

Оригинальная статья / Research article

УДК 543.544.943.3.068.7; 582.711.16

<https://doi.org/10.33380/2305-2066-2025-14-4-2193>



Морфологическая и химическая вариабельность фенотипов родиолы розовой, культивируемой на северо-западе России

Е. В. Бабушкина, Н. А. Дудецкая, Е. В. Жохова, А. А. Латыпов, Н. Р. Луцева,
А. В. Клемпер, М. Н. Повыдыш, Н. В. Скляревская✉

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России). 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14, литера А

✉ Контактное лицо: Скляревская Нелли Владимировна. E-mail: nelly.sklyarevskaya@pharminnotech.com

ORCID: Е. В. Бабушкина – <https://orcid.org/0009-0002-4243-706X>;
Н. А. Дудецкая – <https://orcid.org/0000-0002-2304-3236>;
Е. В. Жохова – <https://orcid.org/0000-0002-9763-096X>;
А. А. Латыпов – <https://orcid.org/0009-0005-0394-2209>;
Н. Р. Луцева – <https://orcid.org/0009-0002-5183-784X>;
А. В. Клемпер – <https://orcid.org/0000-0003-2995-7570>;
М. Н. Повыдыш – <https://orcid.org/0000-0002-7768-9059>;
Н. В. Скляревская – <https://orcid.org/0000-0002-3735-4510>.

Статья поступила: 30.09.2025

Статья принята в печать: 28.11.2025

Статья опубликована: 28.11.2025

Резюме

Введение. В последние годы возросла актуальность использования лекарственных растений в составе лечебно-профилактических препаратов, способных регулировать адаптивные модификации, направленные на поддержание психических и физических функций человека в условиях постоянно изменяющихся природных и социальных факторов. Одним из интересных растений в лекарственном отношении является родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.) – представитель семейства толстянковых (*Crassulaceae*). Данный вид является очень полиморфным как морфологически, так и с точки зрения химического состава. Основной сырьевой базой являются горы Южной Сибири (Алтай, Саяны), Тува, Забайкалье. Но отечественных сырьевых баз недостаточно, поэтому актуальна проблема их расширения и выявления среди культивируемых популяций фенотипов с высоким содержанием биологически активных веществ.

Цель. Установить морфометрические характеристики различных фенотипов родиолы розовой, культивируемой на северо-западе России и провести сравнительный анализ вторичных метаболитов в образцах подземных органов родиолы розовой разных фенотипов с использованием высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ).

Материалы и методы. Объектами исследования были 24 образца корневищ и корней родиолы розовой разных фенотипов, заготовленных в 2024 г. в фазы цветения – плодоношения в питомнике лекарственных растений СПХФУ (Ленинградская обл., Всеволожский р-н, 38 км Приозерского шоссе). Извлечения из сырья получали, используя ультразвуковую ванну «Сапфир-4,0-ТТЦ» (Россия). В качестве экстрагента использовали спирт этиловый 70%-й. ВЭТСХ-анализ выполняли на приборе CAMAG (Швейцария) с использованием пластин MERCK HPTLC plates silica gel 60 F 254 размером 20 × 10 см.

Результаты и обсуждение. Полученные растворы изучали методом ВЭТСХ в системе растворителей хлороформ – спирт 96%-й – вода (25:16:1). После проведения сканирующей денситометрии при 254 нм сравнивали денситограммы отдельных треков между собой для того, чтобы выявить фенотипы родиолы розовой с большим содержанием биологически активных соединений. В результате сравнения треков 24 образцов подземных органов *Rhodiola rosea* в числе перспективных для последующего исследования и культивирования предложены образцы женского (№ 1, 7, 8 и 14) и мужского (№ 15, 18, 21, 23 и 24) пола высотой от 23 до 41 см.

Заключение. Были установлены морфометрические характеристики различных фенотипов родиолы розовой, культивируемой в условиях северо-запада России. В результате анализа спиртовых извлечений из корневищ и корней *Rhodiola rosea* методом ВЭТСХ было установлено, что большим содержанием вторичных метаболитов (фенилпропаноидов и простых фенолов) отличаются образцы как женского, так и мужского пола. Высота растений варьировала от 23 до 41 см.

© Бабушкина Е. В., Дудецкая Н. А., Жохова Е. В., Латыпов А. А., Луцева Н. Р., Клемпер А. В., Повыдыш М. Н., Скляревская Н. В., 2025
© Babushkina E. V., Dudetskaya N. A., Zhokhova E. V., Latypov A. A., Lutseva N. R., Klemper A. V., Povydysh M. N., Sklyarevskaya N. V., 2025

Ключевые слова: *Rhodiola rosea*, родиола розовая, фенотипы, ВЭТСХ

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Е. В. Бабушкина – заготовка сырья, методологическая помощь. Н. А. Дудецкая – выполнение эксперимента, методологическая помощь. Е. В. Жохова – методологическая помощь, обсуждение результатов. А. А. Латыпов – получение спиртовых извлечений. Н. Р. Луцева – заготовка сырья, получение спиртовых извлечений. Н. В. Скляревская – заготовка сырья, выполнение эксперимента и интерпретирование результатов. М. Н. Пovyдыш – методологическая помощь, обсуждение результатов. А. В. Клемпер – заготовка сырья, методологическая помощь. Н. В. Скляревская, М. Н. Пovyдыш, Е. В. Жохова и Н. А. Дудецкая подготовили текст рукописи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

Для цитирования: Бабушкина Е. В., Дудецкая Н. А., Жохова Е. В., Латыпов А. А., Луцева Н. Р., Клемпер А. В., Пovyдыш М. Н., Скляревская Н. В. Морфологическая и химическая вариабельность фенотипов родиолы розовой, культивируемой на северо-западе России. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2025;14(4):51–59. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2025-14-4-2193>

Morphological and chemical variability of phenotypes of *Rhodiola rosea* cultivated in north-west Russia

Evgenia V. Babushkina, Natalia A. Dudetskaya, Elena V. Zhokhova, Aidar A. Latypov, Natalya R. Lutseva, Aleksey V. Klemper, Maria N. Povydysh, Nelli V. Sklyarevskaya✉

Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University. 14A, Professora Popova str., Saint-Petersburg, 197022, Russia

✉ **Corresponding author:** Nelli V. Sklyarevskaya. **E-mail:** nelly.sklyarevskaya@pharminnotech.com

ORCID: Evgenia V. Babushkina – <https://orcid.org/0009-0002-4243-706X>;
Natalia A. Dudetskaya – <https://orcid.org/0000-0002-2304-3236>;
Elena V. Zhokhova – <https://orcid.org/0000-0002-9763-096X>;
Aidar A. Latypov – <https://orcid.org/0009-0005-0394-2209>;
Natalya R. Lutseva – <https://orcid.org/0009-0002-5183-784X>;
Aleksey V. Klemper – <https://orcid.org/0000-0003-2995-7570>;
Maria N. Povydysh – <https://orcid.org/0000-0002-7768-9059>;
Nelli V. Sklyarevskaya – <https://orcid.org/0000-0002-3735-4510>.

Received: 30.09.2025

Accepted: 28.11.2025

Published: 28.11.2025

Abstract

Introduction. In recent years, the use of medicinal plants in therapeutic and prophylactic preparations capable of regulating adaptive modifications aimed at maintaining human mental and physical functions in the face of constantly changing natural and social factors has become increasingly important. One interesting plant for medicinal use is *Rhodiola rosea* L., a member of the Crassulaceae family. This species is highly polymorphic both morphologically and chemically. The main raw material sources are the mountains of southern Siberia (Altai, Sayan), Tuva, and Transbaikalia. However, domestic raw material sources are insufficient, making it necessary to expand them and identify phenotypes with high levels of biologically active substances among cultivated populations.

Aim. To establish the morphometric characteristics of different phenotypes of *Rhodiola rosea* cultivated in Northwest Russia and to conduct a comparative analysis of secondary metabolites in samples of underground organs of *Rhodiola rosea* of different phenotypes using high-performance thin-layer chromatography (HPTLC).

Materials and methods. The study subjects were 24 samples of *Rhodiola rosea* rhizomes and roots of various phenotypes, collected in 2024 during the flowering and fruiting phases at the medicinal plant nursery of the St. Petersburg Chemical and Pharmaceutical University (Leningrad Region, Vsevolozhsk District, 38 km of Priozerskoye Highway). Extracts from the raw materials were obtained using a Sapphire-4.0-TTC ultrasonic bath (Russia). 70 % ethyl alcohol was used as the extractant. HPTLC analysis was performed on a CAMAG instrument (Switzerland) using MERCK HPTLC plates silica gel 60 F 254 (20 × 10 cm).

Results and discussion. 70 % ethyl alcohol was used as the extractant. The resulting solutions were analyzed by HPTLC in a solvent system of chloroform, 96 % alcohol, and water (25:16:1). After scanning densitometry at 254 nm, the densitograms of individual tracks were compared to identify *Rhodiola rosea* phenotypes with higher levels of biologically active compounds. A comparison of the tracks of 24 *Rhodiola rosea* underground organ samples revealed female samples (No. 1, 7, 8 and 14) and male (No. 15, 18, 21, 23 and 24) samples, ranging in height from 23 to 41 cm, were proposed as promising for further study and cultivation.

Conclusion. Morphometric characteristics of various phenotypes of *Rhodiola rosea* cultivated in the north-west of Russia were established. HPTLC analysis of alcohol extracts from *Rhodiola rosea* rhizomes and roots of different phenotypes revealed both female and male samples had higher levels of secondary metabolites (phenylpropanoids and simple phenols). The height of the plants ranged from 23 to 41 cm.

Keywords: *Rhodiola rosea*, phenotypes, HPTLC

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Evgenia V. Babushkina – procurement of raw materials, methodological assistance. Natalia A. Dudetskaya – experiment execution, methodological assistance. Elena V. Zhokhova – methodological assistance, discussion of results. Aidar A. Latypov – preparation of alcohol extracts. Natalya R. Lutseva – procurement of raw materials, preparation of alcohol extracts. Nelli V. Sklyarevskaya – procurement of raw materials, experiment execution, and interpretation of results. Maria N. Povydysh provided methodological assistance and discussed the results. Aleksey V. Klemper – procurement of raw materials, methodological assistance. Nelli V. Sklyarevskaya, Maria N. Povydysh, Elena V. Zhokhova and Natalia A. Dudetskaya drafted the manuscript. All authors participated in the discussion of the results.

For citation: Babushkina E. V., Dudetskaya N. A., Zhokhova E. V., Latypov A. A., Lutseva N. R., Klemper A. V., Povydysh M. N., Sklyarevskaya N. V. Morphological and chemical variability of phenotypes of *Rhodiola rosea* cultivated in north-west Russia. *Drug development & registration*. 2025;14(4):51–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2025-14-4-2193>

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос об эффективных адаптогенных средствах растительного происхождения остается актуальным. В качестве адаптогенного средства официальная медицина рекомендует к применению корневища и корни родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.). За фармакологическую активность отвечает разнообразный набор вторичных метаболитов, основными из которых являются фенилпропаноиды (розавин, розарин, розин), простые фенолы (тирозол, салидрозид), каротиноиды [1–10]. Вид имеет широкий евразийский аркто-высокогорный ареал, широко распространен в России, арктической и горной Европе, Монголии, Китае и Северной Америке. На территории России основным центром распространения родиолы розовой являются горы Южной Сибири: Алтай, Кузнецкий Алатау, Западные и Восточные Саяны, горы Тувы. Оптимальными местообитаниями родиолы служат долины ручьев и рек, влажные высокогорные луга [11]. В зависимости от мест и условий обитания у родиолы розовой в значительных пределах изменяются такие фенотипические признаки, как высота побегов, форма, размеры и цвет листьев, количество цветков, мощность корневой системы. Химический состав растения, включающий первичные и вторичные метаболиты, является итогом реализации генотипа и частью проявления фенотипа [12]. Выявление фенотипа, наиболее перспективного для промышленного культивирования, является актуальной задачей в связи с сокращением популяции *R. rosea* на территории Российской Федерации.

Цель исследования – установить морфометрические характеристики различных фенотипов родиолы розовой, культивируемой на северо-западе России и провести сравнительный анализ вторичных метаболитов в образцах подземных органов родиолы розовой разных фенотипов с использованием высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись 24 образца корневищ и корней родиолы розовой разных фенотипов (таблица 1). Образцы родиолы розовой были выращены в открытом грунте из семян, полученных из Финляндии, Германии, Норвегии, Италии. Подземные органы *R. rosea* заготовлены в фазы цветения – плодоношения на седьмой год жизни растений в 2024 г. в питомнике лекарственных растений СПХФУ.

Образцы корневищ и корней родиолы розовой сушили при 70 °C методом инфракрасной сушки. Влажность сырья составляла от 5,97 до 7,20 %. Высушенное сырье измельчали на электрорезке ТУ 37-53, тип 622-1-М, просеивали через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм. Извлечения из сырья с использованием в качестве экстрагента спирта этилового 70%-го получали по методике Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания с применением ультразвуковой ванны «Сапфир-4,0-ТТЦ» (Россия)¹.

ВЭТСХ-анализ выполняли на приборе CAMAG (Швейцария) с использованием пластин MERCK HPTLC plates silica gel 60 F 254 размером 20 × 10 см. Образцы наносили на пластины методом распыления в виде полос длиной 8 мм с отступом справа 20 мм и 8 мм от нижнего края с помощью полуавтоматического аппликатора Linomat 5. Элюирование проводили в вертикальной автоматической камере с двумя желобками Twin Trough Chamber CAMAG ADC 2 с насыщением 20 мин (с фильтровальной бумагой). Изображения получали с помощью CAMAG TLC Visualizer 2. Сканирующую денситометрию проводили на спектроденситометре CAMAG Scanner 3. Обработ-

¹ Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. ФС.2.5.0036.15 «Родиолы розовой корневища и корни». Доступно по: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol4/1201/> Ссылка активна на 16.09.2025.

ку результатов осуществляли с помощью программного обеспечения VisionCATS [13–16].

Извлечения наносили на пластинки для ВЭТСХ Merck HPTLC plates Silica gel 60 F 254 по 20–30 мкл с помощью полуавтоматического аппликатора. Параллельно наносили растворы стандартных образцов салидрозида по 12 (рисунок 1) и 20 мкл (рисунок 2) (концентрация 1,00 мг/мл, содержание не менее 98 %, Sigma Aldrich, США), тирозола по 12 (см. рисунок 1) и 20 мкл (см. рисунок 2) (концентрация 1,08 мг/мл, содержание не менее 98 %, Sigma Aldrich, США) и розарина по 5 (см. рисунок 2) и 12 мкл (см. рисунок 1) (концентрация 1,04 мг/мл, содержание не менее 98 %, Sigma Aldrich, США). Далее пластины помещали в автоматическую камеру Twin Trough Chamber CAMAG ADC с системой растворителей хлороформ – спирт 96%-й – вода (25:16:1). Элюирование прекращалось автоматически, когда фронт растворителей достигал 85 мм от линии старта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе для характеристики фенотипов родиолы розовой проводили морфометрические исследования: измеряли длину побега, размеры, край и цвет листовой пластинки (таблица 1).

На следующем этапе проводили ВЭТСХ-анализ. После детектирования хроматограмм с помощью системы CAMAG TLC Visualizer 2 в видимом и УФ-свете при длинах волн 254 и 366 нм в различных образцах корневищ и корней родиолы розовой обнаружили от 3 до 10 зон адсорбции (см. рисунки 1 и 2). Во всех изучаемых пробах были обнаружены салидрозид и розарин (см. рисунки 1 и 2), тирозол идентифицировали в образцах 10, 15, 18, 20, 21 и 23 (см. рисунок 2).

После хроматографирования была проведена сканирующая денситометрия измерением отраженного света в режиме абсорбции при 254 и 366 нм. Сравнивали денситограммы отдельных треков меж-

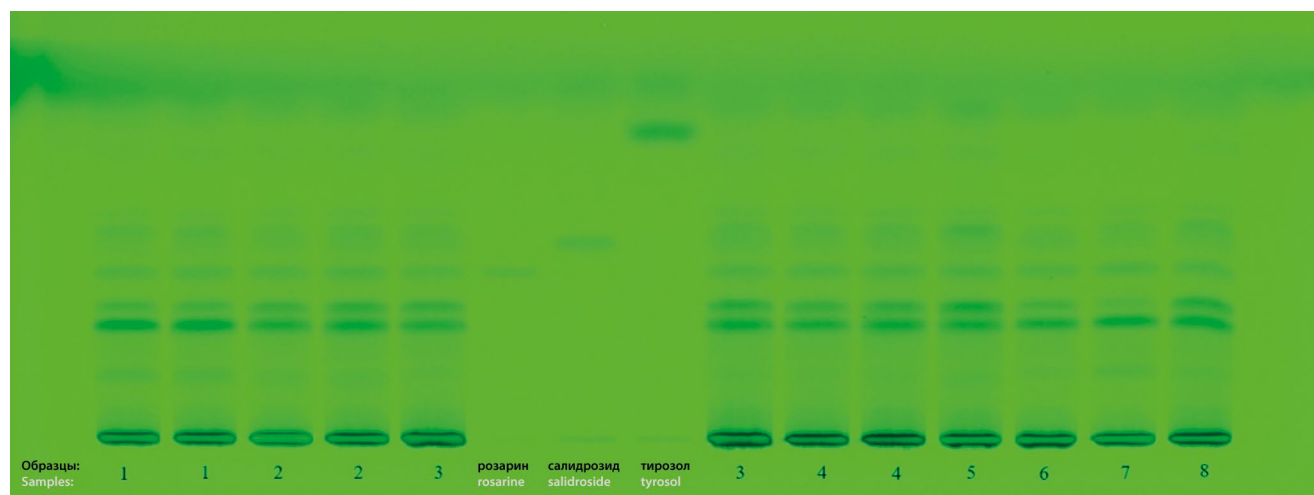


Рисунок 1. Хроматограмма образцов 1–8 (фотография при 254 нм)

Figure 1. Chromatogram of samples 1–8 (picture at 254 nm)

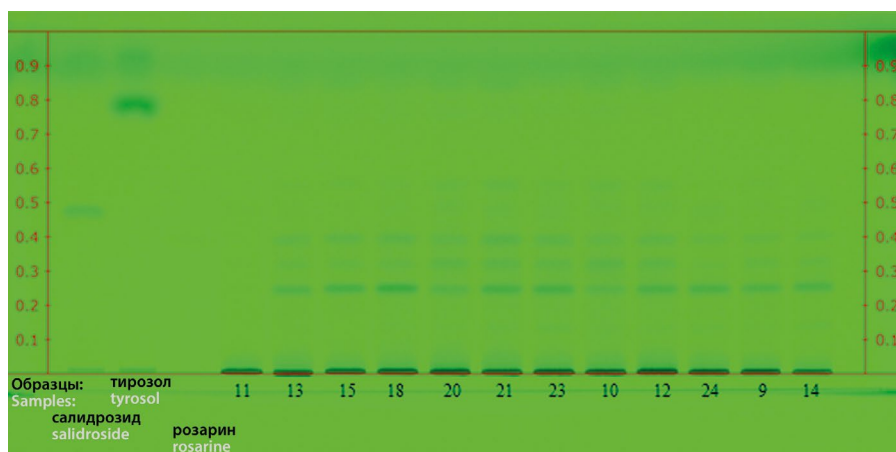


Рисунок 2. Хроматограмма образцов 9–15, 18, 20, 21, 23, 24 (фотография при 254 нм)

Figure 2. Chromatogram of samples 9–15, 18, 20, 21, 23, 24 (picture at 254 nm)

ду собой по интенсивности поглощения и количеству зон адсорбции. Большее содержание биологически активных веществ было обнаружено в женских (№ 14) и мужских (№ 12, 15, 18, 21, 23 и 24) экземп-

лярах (рисунки 3, 4, 5). Самая высокая интенсивность поглощения и количество зон адсорбции отмечены среди объектов женского пола: образцы 1, 7 и 8 (рисунки 6, 7).

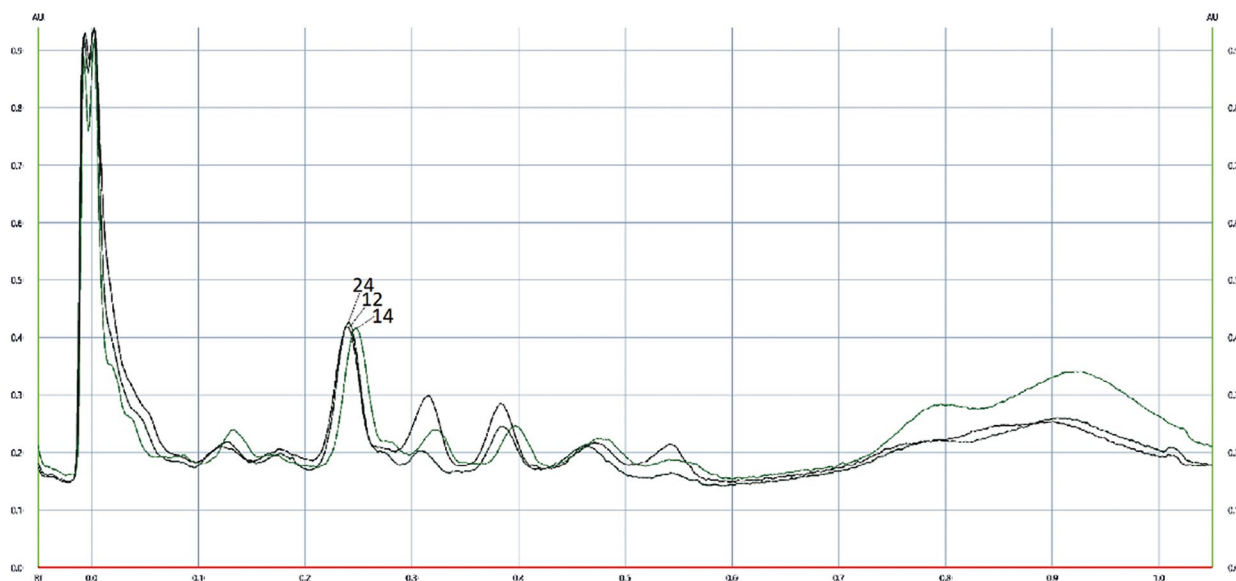


Рисунок 3. Денситограмма образцов корневищ и корней родиолы розовой № 12, 14, 24

Figure 3. Densitogram of samples rhizomes and roots of *Rhodiola rosea* № 12, 14, 24

Таблица 1. Характеристика фенотипов родиолы розовой

Table 1. Characteristics of *Rhodiola rosea* phenotypes

№ образца, пол Sample number, gender	Длина побега, см Length of the shoot, cm	Лист Leaf		
		длина, см length, cm	ширина, см width, cm	край листовой пластинки, цвет leaf blade edge, color
1. Женский 1. Female	41,0 ± 3,0	1,9 ± 0,2	0,40 ± 0,03	цельный, зеленый entire, green
2. Мужской 2. Male	31,0 ± 2,0	2,0 ± 0,2	0,50 ± 0,03	пильчатый по всей длине, зеленый serrated along the entire length, green
3. Женский 3. Female	32,0 ± 2,0	2,0 ± 0,2	0,50 ± 0,04	пильчатый по всей длине, светло-зеленый serrated along the entire length, light green
4. Женский 4. Female	18,0 ± 1,0	2,2 ± 0,2	1,00 ± 0,09	цельный, темно-зеленый, красный по краям entire, dark green, red around the edges
5. Женский 5. Female	17,0 ± 1,0	4,0 ± 0,3	1,30 ± 0,11	пильчатый ближе к верхушке, сизый serrated near the top, bluish
6. Женский 6. Female	33,0 ± 3,0	2,3 ± 0,2	0,60 ± 0,05	мелкопильчатый ближе к верхушке, зеленый finely serrated near the top, green
7. Женский 7. Female	39,0 ± 2,0	3,0 ± 0,2	0,60 ± 0,04	пильчатый ближе к верхушке, светло-зеленый serrated near the top, light green
8. Женский 8. Female	38,0 ± 2,0	2,2 ± 0,2	0,40 ± 0,03	пильчатый ближе к верхушке, зеленый serrated near the top, green
9. Женский 9. Female	54,0 ± 4,0	3,5 ± 0,3	1,00 ± 0,10	пильчатый ближе к верхушке, светло-зеленый serrated near the top, light green
10. Мужской 10. Male	29,0 ± 3,0	2,7 ± 0,2	0,90 ± 0,08	цельный или с редкими зубчиками ближе к верхушке, сизый entire or with rare teeth near the top, bluish
11. Мужской 11. Male	42,0 ± 3,0	2,9 ± 0,2	1,10 ± 0,10	цельный или с редкими зубчиками ближе к верхушке, сизый entire or with rare teeth near the top, bluish

12. Мужской 12. Male	23,0 ± 2,0	2,5 ± 0,2	0,90 ± 0,08	цельный или с редкими зубчиками ближе к верхушке, сизый entire or with rare teeth near the top, bluish
13. Мужской 13. Male	40,0 ± 3,0	3,8 ± 0,3	1,00 ± 0,10	пильчатый ближе к верхушке, сизый serrated near the top, bluish
14. Женский 14. Female	34,0 ± 3,0	3,3 ± 0,3	0,85 ± 0,08	цельный или с редкими зубчиками ближе к верхушке, светло-желто-зеленый entire or with rare teeth near the top, light-yellow-green
15. Мужской 15. Male	34,0 ± 3,0	2,2 ± 0,2	0,88 ± 0,07	пильчатый ближе к верхушке, сизый serrated near the top, bluish
16. Женский 16. Female	41,0 ± 4,0	2,8 ± 0,2	0,70 ± 0,06	пильчатый ближе к верхушке, светло-желто-зеленый serrated near the top, light-yellow-green
17. Обоеполюй 17. Hermaphrodite	28,0 ± 2,0	2,4 ± 0,2	0,60 ± 0,06	цельный, сизый entire, bluish
18. Мужской 18. Male	26,0 ± 2,0	2,5 ± 0,2	0,62 ± 0,06	пильчатый ближе к верхушке, светло-зеленый serrated near the top, light green
19. Женский 19. Female	33,0 ± 3,0	2,1 ± 0,2	0,67 ± 0,06	пильчатый ближе к верхушке, светло-зеленый serrated near the top, light green
20. Мужской 20. Male	30,0 ± 3,0	2,0 ± 0,2	0,71 ± 0,07	цельный, сизый entire, bluish
21. Мужской 21. Male	27,0 ± 2,0	2,5 ± 0,2	0,75 ± 0,07	цельный или с редкими зубчиками ближе к верхушке, сизый entire or with rare teeth near the top, bluish
22. Женский 22. Female	23,0 ± 2,0	1,9 ± 0,2	0,73 ± 0,07	пильчатый ближе к верхушке, светло-зеленый serrated near the top, light green
23. Мужской 23. Male	29,0 ± 2,0	2,0 ± 0,2	0,58 ± 0,05	пильчатый ближе к верхушке, сизый serrated near the top, bluish
24. Мужской 24. Male	33,0 ± 3,0	2,9 ± 0,2	0,55 ± 0,05	пильчатый ближе к верхушке, желто-зеленый serrated near the top, yellow-green

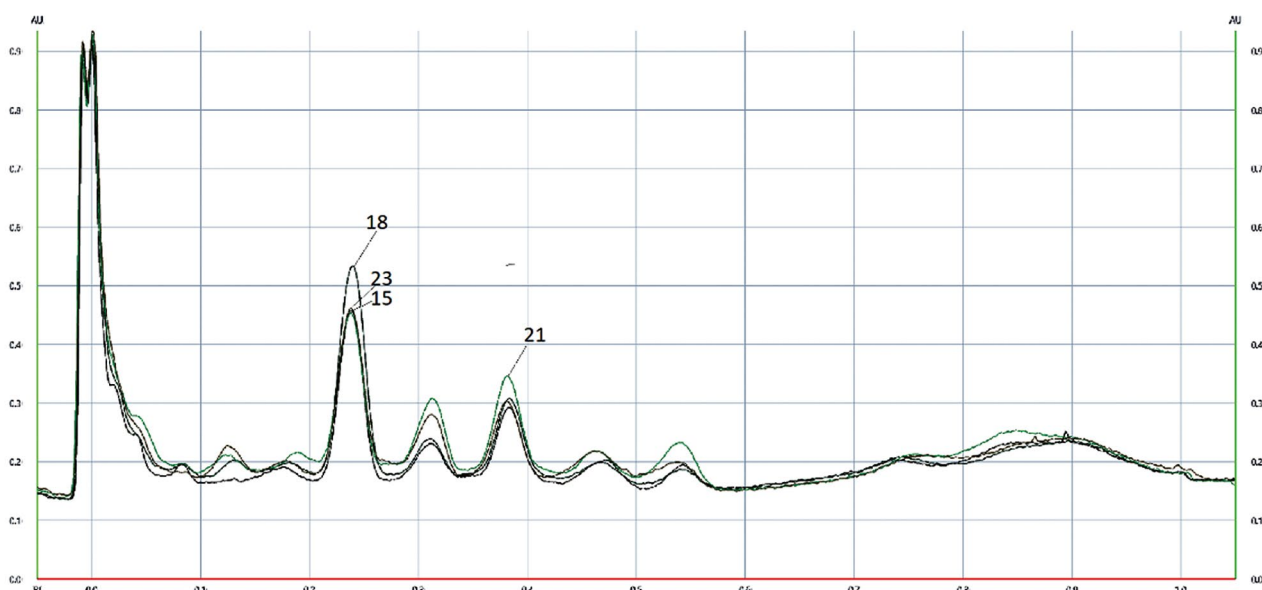


Рисунок 4. Денситограмма образцов корневищ и корней родиолы розовой № 15, 18, 21, 23

Figure 4. Densitogram of samples rhizomes and roots of *Rhodiola rosea* № 15, 18, 21, 23

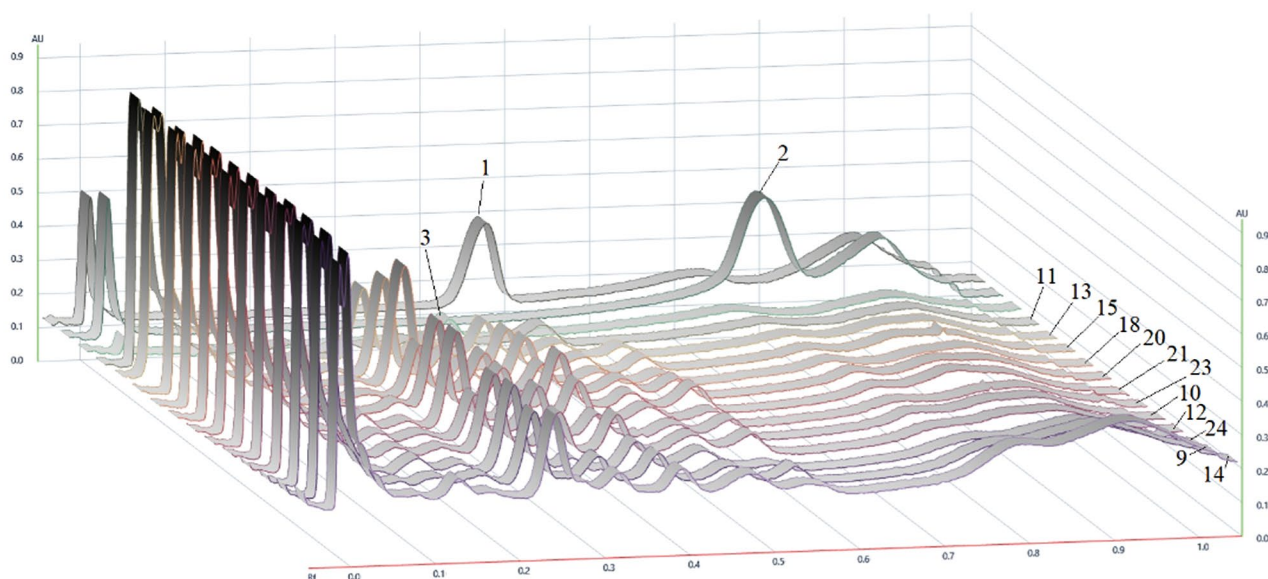


Рисунок 5. 3D-денситограмма треков стандартных образцов салидрозида (1), тирозола (2), розарина (3) и образцов корневищ и корней родиолы розовой № 9–15, 18, 20, 21, 23, 24

Figure 5. 3D densitogram of tracks of standard samples of salidroside, tyrosol, rosarin and samples of rhizomes and roots of *Rhodiola rosea* № 9–15, 18, 20, 21, 23, 24

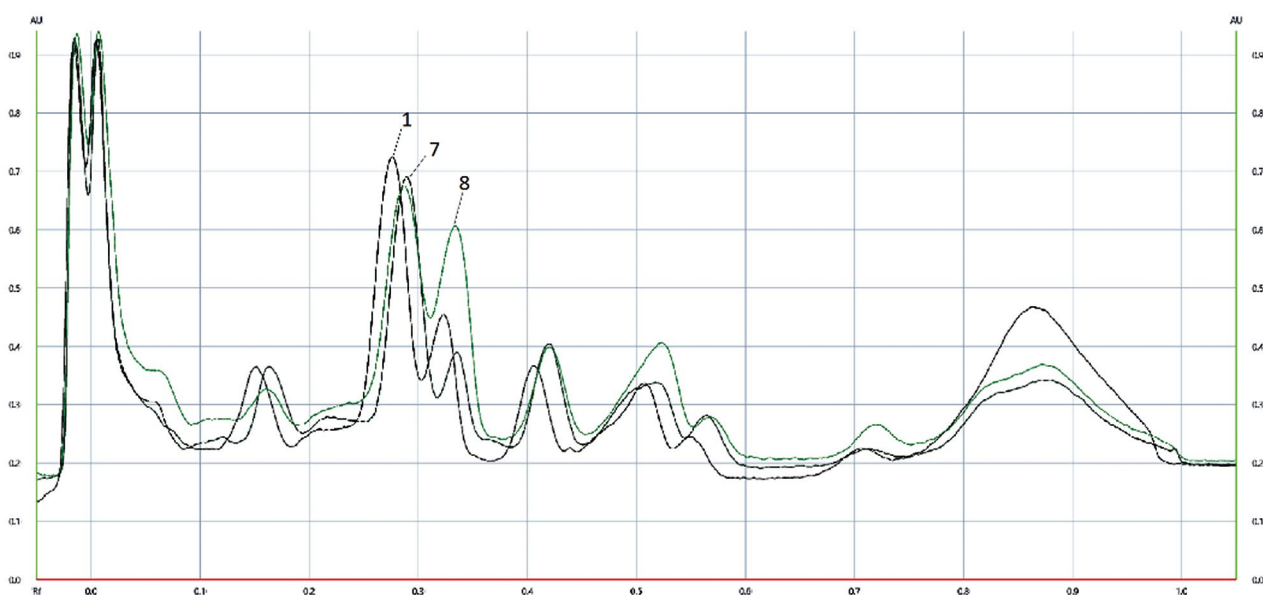


Рисунок 6. Денситограмма образцов корневищ и корней родиолы розовой № 1, 7, 8

Figure 6. Densitogram of samples rhizomes and roots of *Rhodiola rosea* № 1, 7, 8

При сравнении треков 24 образцов корневищ и корней родиолы розовой на данном этапе исследования было установлено, что перспективными для последующего изучения и культивирования среди женских экземпляров являются образцы растений № 1, 7, 8, 14 высотой от 34 до 41 см, среди мужских – образцы № 15, 18, 21, 23 и 24 высотой от 23 до 34 см.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были установлены морфометрические характеристики различных фенотипов родиолы розовой, культивируемой в условиях северо-запада России. В результате анализа спиртовых извлечений из корневищ и корней *Rhodiola rosea* методом ВЭТСХ было

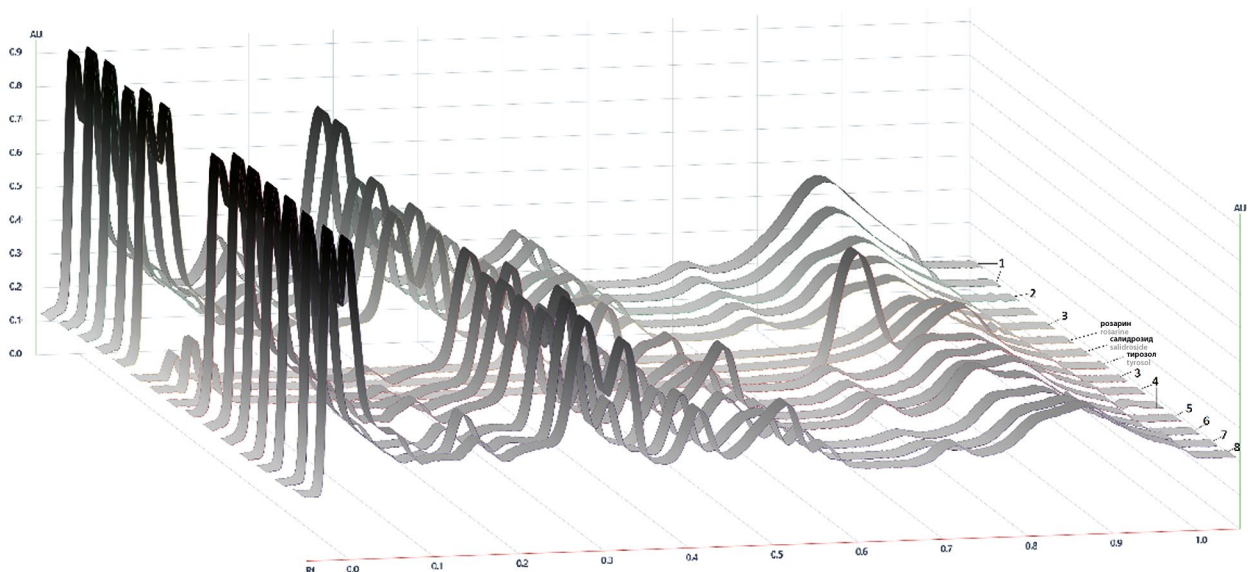


Рисунок 7. 3D-денситограмма треков стандартных образцов розарина, салидрозида, тирозола и образцов корневищ и корней родиолы розовой № 1–8

Figure 7. 3D densitogram of tracks of standard samples of rosarin, salidroside, tyrosol and samples of rhizomes and roots of *Rhodiola rosea* № 1–8

установлено, что большим содержанием вторичных метаболитов (фенилпропаноидов и простых фенолов) отличались образцы как женского, так и мужского пола. Высота растений варьировала от 23 до 41 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куркин В. А. Родиола розовая (золотой корень): стандартизация и создание лекарственных препаратов. 2-е изд., перераб. и доп. Самара: ООО «Офорт»; ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России; 2020. 240 с.
2. Masi F., Chianese G., Hofstetter R. K., Cavallaro A. L., Riva A., Werz O., Tagliatela-Scafati O. Phytochemical profile and anti-inflammatory activity of a commercially available *Rhodiola rosea* root extract. *Fitoterapia*. 2023;166:105439. DOI: 10.1016/j.fitote.2023.105439.
3. Сергеева И. Ю., Заушинцева А. В., Брюхачев Е. Н. Фотосинтетические пигменты и фенольный потенциал родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.) различных эколого-географических популяций. *Техника и технология пищевых производств*. 2020;50(3):393–403. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-3-393-403.
4. Liu Y., Xu Sh.-Q., Mei Y., Pan J., Guan W., Li M.-M., Kuang H.-X., Yang B.-Y. Two new compounds from *Rhodiola rosea* and their anti-hypoxic activities. *Phytochemistry Letters*. 2024;60:6–9. DOI: 10.1016/j.phytol.2024.01.007.
5. Sęczyk Ł., Sugier D., Derysioglu G., Özdemir F. A., Kłodziej B. Phytochemical profile, in vitro bioaccessibility, and anticancer potential of golden root (*Rhodiola rosea* L.) extracts. *Food Chemistry*. 2023;404(Part B):134779. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134779.
6. Elameen A., Kosman V. M., Thomsen M., Pozharitskaya I. N., Shikov A. N. Variability of Major Phenyletanes and Phenylpropanoids in 16-Year-Old *Rhodiola rosea* L. Clones in Norway. *Molecules*. 2020;25(15):3463. DOI: 10.3390/molecules25153463.
7. Amsterdam J. D., Panossian A. G. *Rhodiola rosea* L. as a putative botanical antidepressant. *Phytomedicine*. 2016;23(7):770–783. DOI: 10.1016/j.phymed.2016.02.009.
8. Anghelescu I.-G., Edwards D., Seifritz E., Kasper S. Stress management and the role of *Rhodiola rosea*: a review. *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice*. 2018;22(4):242–252. DOI: 10.1080/13651501.2017.1417442.
9. Bai X.-L., Deng X.-L., Wu G.-J., W.-J. Li, Jin S. *Rhodiola* and salidroside in the treatment of metabolic disorders. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2019;19(19):1611–1626. DOI: 10.2174/1389557519666190903115424.
10. Peschel W., Kump A., Zomborszki Z. P., Pfosser M. Phenylpropanoid content in high-altitude cultivated *Rhodiola rosea* L. provenances according to plant part, harvest season and age. *Industrial Crops and Products*. 2018;111(12):446–456. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.10.007.
11. Софронов Р. Р., Егорова А. А., Чичигинарова Ю. В. Современное состояние ценопопуляций *Rhodiola rosea* L. на хребтах Сетте-Дабан и Сунтар-Хаята (северо-восточная Якутия). *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2016;3(83):112–116.
12. Абрамчук А. В. Морфологические признаки Родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.) в зависимости от плотности посадки. *Вестник биотехнологии*. 2018;2:1–7.
13. Складневская Н. В., Алексеева Ю. С., Понкратьева А. О., Жохова Е. В. Исследование корневищ и корней родиолы розовой методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2022;11(3):173–179. DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-3-173-179.
14. Cañigueral S., Frommenwiler D., Reich E., Vila R. High performance thin-layer chromatography (HPTLC) in the quality control of herbal products. *Recent Advances in Pharmaceutical Sciences*. 2018;VIII:119–136.

15. Dimpfel W., Schombert L., Panossian A.G. Assessing the Quality and Potential Efficacy of Commercial Extracts of *Rhodiola rosea* L. by Analyzing the Salidroside and Rosavin Content and the Electrophysiological Activity in Hippocampal Long-Term Potentiation, a Synaptic Model of Memory. *Frontiers in Pharmacology*. 2018;9:425. DOI: 10.3389/fphar.2018.00425.
16. Khokhlova K, Zdoryk O. Authentication of *Rhodiola rosea*, *Rhodiola quadrifida* and *Rhodiola rosea* liquid extract from the Ukrainian market using HPTLC chromatographic profiles. *Natural Product Research*. 2020;34(19):2842–2846. DOI: 10.1080/14786419.2019.1591398.
12. Abramchuk A.V. Morphological features of *Rhodiola rosea* L. depending on planting density. *Bulletin of Biotechnology*. 2018;2:1–7. (In Russ.)
13. Sklyarevskaya N.V., Alexeeva Yu.S., Ponkratova A.O., Zhokhova E.V. Research of *Rhodiola rosea* Rhizomes and Roots Using High Performance Thin Layer Chromatography. *Drug development & registration*. 2022;11(3):173–179. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-3-173-179.
14. Cañigüeral S., Frommenwiler D., Reich E., Vila R. High performance thin-layer chromatography (HPTLC) in the quality control of herbal products. *Recent Advances in Pharmaceutical Sciences*. 2018;VIII:119–136.

REFERENCES

1. Kurkin V.A. *Rhodiola rosea* (golden root): standardization and development of drugs. 2nd ed., revised. and additional. Samara: LLC «Etching»; FSBEI HE Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia; 2020. 240 p. (In Russ.)
2. Masi F., Chianese G., Hofstetter R.K., Cavallaro A.L., Riva A., Werz O., Tagliatela-Scafati O. Phytochemical profile and anti-inflammatory activity of a commercially available *Rhodiola rosea* root extract. *Fitoterapia*. 2023;166:105439. DOI: 10.1016/j.fitote.2023.105439.
3. Sergeeva I. Yu., Zaushintsena A.V., Bryukhachev E.N. Photosynthetic pigments and phenolic potential of *Rhodiola rosea* L. in various ecological and geographical populations. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2020;50(3):393–403. (In Russ.) DOI: 10.21603/2074-9414-2020-3-393-403.
4. Liu Y., Xu Sh.-Q., Mei Y., Pan J., Guan W., Li M.-M., Kuang H.-X., Yang B.-Y. Two new compounds from *Rhodiola rosea* and their anti-hypoxic activities. *Phytochemistry Letters*. 2024;60:6–9. DOI: 10.1016/j.phytol.2024.01.007.
5. Sęczyk Ł., Sugier D., Derviçoğlu G., Özdemir F.A., Kołodziej B. Phytochemical profile, in vitro bioaccessibility, and anticancer potential of golden root (*Rhodiola rosea* L.) extracts. *Food Chemistry*. 2023;404(Part B):134779. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134779.
6. Elameen A., Kosman V.M., Thomsen M., Pozharitskaya I.N., Shikov A.N. Variability of Major Phenyletanes and Phenylpropanoids in 16-Year-Old *Rhodiola rosea* L. Clones in Norway. *Molecules*. 2020;25(15):3463. DOI: 10.3390/molecules25153463.
7. Amsterdam J.D., Panossian A.G. *Rhodiola rosea* L. as a putative botanical antidepressant. *Phytomedicine*. 2016;23(7):770–783. DOI: 10.1016/j.phymed.2016.02.009.
8. Anghelescu I.-G., Edwards D., Seifritz E., Kasper S. Stress management and the role of *Rhodiola rosea*: a review. *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice*. 2018;22(4):242–252. DOI: 10.1080/13651501.2017.1417442.
9. Bai X.-L., Deng X.-L., Wu G.-J., W.-J. Li, Jin S. *Rhodiola* and salidroside in the treatment of metabolic disorders. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2019;19(19):1611–1626. DOI: 10.2174/1389557519666190903115424.
10. Peschel W., Kump A., Zomborszki Z.P., Pfosser M. Phenylpropanoid content in high-altitude cultivated *Rhodiola rosea* L. provenances according to plant part, harvest season and age. *Industrial Crops and Products*. 2018;111(12):446–456. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.10.007.
11. Sofronov R.R., Egorova A.A., Chichiginarova Yu.V. The current state of coenopopulations of *Rhodiola rosea* L. on the Sette-Daban and Suntar-Khayata ranges (northeastern Yakutia). *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2016;3(83):112–116. (In Russ.)