

**Н.К. Корбозова<sup>1,2\*</sup>** , **Н.В. Терлецкая<sup>1,2</sup>** ,  
**Н.О. Кудрина<sup>1,2</sup>** , **Н.З. Ахтаева<sup>1</sup>** 

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>РГП на ПХВ «Центральная лаборатория биоконтроля, сертификации и предклинических испытаний»

Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: Naz-ik@mail.ru

## АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРНЕВИЩА И КОРНЯ *RHODIOLA SEMENOWII*

Для расширения номенклатуры отечественного лекарственного растительного сырья и получения новых фитопрепаратов актуально привлечение дикорастущей флоры. Одним из новых представителей является *Rhodiola semenovii* Boriss. Первым этапом фармакогностического анализа свойств *Rhodiola semenowii* (Regel & Herder) Boriss. является анализ корневища и корня, в которых, по данным литературы, содержатся фенольные гликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, эфирные масла, макро- и микроэлементы, и др. Целью настоящего исследования является гистохимический анализ и оценка анатомических особенностей подземных органов *Rhodiola semenovii* Boriss. Результаты показывают что *Rhodiola semenowii* Boriss имеет кору корневища светло-желтого цвета, который можно увидеть при соскабливании наружного слоя коры. Изучение микропрепаратов корневища *Rhodiola semenowii* Boriss показала что коровая часть паренхимы рыхлая, не ровная, в некоторых участках крупная. Проводящая система корневища пучкового строения расположены в центре корня в несколько рядов. Своеобразное расположение флоэмы в виде удлиненных участков. Радиальное строение ксилемы корня и одиночное расположение сосудов в центре осевого цилиндра. Наличие простых крахмальных зерен в паренхимных тканях корневища и корня. Паренхимные клетки различного строения. Данный анализ необходим нам для более детального изучения скопления БАВ в клетках различных органов на данном этапе корня *Rhodiola semenowii*

**Ключевые слова:** лекарственные растения, гистохимия, ксилема, флоэма, корень.

N.K. Korbozova<sup>1,2\*</sup>, N.V. Terletskaya<sup>1,2</sup>, N.O. Kudrina<sup>1,2</sup>, N.Z. Ahtaeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Republican state enterprise on the right of economic management "Central Laboratory of Biocontrol, Certification and Preclinical Trials" of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: Naz-ik@mail.ru

### Anatomical analysis of root and rhizome *Rhodiola semenowii*

To expand the range of domestic medicinal plant materials and obtain new herbal remedies, it is important to attract wild flora. One of the newest representatives is *Rhodiola semenovii* Boriss. The first stage of the pharmacognostic analysis of the properties of *Rhodiola semenowii* (Regel & Herder) Boriss. is the analysis of the rhizome and root, which, according to the literature, contain phenolic glycosides, flavonoids, tannins, essential oils, macro- and microelements, etc. The aim of this study is histochemical analysis and assessment of the anatomical features of the underground organs of *Rhodiola semenowii* Boriss. The results show that *Rhodiola semenowii* Boriss has a light yellow rhizome bark which can be seen when the outer bark is scraped off. The study of micropreparations of the rhizome of *Rhodiola semenowii* Boriss showed that the crust of the parenchyma is loose, uneven, in some areas large. The conducting system of the rhizomes of the bundle structure are located in the center of the root in several rows. A peculiar arrangement of phloem in the form of elongated sections. Radial structure of the root xylem and a single arrangement of vessels in the center of the axial cylinder. The presence of simple starch grains in the parenchymal tissues of the rhizome and root. Parenchymal cells of various structures. We need this analysis for a more detailed study of the accumulation of biologically active substances in the cells of various organs at this stage of the root *Rhodiola semenowii*

**Key words:** medicinal plants, histochemistry, xylem, phloem, root.

Н.К. Корбозова<sup>1,2\*</sup>, Н.В. Терлецкая<sup>1,2</sup>, Н.О. Кудрина<sup>1,2</sup>, Н.З.Ахтаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі ғылым Комитетінің «Биобақылау, сертификаттау және клиникаға дейінгі зерттеулердің орталық зертханасы» шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық Мемлекеттік кәсіпорны, Қазақстан, Алматы қ. \*e-mail: Naz-ik@mail.ru

### ***Rhodiola semenovii* тамыры мен тамыршасының анатомиялық сараптамасы**

Отандық дәрілік өсімдік наменклатурасының санын арттыру және жаңа дәрілік препараттарды алу үшін жабайы өсімдіктерді зерттеп қосу қажет. Осындай өсімдіктердің жаңа өкілдерінің бірі *Rhodiola Semenovii* Boriss. *Rhodiola Semenovii* (Regel & Herder) Boriss өсімдігінің фармакологиялық қасиеттерін талдаудың бірінші кезеңі болып әдебиет көздерінің деректеріне сәйкес, тамыр мен тамыршаны талдау кезінде бөлінген фенолды гликозидтер, флавоноидтер, дубилді заттар, эфир майлары, макро- және микроэлементтер, және т.б. Бұл зерттеудің мақсаты – *Rhodiola semenovii* Boriss өсімдігінің жер асты мүшелерінің анатомиялық ерекшеліктерін гистохимиялық талдау және бағалау. Зерттеулер көрсеткендей *Rhodiola semenovii* Boriss өсімдігінің тамыр қабығы ақшыл сары түсті. *Rhodiola semenovii* Boriss өсімдігінің тамырынан микропрепарат кесіндісінен байқалғандай тамыр қабығының паренхимасы борпылдақ және бір тегіс емес, кейбір аймақтарында ірі болып келеді. Шоғырлы құрылымды тамыр жүйесінің өткізгіш шоқтары тамырдың ортасында бірнеше қатарда орналасқан. Флоэманың созылған қима түрінде ерекше орналасуы байқалады. Түбір ксилемасының радиалды құрылымы және осьтік цилиндрдің ортасындағы тамырлар біркелкі орналасқан. Тамыр мен тамырдың паренхималық тіндерінде қарапайым крахмал дәндері болады. Паренхималық жасушалар әртүрлі құрылымды. Аталған сараптама бізге *Rhodiola semenovii* Boriss өсімдігінің түрлі мүшелерінде жиналған ББЗ мөлшері мен кездесуін мұқият фитохимиялық сараптама жүргізу кезінде қажет болады.

**Түйін сөздер:** дәрілік өсімдіктер, гистохимия, ксилема, флоэма, тамыр.

### **Введение**

В настоящее время, несмотря на значительное количество современных лекарственных препаратов, полученных синтетическим путем, интерес к лекарственным средствам, основанным на природных биологически активных веществах, стремительно возрастает. Это объясняется частыми побочными эффектами синтетических лекарственных препаратов, в том числе негативным влиянием на печень, почки, ЦНС и возрастанием числа аллергических реакций [1]. Лекарственные средства растительного происхождения, воздействуя системно на организм, регулируют функции различных взаимосвязанных систем и органов, почти не имеют побочных эффектов, и могут применяться как для лечения, так и для профилактики самых различных заболеваний [2]. Значительную долю среди них составляют растительные бронхолегочные, слабительные, желчегонные, седативные и другие лекарственные средства [3].

Для расширения номенклатуры отечественного лекарственного растительного сырья и получения новых фитопрепаратов актуально привлечение дикорастущей флоры. Одним из новых представителей является родиола Семёнова (*Rhodiola Semenovii* (Boriss)). Это многолетнее дикорастущее травянистое растение семейства

толстянковых – *Crassulaceae*, произрастающее по берегам горных рек, высотой до 60 см, листья зеленые, мягкие, корневище толстое, ветвистое [4]. Растения семейства толстянковые (*Crassulaceae* DC.), к которому относится и *Rhodiola semenovii* (Regel & Herder) Boriss., являются аккумуляторами органических кислот, что связано с особенностями их метаболизма как суккулентов [5].

По сравнению с хорошо известным адаптогенным растением *Rhodiola rosea* фитохимические составляющие двух других видов *Rhodiola* (*R. heterodonta* и *R. semenovii*) были выяснены и охарактеризованы. Две основные фитохимические группы входящие в состав растения фенольные и цианогенные гликозиды и проантоцианидины были выделены и идентифицированы у трех видов. Химическое сходство среди трех видов не наблюдалось; однако, у каждого вида были различия в фитохимических составляющих. *R. heterodonta* содержала недавно обнаруженный фенолэтанолгликозид, гетеродонтозид, в дополнение к известным соединениям тирозол, виридозид, салидрозид и родиоцианозид А. Оба *R. heterodonta* и *R. rosea* содержали соединения фенолэтанол, пропаноид, которые не были обнаружены в *R. Semenovii* [6]. Адаптогены являются модификаторами реакции на стресс, которые, как считается, оказывают важ-

ное влияние на активность цитокинов и иммунный ответ [7]. Все больше доказательств показывает положительное влияние видов родиолы на метаболические нарушения. *Rhodiola crenulata*, один из видов *Rhodiola*, традиционно использовался в Китае, целое растение использовалось перорально или местно для лечения заболеваний легких, кровотечений, ожогов, травм мягких тканей, импотенции и так далее [8].

Современные фармацевтические исследования выявили более 140 соединений, выделенных из видов родиолы, включая флавоны, кумарины, летучие вещества, антрахинон и органические кислоты. Кроме того, исследователи обнаружили, что салидрозид присутствует во всех видах рода *Rhodiola*. Фармакологические исследователи показали, что в клинической практике и экспериментальных исследованиях препараты *Rhodiola rosea* L., экстракты и активные соединения выполняют множество биологических функций, включая иммунную регуляцию, антиоксидантное и ингибирование пролиферации раковых клеток. Поскольку воспалительный ответ играет важную роль в патологическом процессе различных заболеваний, противовоспалительная терапия стала жизненно важным методом лечения различных заболеваний, таких как сепсис, эндотоксемия, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, нейродегенеративные заболевания и рак [9]. В связи с этим возрастает актуальность всестороннего изучения лекарственных свойств других представителей рода *Rhodiola* и, в частности, *Rhodiola semenovii* (Regel&Herder) Boriss. Возможно, такой подход позволит выявить альтернативные возможности получения новых ценных фитопрепаратов [5].

В настоящее время, даже в странах с высококоразвитыми технологиями (США, Канада, Россия, Корея и др.) в различных областях геронтологии широко используются анти-эйджинговые препараты на основе лекарственных растений. Системный характер их действия и применение, в случае их доказанной безопасности, обуславливает их высокую эффективность практического использования в самых различных областях медицины [10-13]. Предыдущие исследования показали, что *Rhodiola semenovii* Boriss. оказывает превосходный иммунорегуляторный эффект и ослабляет воспалительные повреждения при различных заболеваниях посредством регуляции дифференцировки иммунных клеток, активации путей воспалительной передачи сигналов и секреции воспалительных факторов [9].

По данным литературы в клетках корневища и корня содержатся фенольные гликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, эфирные масла, макро- и микроэлементы, и др. [14]. Первым этапом фармакогностического анализа свойств корневища и корня *Rhodiola Semenowii* (Regel & Herder) Boriss. является их анатомический анализ, который по данным литературы не был ранее исследован у данного вида. Поэтому целью настоящего исследования является гистохимический анализ и оценка анатомических особенностей подземных органов *Rhodiola semenowii* Boriss.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются собранные в фазу цветения и плодоношения, очищенные от земли, разделенные на фрагменты и высушенные корневища и корни многолетнего дикорастущего травянистого растения родиолы – *Rhodiola semenowii* Boriss., сем. толстянковых – *Crassulaceae*. Растительный материал отбирали в фазе плодоношения в 20 км к юго-востоку от г. Алматы в районе Большого Алматинского озера. Для приготовления препаратов использовали свежее и высушенное сырье.

Для изготовления микропрепаратов предварительно проводили нагревание сырья в воде [15]. В термостойкую колбу вместимостью 50 мл помещали до 10 г корней родиолы, заливали «до зеркала» очищенной водой и кипятили на водяной бане в течение 10 мин [16]. Затем колбу охлаждали, сырье переносили в чашку Петри, заливали спирто-водно-глицериновой смесью (1:1:1) и выдерживали при комнатной температуре в течение 2 ч для набухания [17, 18, 19]. Просветление микропрепарата проводили двумя способами: а) несколько кусочков сырья помещали в колбу или пробирку, прибавляли 5% водный раствор натрия гидроксида (1:1) и кипятили в течение 1-2 мин. Затем содержимое выливали в чашку Петри (или фарфоровую чашку), жидкость сливали и сырье тщательно промывали водой очищенной (от интенсивно окрашенных антраценпроизводных). Вынимали кусочки сырья скальпелем или лопаточкой, делали тонкие срезы и помещали на предметное стекло в каплю раствора хлоралгидрата или глицерина; б) Кусочки сырья кипятили в растворе хлоралгидрата, разведенного водой (1:1), в течение 5-10 мин. (до просветления). Просветленные кусочки сырья

помещали на предметное стекло в каплю раствора хлоралгидрата или глицерина, разделяли скальпелем или препаровальной иглой на две части, одну из них осторожно переворачивали, делали тонкие срезы. Объекты для микроскопии накрывали покровным стеклом, слегка подогревали до удаления пузырьков воздуха и после охлаждения рассматривали с обеих сторон под микроскопом сначала при малом (x40), затем при большом (x100) увеличении с помощью микроскопа MC-300 (MICROS, Austria) по технике микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья [20].

Для обнаружения диагностических признаков в тканях подземных органов растения использовали следующие гистохимические реакции:

1) с раствором Люголя на крахмал и крахмальные зерна (окрашиваются в синий, синефиолетовый цвет);

2) с 33% водным раствором натрия гидроксида на опробковевшие оболочки (суберин) (окрашиваются в красный цвет).

### Результаты исследования и их обсуждение

*Rhodiola semenovii* (Regel&Herder) Boriss. растет на увлажненных, каменистых почвах и по берегам рек, в альпийском поясе до 3500 м выс. Встречается в 25 Заилийский Кунгей Алатау [21]. Самые высокогорные виды *Rhodiola*, такие как родиола четырехмерная, родиола ярко-красная, не выносят сильной жары летом. Но родиола Семенова – *Rhodiola semenovii* – предпочитает солнечное местоположение. Этот вид *Rhodiola* требователен к влажности почвы, предпочитает почву хорошо дренированную, питательную. Размножается семенами и вегетативно – делением корневищ и черенкованием отрастающих побегов весной [22]. Сеянцы не капризны, но требуют достаточного освещения и ровного умеренного полива. [23]. Растения *Rhodiola semenovii* – вегетативно неподвижные стержнекорневые короткорневищные многолетники [24]. Хотя в период роста растения довольно влаголюбивы, после цветения их переувлажнение недопустимо. Цветение наступает на 3-4 год после посева [23]. Соцветие длинная, густая колосовидная кисть. Цвет лепестков от светло-зеленого до белого [25]. На одном месте растения *Rhodiola semenovii* способны без пересадки жить долго, но пересадку, если она необходима, переносят легко [23].

Внешние признаки цельного сырья *Rhodiola semenovii* Boriss.

Как следует из данных литературы, корневище Родиолы Семенова толстое и ветвистое [23], на поперечном срезе можно увидеть, что корневище покрыто многорядной перидермой, после которой расположена 2-3 рядная гиподерма. Клетки гиподермы толстостенные, тангентально вытянутые [22]. В верхней части растение покрыто чешуйчатыми, треугольными листьями около 5 мм длиной и 4 мм шириной, постепенно переходящими в зеленые стеблевые листья [24].

В нашем исследовании были представлены фрагменты корневищ и корней разнообразной формы – цилиндрические с многочисленными короткими ответвлениями, клубневидные с неровной бугристой поверхностью из-за множества почек возобновления и следов отмерших стеблей.

Как показано на рисунке 1, поверхность корневищ была покрыта гладкой перидермой. Перидерма прочная, снималась с корневища пластинами и кольцами. При соскабливании наружного слоя пробки обнаруживались ее внутренние слои светло-желтого цвета. Части корневищ длиной до 7-12 см, диаметр 1,5-4,5 см, твердые, морщинистые, со следами отмерших стеблей и остатками чешуевидных листьев. У корневищ имелись немногочисленные корни длиной 3-6 см, толщиной 1-1,5 мм. Цвет на изломе был беловатый или светло-коричневый. Запах специфический. Вкус горьковато-вяжущий.

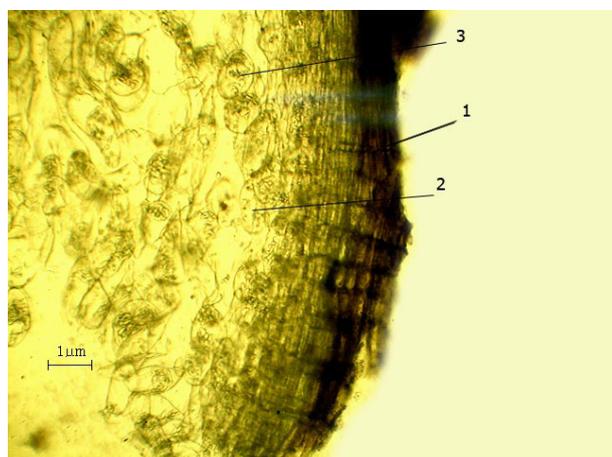


Рисунок 1 – Морфология корня

Микроскопия корневища *Rhodiola semenovii* Boriss.

Изучение микропрепаратов корневища *Rhodiola semenovii* Boriss показала что коравая часть паренхимы рыхлая не ровная, в некоторых участках крупная. Проводящая система корневища пучкового строения. Как следует из ри-

сунка 2, на поперечном срезе корневища видна слоистая корка, состоящая из 3-4 параллельных слоя перидермы и лежащих между ними тонких слоев паренхимы.



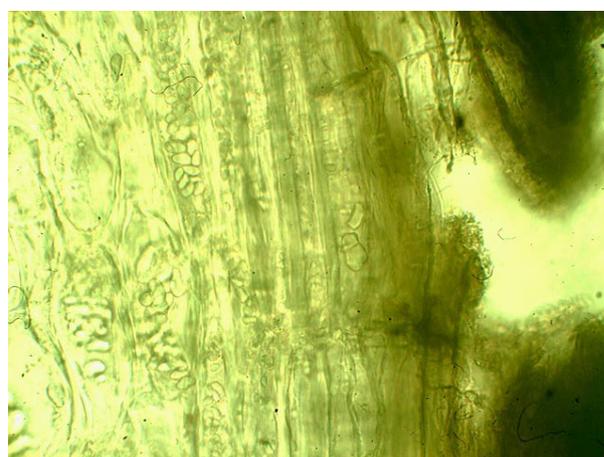
1 – перидерма, 2 – паренхима коры, 3 – крахмальные зерна

**Рисунок 2** – Периферическая часть корневища *Rhodiola semenowii*, ув. x180

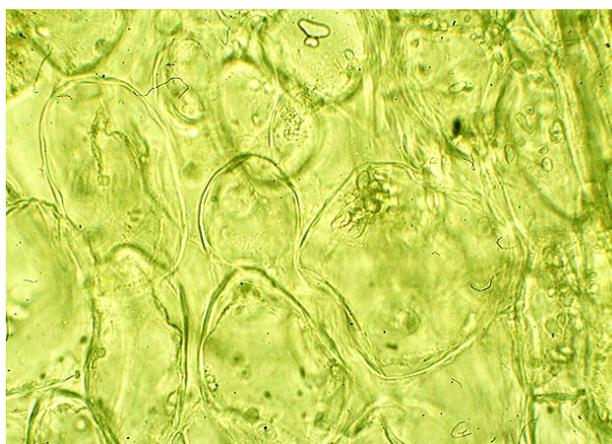
В проводящих пучках каждый пучок состоит из нескольких сосудов и клеток флоемы. Просвет между сосудами широкий, на поперечном срезе корневища форма округлая. Сосуды в некоторых местах расположены группами в некоторых по отдельности. На рисунке 3 показано, что внутренний слой перидермы – феллодерма – имеет четко видимые утолщенные оболочки клеток. Клетки удлиненной овальной формы.

Форма не однородная. Границы видны не четко. Клетки рыхлые. Можно увидеть новообразованные клетки вторичной коры.

Радиальные лучи широкие, можно сразу отличить от других клеток. Паренхимные клетки коры крупные, в них содержатся крахмальные зерна. Перидерма состоит из нескольких рядов тонкой ново образованной стенки. За ними наблюдается первичная кора, клетки её расположены друг за другом в ряд. Клетки не одинаковые. Дальше располагается флоема. Камби также хорошо виден на срезе. Основная ткань корневища представлена рыхлой паренхимой, состоящей из округлых клеток с толстыми оболочками и обильным зернистым содержимым. Крахмальные зерна простые, округлые или овальные, 5-20 мкм в диаметре (рис. 4, 6).

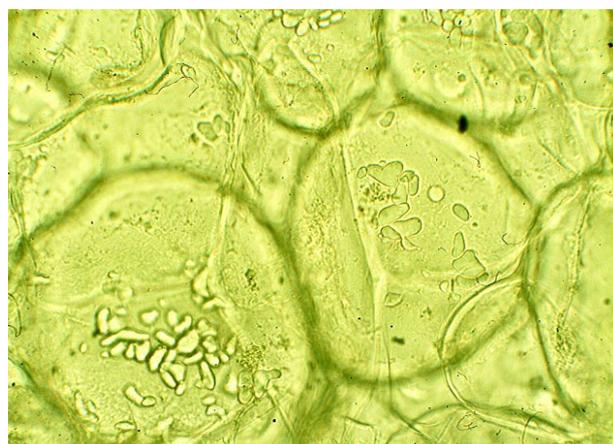


**Рисунок 3** – Перидерма корневища *Rhodiola semenowii*, ув. x720 –



а

а) периферийная часть, б) участок возле проводящего пучка



б

**Рисунок 4** – Паренхимные клетки коры с крахмальными зёрнами, ув. x720

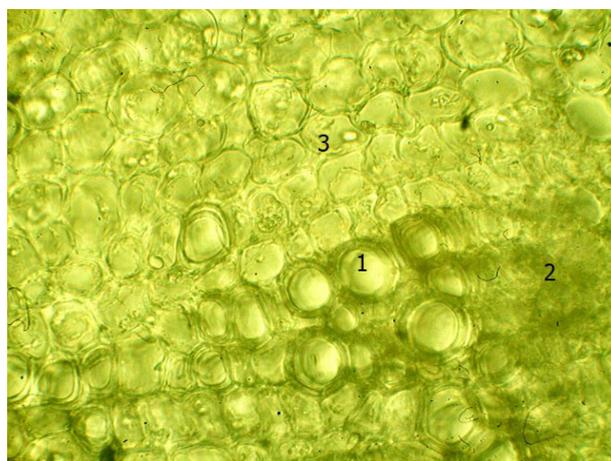
Как следует из рисунка 5, корневище *Rhodiola Semenovii* имеет пучковый тип строения. Проводящие пучки открытые, коллатеральные, веретеновидные, расположены кольцом, ориентированы к периферии корневища флоэмой и к центру – ксилемой. Наиболее крупные проводящие пучки образуют в периферической части кольцо. Возможно наличие второго неполного кольца более мелких проводящих пучков, в которых флоэма малоразвита и ориентирована к центру, а ксилема – к периферии. Для корневища радиолы характерно слабое развитие флоэмы, в

более крупных пучках она подвергается облитерации, а в мелких пучках нередко отсутствует. Сосуды ксилемы узкие, с кольчатым и лестнично-спиральным утолщением, что хорошо видно на продольных срезах, где проходят анастомозы пучков или разветвления (рис. 5)

На рисунках 6, 7 показано, что паренхима сердцевинной части корневища состоит из крупных клеток, заполненных крахмалом. В клетках паренхимы средней части корня крахмальных зерен больше чем у паренхимных клеток расположенных ближе к коре.



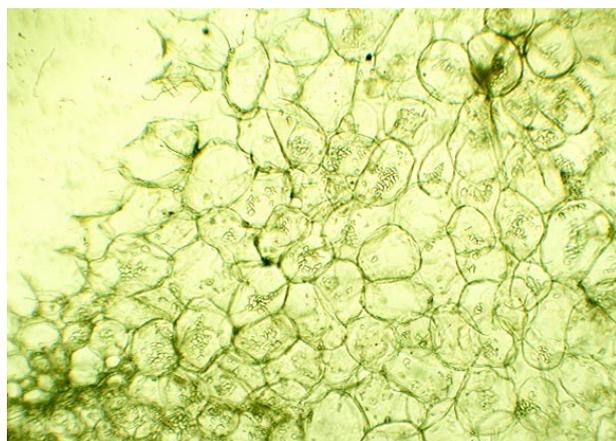
а



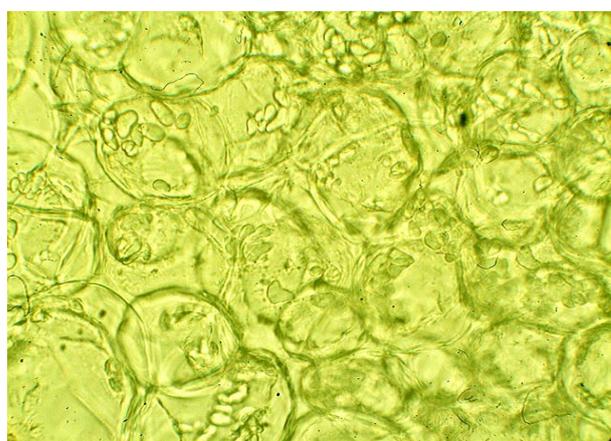
б

а) периферийная часть, б) участок возле проводящего пучка  
1– ксилема, 2 – флоэма, 3– паренхимные клетки

**Рисунок 5** – Проводящие пучки, ув. x720



а



б

а) ув. x 180, б) ув. x 720

**Рисунок 6**– Сердцевинная часть корневища, паренхимные клетки с крахмальными зёрнами

Как видно из рисунка 7 крахмальные зерна различной формы, расположены в разброс. В средней части корня крахмальные зерна расположены больше чем ближе к коре.

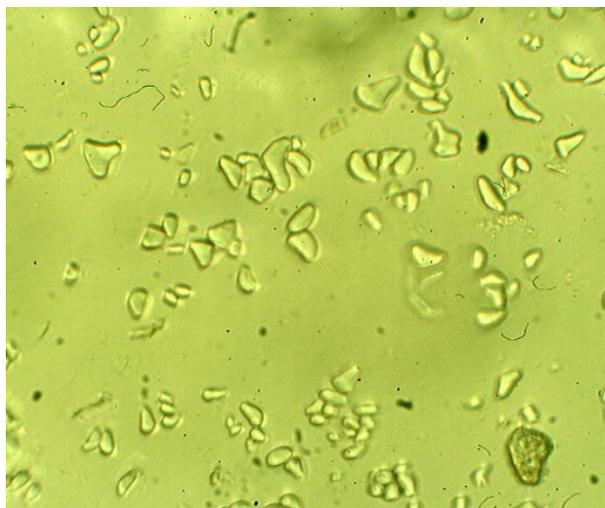


Рисунок 7 – Крахмальные зерна (x720)

На поперечном срезе корневище покрыто многояркой перидермой, за ними располагаются 2-3 рядная гиподерма. Клетки гиподермы толстые, вытянутые. Кора паренхима рыхлая.

## Заключение

Таким образом, было проведено гистохимические исследования *Rhodiola semenowii* Boriss, показаны особенности гистоструктуры корней и корневищ, выявлены микроструктуры характерные для данного вида, произрастающего в горной местности в окрестностях 20 км к юго-востоку от г. Алматы в районе Большого Алма-тинского озера.

Как следует из данных представленного эксперимента, диагностическими анатомическими признаками для подземной части *Rhodiola semenowii* Boriss. является наличие корки светло-желтого цвета, обнаруживаемой при соскабливании наружного слоя коры. Своеобразное расположение флоэмы в виде удлиненных участков. Радиальное строение ксилемы корня и одиночное расположение сосудов в центре осевого цилиндра. Наличие простых крахмальных зерен в паренхимных тканях корневища и корня.

Результаты данного анализа будут использованы для более детального изучения скопления БАВ в клетках различных органов растения *Rhodiola semenowii* Boriss.

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов

## Литература

- 1 Валиева Н.Г. Лекарственные растения – источник биологически активных веществ // Казанская академия ветеринарной медицины. –2010. –№4. – С. 306-311.- Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>
- 2 Решетников В.Н. Государственная народнохозяйственная программа развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений на 2005-2010 годы «Фитопрепараты» – инновации в действии //ГНУ «Центральный бот.сад НАН Беларуси». – Минск: Республика Беларусь, 2010. – С.10-15.
- 3 Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для студентов фармацевтических вузов. – Самара: СамГМУ, 2004. –1180 с.
- 4 Наниева Л.Б. Хозяйственно-биологические показатели представителей семейства Crassulaceae DC. (толстянковые), рода *Sedum* s.l.: *S. spectabile*, *S. caucasicum*, *S. oppositifolium* и *S. lineare* в условиях РСО-Алания // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.02.14 Линда Ботазовна Наниева. – В., 2014. – 142 с.
- 5 Kittredge, J. S. Behavioral bioassays and biologically active compounds // Marine Technology Society In: Food-drugs from the sea, Proceedings. Ed. by H. H. Webber and G. D. Ruggieri. 1974. pp 467–475
- 6 Gad G.Yousef, Mary H.Grace, Diana M.Cheng, Igor V.Belolipov, Ilya Raskin, Mary AnnLila Comparative phytochemical characterization of three *Rhodiola* species// Phytochemistry. Volume 67, Issue 21, November 2006, Pages 2380-2391
- 7 Yingying Liua, Lili Maa, Xiaomeng Maa, Zhaoyu Chena, Hao Chena, Lei Sia, Xueying Maa, ZhilingYub, Xiaohong Chena. Amelioration of experimental autoimmune encephalomyelitis by *Rhodiola rosea*, a natural adaptogen.// Biomedicine & Pharmacotherapy Volume 125, May 2020, 109960
- 8 Yuan C, Jin Y, Yao L, Liu L, Li J, Li H, Lai Y, Chen Z, Pan Z, Han T, Ke D, Li C, Wang S, Wang M, Yamahara J, Wang J. *Rhodiola crenulata* root extract ameliorates fructose-induced hepatic steatosis in rats: Association with activating autophagy.// Biomed Pharmacother. 2020 May;125:109836. doi: 10.1016/j.biopha.2020.109836. Epub 2020 Jan 30.
- 9 Chen, L. Yao, D. Ke, W. Cao, G. Zuo, L. Zhou, J. Jiang, J. Yamahara, Y. Li, J. Wang Treatment with *Rhodiola crenulata* root extract ameliorates insulin resistance in fructose-fed rats by modulating sarcolemmal and intracellular fatty acid translocase/CD36 redistribution in skeletal muscle// Biomedicine & Pharmacotherapy, Volume 121, January 2020, 109552
- 10 Geroprotectors: A Unified Concept and Screening Approaches Alexey Moskalev, Elizaveta Chernyagina, Anna Kudryavtseva and Mikhail Shaposhnikov3 Aging Dis. 2017 May; 8(3): 354–363. Published online 2017 May 2.

- 11 Developing criteria for evaluation of geroprotectors as a key stage toward translation to the clinic Alexey Moskalev, Elizaveta Chernyagina, Vasily Tsvetkov, Alexander Fedintsev, Mikhail Shaposhnikov, Vyacheslav Krut'ko, Alex Zhavoronkov and Brian K. Kennedy. *Aging Cell*. Volume 15, Issue 3, Version of Record online: 11 MAR 2016
- 12 Six plant extracts delay yeast chronological aging through different signaling pathways Vicky Lutchman, Pamela Dakik, Mélissa McAuley, Berly Cortes, George Ferraye, Leonid Gontmacher, David Graziano, Fatima-Zohra Moukhariq, Éric Simard, and Vladimir I. Titorenko *Oncotarget*. 2016 Aug 9; 7(32): 50845–50863. Published online 2016 Jul 18.
- 13 Discovery of plant extracts that greatly delay yeast chronological aging and have different effects on longevity-defining cellular processes, Vicky Lutchman, *Oncotarget*. 2016 Mar 29; 7(13): 16542–16566.
- 14 Mohandes F., Particle size and shape modification of hydroxyapatite nanostructures synthesized via a complexing agent-assisted route // Salavati-Niasari M., (PMID:24857496), *Materials for Biological Applications* 13 Apr – *Materials Science & Engineering*. C, 2014, 40:pp 288-298.
- 15 Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. – М., 1980. – 196 с.
- 16 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – 208 с.
- 17 Кулиев Р.З., Анатомическая диагностика корневищ и корней родиолы Семенова // *Фармацевтический журнал*, №2, 2004.- С.32-34.
- 18 Brown. W. Variation in anatomy associations and origins of Kranztissue tner // *J. Bot.* – 1975. – Vol. 62, № 4. – P. 395-402
- 19 Барыкина Р.П., Чубатова Н.В. Большой практикум по ботанике. Экологическая анатомия цветковых растений. – М.: Тов-во науч.зд. КМК, 2005. – 77 с.
- 20 Государственная фармакопея Республики Казахстан Т.1. – Алматы: Жибек жолы; 2008
- 21 Кулиев Р.З. Анатомическая диагностика корневищ и корней родиолы Семенова // *Фармацевтический журнал* –2004. –№2. – С. 32-34.
- 22 Мазуренко М. А. Андреева Суккуленты на Колыме // *В мире растений*. – 2002. – №12. 14 с.
- 23 Борисова А.Г. Конспект системы семейства Crassulaceae DC. флоры СССР (добавления и изменения) // *Новости систематики высших растений*. – Л.: 1969. – Т.6. – С. 112–121
- 24 Алексеева В.А., Голотова Т.П., Михайлова Г.С. Государственная фармакопея, // *Медицина*. – 11-е изд. вып. 2. – М., 1990. – С. 143-159.
- 25 Краснов Е.А., Саратиков А.С., Сувор Ю.П.. Флора Западной Сибири // *Растения семейства Толстянковых*. – 1964. – Т. 12.– 327 с.

## References

- 1 Valieva N.G. (2010) Lekarstvennye rasteniia – istochnik biologicheskii aktivnykh veshchestv [Medicinal plants – a source of biological active substances] *Kazanskaia akademiia veterinarnoi meditsiny*4, pp. 306-311 – Retrieved from <https://cyberleninka.ru/>.
- 2 Reshetnikov V.N., Gapanovich V.N., & Volodko I.K. (2010). Gosudarstvennaia narodnokhoziaistvennaia programma razvitiia syrevoi bazy i pererabotki lekarstvennykh i priano-aromaticeskikh rastenii na 2005-2010 gody «Fitopreparaty» -innovatsii v deistvii [State National Economic Program for the Development of the Raw Material Base and Processing of Medicinal and Spicy Aromatic Plants for 2005-2010 “Phytopreparations” – innovations in action] // *GNU «Tsentralnyi bot.sad NAN Belarusi»*.- Minsk: pp.10-15.
- 3 Kurkin V.A. (2004) *Farmakognoziiia: Uchebnik dlia studentov farm.vuzov* [Pharmacognosy: A book for Pharmaceutical Students].-Samara: SamGMU.
- 4 Nanieva L.B. (2014). Khoziaistvenno-biologicheskie pokazateli predstavitelei semeistva Crassulaceae DC. (tolstiankovye), roda Sedum s.l.: S. spectabile, S. saucasicum, S. oppositifolium i S. lineare v usloviakh RSO-Alaniia [Economic and biological indicators of representatives of the Crassulaceae DC family. (Crassulaceae), genus Sedum s.l. : S. spectabile, S. caucasicum, S. oppositifolium and S. lineare under conditions of North Ossetia-Alania]. Candidates thesis. Vladikavkaz.
- 5 Kittredge, J. S. Behavioral bioassays and biologically active compounds // *Marine Technology Society In: Food-drugs from the sea, Proceedings*. Ed. by H. H. Webber and G. D. Ruggieri. 1974. pp 467–475
- 6 Gad G.Yousef, Mary H.Grace, Diana M.Cheng, Igor V.Belolipov, Ilya Raskin, Mary AnnLila Comparative phytochemical characterization of three Rhodiola species// *Phytochemistry*. Volume 67, Issue 21, November 2006, Pages 2380-2391
- 7 Yingying Liua, Lili Maa, Xiaomeng Maa, Zhaoyu Chena, Hao Chena, Lei Sia, Xueying Maa, ZhilingYub, Xiaohong Chena. Amelioration of experimental autoimmune encephalomyelitis by Rhodiola rosea, a natural adaptogen.// *Biomedicine & Pharmacotherapy* Volume 125, May 2020, 109960
- 8 Yuan C, Jin Y, Yao L, Liu L, Li J, Li H, Lai Y, Chen Z, Pan Z, Han T, Ke D, Li C, Wang S, Wang M, Yamahara J, Wang J. Rhodiola crenulata root extract ameliorates fructose-induced hepatic steatosis in rats: Association with activating autophagy.// *Biomed Pharmacother*. 2020 May;125:109836. doi: 10.1016/j.biopha.2020.109836. Epub 2020 Jan 30.
- 9 Chen, L. Yao, D. Ke, W. Cao, G. Zuo, L. Zhou, J. Jiang, J. Yamahara, Y. Li, J. Wang Treatment with Rhodiola crenulata root extract ameliorates insulin resistance in fructose-fed rats by modulating sarcolemmal and intracellular fatty acid translocase/CD36 redistribution in skeletal muscle// *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Volume 121, January 2020, 109552
- 10 Geroprotectors: A Unified Concept and Screening Approaches Alexey Moskalev, Elizaveta Chernyagina, Anna Kudryavtseva and Mikhail Shaposhnikov *Aging Dis*. 2017 May; 8(3): 354–363. Published online 2017 May 2.

- 11 Developing criteria for evaluation of geroprotectors as a key stage toward translation to the clinic Alexey Moskalev, Elizaveta Chernyagina, Vasily Tsvetkov, Alexander Fedintsev, Mikhail Shaposhnikov, Vyacheslav Krut'ko, Alex Zhavoronkov and Brian K. Kennedy. *Aging Cell*. Volume 15, Issue 3, Version of Record online: 11 MAR 2016
- 12 Six plant extracts delay yeast chronological aging through different signaling pathways Vicky Lutchman,1 Pamela Dakik,1 Mélissa McAuley,1 Berly Cortes,1 George Ferraye,1 Leonid Gontmacher,1 David Graziano,1 Fatima-Zohra Moukhariq,1 Éric Simard,2 and Vladimir I. Titorenko *Oncotarget*. 2016 Aug 9; 7(32): 50845–50863. Published online 2016 Jul 18.
- 13 Discovery of plant extracts that greatly delay yeast chronological aging and have different effects on longevity-defining cellular processes, Vicky Lutchman, *Oncotarget*. 2016 Mar 29; 7(13): 16542–16566.
- 14 Mohandes F., Particle size and shape modification of hydroxyapatite nanostructures synthesized via a complexing agent-assisted route // Salavati-Niasari M., (PMID:24857496), *Materials for Biological Applications* 13 Apr – Materials Science & Engineering. C, 2014, 40:pp 288-298.
- 15 Vekhov V.N., Lotova L.I., Filin V.R. *Praktikum po anatomii i morfologii vysshykh rastenii* (1980) [Workshop on the anatomy and morphology of higher plants].- Moskva,. – 196 P.
- 16 Prozina M.N. *Botanicheskaia mikrotekhnik* (1960) [Botanical Microtechnology]. – M.: Vysshiaia shkola, 208p.
- 17 Kuliev R.Z. *Anatomicheskaya diagnostika kornevish i kornej rodioly semenova* (2004) [Anatomical diagnostics of rhizomes and roots of *Rhodiola Semenov*] *farmaceuticheskij zhurnal* №2-S.32-34-18.
- 18 Brown. W. (1975) Variation in anatomy associations and origins of Kranztissue tner. *J. Bot.* –Vol. 62, № 4. –pp. 395-402
- 19 Barykina R.P. Chubatova N.V. *Bolshoj praktikum po botanike* (2005) [Big workshop in botany. Ecological anatomy of flowering plants] *Ehkologicheskaya anatomiya cvetkovykh rastenij*.- M.: Tov-vo nauch .zd. KMK..- 77s.
- 20 *Gosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan* [State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan] T.I. Almaty: Zhibek zholy; 2008
- 21 Kuliev R.Z. (2004). *Anatomicheskaya diagnostika kornevishch i kornei rodioly Semenova* [Anatomical diagnosis of rhizomes and roots of *Rhodiola Semenov*] *Farmatsevticheskii zhurnal* 2, pp. 32-34.
- 22 Mazurenko M. (2002) *Sukkulenty na Kolyme* [Succulents in Kolyma] *V mire rastenii* 2,12, 14 P.
- 23 Borisova A.G. (1969) *Konspekt sistemy sem. Crassulaceae DC. flory SSSR (dobavleniia i izmeneniia)* [Abstract of the Crassulaceae DC family system. Flora of the USSR (additions and changes)] *Novosti sistematiki vysshykh rastenii – Systematics news of higher plants Leningrad*, 6, pp.112–121.
- 24 Alekseeva V.A., Golotova T.P., Mikhailova G.S. (1990) *Gosudarstvennaia farmakopeia* [State Pharmacopoeia] *Meditcina – Medicine* 11, 2, Moskva, pp.143-159.
- 25 Krasnov E.A., Saratikov A.S., & Surov Iu.P. (1964) *Flora Zapadnoi Sibiri* [Flora of Western Siberia] *Rasteniia semeistva Tolstiankovykh – Plants of the Crassulaceae* 12, 327 P.