y., Zhang Z., Wu X., Ye R., Han D. Pharmacological effects of salidroside on central nervous system diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2022, vol. 156, p. 113746. DOI: 10.1016/j.biopha.2022.113746.
4. Liu Y., Wang J., Wang L., Zhang C., Bai Q., Liu X., Yang R. Biosynthesis and biotechnological production of salidroside from *Rhodiola* genus plants. *Phytochemistry Reviews*, 2022, vol. 21, pp. 1605–1626. DOI: 10.1007/s11101-021-09800-1.
5. Calabrese E.J., Dhawan G., Kapoor R., Agathokleous E., Calabrese V. *Rhodiola rosea* and salidroside commonly induce hormesis, with particular focus on longevity and neuroprotection. *Chemico-biological interactions*, 2023, vol. 380, p. 110540. DOI: 10.1016/j.cbi.2023.110540.
6. Liang K., Ma S., Luo K., Wang R., Xiao C., Zhang X., Li M. Salidroside: an overview of its promising potential and diverse applications. *Pharmaceuticals*, 2024, vol. 17 (12), p. 1703. DOI: 10.3390/ph17121703.
7. Liu Q., Chen J., Zeng A., Song L. Pharmacological functions of salidroside in renal diseases: facts and perspectives. *Frontiers in Pharmacology*, 2024, vol. 14, p. 1309598. DOI: 10.3389/fphar.2023.1309598.
8. Schwarz N.A., Stratton M.T., Colquhoun R.J., Manganti A.M., Sherbourne M., Mourey F., Weng J.K. Salidroside and exercise performance in healthy active young adults-an exploratory, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2024, vol. 21 (1), p. 2433744. DOI: 15502783.2024.2433744.
9. Nikolaichu H., Studziński M., Stankevič M., Choma I.M. Qualitative and Quantitative evaluation of rosin, salidroside, and p-tyrosol in arctic root products via TLC-screening, HPLC-DAD, and NMR spectroscopy. *Molecules*, 2022, vol. 27 (23), p. 8299. DOI: 10.3390/molecules27238299.
10. Erst A.A., Petruk A.A., Zibareva L.N., Erst A.S. Morphological, histochemical and biochemical features of cultivated *Rhodiola rosea* (Altai Mountains ecotype). *Contemporary Problems of Ecology*, 2021, vol. 14 (6), pp. 701–710. DOI: 10.1134/S1995425521060135.
11. Bozhilova M. Salidroside content in wild growing *Rhodiola rosea* (Crassulaceae) from Bulgaria. *Forest Science (0861-007X)*, 2024, vol. 60 (3).
12. Kotsupiy O.V., Achimova A.A., Zhmud E.V., Williams N., Kuban I.N., Dorogina O.V., Khramova E.P. Secondary metabolites in rhizomes of wild *Rhodiola rosea* representatives from various ecological and geographical conditions in the Altai Mountains. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2024, vol. 116, p. 104860. DOI: 10.1016/j.bse.2024.104860.
13. Erst A.A., Kotsupiy O.V., Erst A.S., Kuznetsov A.A. Individual differences in growth and in accumulation of secondary metabolites in *Rhodiola rosea* cultivated in Western Siberia. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, vol. 24 (14), p. 11244. DOI: 10.3390/ijms241411244.
14. Zibareva L.N., Prokopyev A.S., Rabtsevich E.S. Phenolic compounds and elemental composition of *Rhodiola rosea* (Crassulaceae) plants growing in the Altai Mountains. *Rastitel'nye resursy = Vegetation Resources*, 2024, vol. 60, no. 2, pp. 89–103. (In Russian). DOI: 10.31857/S0033994624020063.
15. Ajdert P., Jan L., Burman R. Liquid chromatographic method for the quantification of salidroside and cinnamyl alcohol glycosides for quality control of golden root (*Rhodiola rosea* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 2022, vol. 26, p. 100364. DOI: 10.1016/j.jarmap.2021.100364.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Эрст Анна Алексеевна**, старший научный сотрудник, технический директор, кандидат биологических наук; SPIN-код 8139-4193; **адрес для переписки:** Россия, 630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101; e-mail: annaerst@yandex.ru

Томошевич Мария Анатольевна, главный научный сотрудник, доктор биологических наук; SPIN-код 9267-2767

AUTHOR INFORMATION

✉ **Anna A. Erst**, Senior Researcher, Technical Director, Candidate of Science in Biology; SPIN-code 8139-4193; **address:** 101, Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090, Russia; e-mail: annaerst@yandex.ru

Maria A. Tomoshevich, Head Researcher, Doctor of Science in Biology; SPIN-code 9267-2767

Дата поступления статьи / Received by the editors 25.11.2025
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 16.01.2026
Дата публикации / Published 10.04.2026