

Научная статья
УДК 634.71
EDN COTPES
DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2024.4.02

Анатомические особенности строения вегетативных органов княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера

Сергей Сергеевич Макаров¹

доктор сельскохозяйственных наук

Юлия Сергеевна Черятова²

кандидат биологических наук

Сергей Анатольевич Родин³

доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Аннотация. Представлены результаты анатомического изучения корней, стеблей и листьев 2-летних растений-интродуцентов княженики арктической (*Rubus arcticus* L.), произрастающих на территории Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (Москва). Установлено, что корень *R. arcticus* характеризуется вторичным анатомическим строением с четкой дифференциацией ряда анатомо-топографических зон: покровной ткани, вторичной коры и центрального цилиндра. Отличительной чертой строения корней растений является рассеянно-сосудистый тип древесины. Анатомическое строение стебля *R. arcticus* по всей его длине было неодинаковым: в верхней части стебель характеризовался пучковым типом строения, тогда как в средней и базальной частях обнаруживался переход от пучкового строения к непучковому, что позволило в итоге отнести его к переходному типу. Листья *R. arcticus* дорсовентральные, гипостоматические; устьичный аппарат – аномоцитный. Показано наличие в черешке *R. arcticus* основной паренхимы с расположенными 5 коллатеральными пучками. Установленные маркерные анатомо-диагностические признаки корней, стеблей и листьев растений *R. arcticus* могут быть использованы для оценки подлинности растительного сырья и составления атласов плодовых и ягодных культур России. Полученные сведения могут служить научной базой при проведении межвидовой идентификации представителей рода *Rubus* и разрешении спорных вопросов систематики и таксономии семейства *Rosaceae*.

Ключевые слова: лесные ягодные растения, княженика, морфологическое строение, корень, стебель, лист, анатомо-диагностические признаки.

Для цитирования: Макаров С.С., Черятова Ю.С., Родин С.А. Анатомические особенности строения вегетативных органов княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) в условиях Дендрологического сада имени Р.И. Шредера. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2024. № 4. С. 12–21. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2024.4.02. <https://elibrary.ru/cotpes>.

¹ Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения (Москва, Российская Федерация); Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов (Архангельск, Российская Федерация), makarov_serg44@mail.ru

² Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, доцент (Москва, Российская Федерация), u.cheryatova@rgau-msha.ru

³ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, и.о. директора, профессор (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), info@vniilm.ru

Original article

EDN COTPES

DOI 10.24419/LHL.2304-3083.2024.4.02

Anatomical Features of the Structure of Vegetative Organs of Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L.) in the Conditions of the Arboretum named after R.I. Schroeder

Sergey S. Makarov¹

Doctor of Agricultural Sciences

Yulia S. Cheryatova²

Candidate of Biological Sciences

Sergey A. Rodin³

Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The results of the anatomical study of the roots, stems and leaves of arctic bramble (*Rubus arcticus* L.). The object of the study is the roots and shoots of 2 year-old introduced plants of *R. arcticus* growing in the Arboretum named after R.I. Schroeder (Moscow, Russia). The root of *R. arcticus* is characterized by a secondary anatomical structure with a clear differentiation of a number of anatomical and topographic zones: integumentary tissue, secondary bark and central cylinder. A distinctive feature of the structure of plant roots is the diffuse-vascular type of wood. The anatomical structure of the *R. arcticus* stem was not uniform along its entire length: in the upper part the stem was characterized by a fascicular type of structure, while in the middle and basal parts a transition from a fascicular structure to a non-fascicular one was found, which ultimately allowed us to classify it as a transitional type. The leaves of *R. arcticus* are dorsoventral, hypostomatic, the stomatal apparatus is anomocytic. The presence of the main parenchyma with 5 collateral bundles located in the petiole of *R. arcticus* was shown. The established marker anatomical and diagnostic features of the roots, stems and leaves of *R. arcticus* plants can be used in the identification and assessment of the authenticity of plant materials, for compiling anatomical atlases of fruit and berry crops of Russia. The obtained information can be a scientific basis for interspecific identification of representatives of the genus *Rubus* and for resolving controversial issues of systematics and taxonomy of the Rosaceae family.

Key words: forest berry plants, arctic bramble, morphological structure, root, stem, leaf, anatomical and diagnostic features.

For citation: Makarov S., Cheryatova Yu., Rodin S. Anatomical Features of the Structure of Vegetative Organs of Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L.) in the Conditions of the Arboretum named after R.I. Schroeder. – Text : electronic // Forestry Information. 2024. № 4. P. 12–21. DOI 10.24419/LHL.2304-3083.2024.4.02. <https://elibrary.ru/cotpes>.

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Head of the Department of Ornamental Horticulture and Lawn Science (Moscow, Russian Federation); Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Professor at the Department of Landscape Architecture and Artificial Forests (Arkhangelsk, Russian Federation), makarov_serg44@mail.ru

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Associate Professor at the Department of Botany, Selection and Seed Production of Garden Plants, Associate Professor (Moscow, Russian Federation), u.cheryatova@rgau-msha.ru

³ Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Acting Director, Professor (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), info@vniilm.ru

В настоящее время в мире наблюдается большой интерес к малораспространенным ягодным культурам рода *Rubus* L. (семейство Rosaceae) в связи с содержанием в этих растениях целого ряда биологически активных веществ, положительно влияющих на здоровье человека [1–8]. Княженика арктическая, или поляника (*Rubus arcticus* L.), – многолетнее вегетативно-подвижное корневищное травянистое растение, достигающее высоты 30 см. Русское родовое название «княженика» объясняется тем, что она считается лучшей северной ягодой – «княгиней Севера». Это – евразийско-североамериканский арктическо-бореальный вид, который распространен в умеренной зоне северных регионов Земли [9]. Княженика в России растет в арктических и северных районах европейской части страны, в Сибири, на Дальнем Востоке в заболоченных лесах, на торфяных болотах [10, 11]. Стебли княженики тупотрехгранные. Листья с крупными прилистниками, тройчатосложные, на длинных черешках. Цветок верхушечный, одиночный, крупный, обоеполый или однополый. Чашелистики ланцетные волосистые. Лепестки венчика обратнойцевидные темно-розовые. Тычинки многочисленные, андроцей многобратственный, пестиков около 20, гинецей апокарпный. Цветет растение в июне, плоды созревают в июле–августе [12].

Высокой пищевой ценностью обладают плоды княженики – сочные темно-красного цвета многокостянки, очень сладкие, с сильным ароматом ананаса. Плоды растения содержат около 7% сахаров, 2% лимонной кислоты, дубильные и ароматические вещества, антоцианы, а также витамин С, поэтому высоко ценятся на мировом рынке ягодной продукции [13, 14]. Многокостянки *R. arcticus* используют как в свежем виде, так и в переработанном – из них варят компоты, варенье, делают настойки и наливки, а также замачивают [15]. Плоды *R. arcticus*, богатые эллагитанинами и фенольными соединениями, являются лекарственным сырьем для изготовления нутрицевтиков [16–18]. Следует также отметить, что многокостянки княженики служат излюбленным кормом для многих лесных птиц.

Род *Rubus* L. чрезвычайно разнообразен как по числу представителей, так и по широкому спектру биоморф, поэтому проведение видовой идентификации в настоящее время представляет собой актуальную задачу для садоводства. В силу вышесказанного выяснение особенностей анатомического строения *R. arcticus* должно оказать большую помощь в решении вопросов систематики и филогении цветковых растений, в том числе и семейства Rosaceae. В настоящее время отсутствуют литературные сведения по анатомическому строению *R. arcticus*.

Цель исследований – установить анатомические особенности строения вегетативных органов растений *R. arcticus*, произрастающих в условиях Москвы на территории Дендрологического сада имени Р.И. Шредера.

Объекты и методы исследований

Экспериментальные работы проводили на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» в 2023–2024 гг. Объектами изучения служили корни и побеги 2-летних растений-интродуцентов княженики арктической (*Rubus arcticus* L.), произрастающих на территории Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (Москва). Микроскопическое исследование растительного материала выполнили в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания [19]. Для анатомического анализа растений *R. arcticus* изготавливали окрашенные водно-глицериновые микропрепараты срезов корней, стеблей и листьев. Были проведены гистохимические реакции с флороглюцином и соляной кислотой на выявление лигнина в составе стенок. Изучение корней, стеблей и листьев растений осуществляли на 10 растениях в 5-кратной повторности, фиксацию – с помощью микроскопа Carl Zeiss Primo Star (Carl Zeiss AG, Германия) и цифровой фотокамеры Canon Digital IXUS 285 HS (Canon Inc., Япония).

Результаты и обсуждение

В результате исследований выявлено, что цилиндрический корень *R. arcticus* характеризуется вторичным анатомическим строением. В корне четко дифференцируются следующие анатомо-топографические зоны: покровная ткань, вторичная кора и центральный цилиндр (рис. 1).

Снаружи корень *R. arcticus* покрыт пробкой, число слоев которой варьируется от 2 до 3. Под мертвыми клетками пробковой ткани расположены живые тонкостенные ткани вторичной коры корня. Клетки основной паренхимы вторичной коры богаты крахмальными зёрнами и выполняют таким образом функцию запаса питательных веществ корня. Флоэма корня состоит из ситовидных элементов и лубяной паренхимы. Зона камбия хорошо выражена. Древесина корня относится к рассеянно-сосудистому типу, состоит из трахеальных элементов и древесинной паренхимы. Среди волокнистых элементов преобладают волокнистые трахеиды, толстостенные, с многочисленными мелкими окаймленными порами. Необходимо подчеркнуть, что древесина корня *R. arcticus* не имеет ярко выраженного лучистого строения. Широкопросветные сосуды вторичной ксилемы диффузно распределены по всему поперечному сечению корня.

Анатомические особенности стебля как опорного органа отражают его приспособление к определенным условиям среды. Стебель *R. arcticus* отличается переходным типом анатомического строения, т. е. оно неодинаково по всей длине: в верхней части стебель характеризовался пучковым типом строения, а в средней и базальной частях обнаруживался переход от пучкового строения к непучковому (сплошному) (рис. 2).

В нижней части стебля *R. arcticus* проводящие ткани ксилемы и флоэмы располагались на поперечном срезе сплошным замкнутым кольцом (рис. 3).

В стебле можно было выделить следующие анатомо-топографические зоны: эпидерму, первичную кору, центральный цилиндр и сердцевину. Покровная ткань стебля характеризуется

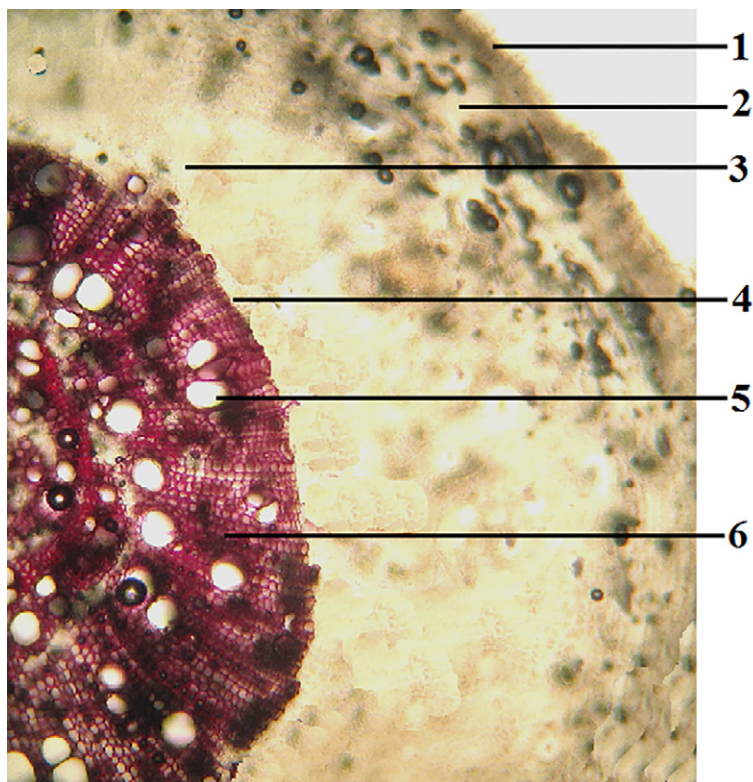


Рис. 1. ПОПЕРЕЧНЫЙ СРЕЗ КОРНЯ *RUBUS ARCTICUS* L. (×200):
1 – ПРОБКА; 2 – ПАРЕНХИМА ВТОРИЧНОЙ КОРЫ;
3 – ФЛОЭМА; 4 – КАМБИЙ; 5 – СОСУДЫ ВТОРИЧНОЙ КСИЛЕМЫ; 6 – ДРЕВЕСИННАЯ ПАРЕНХИМА

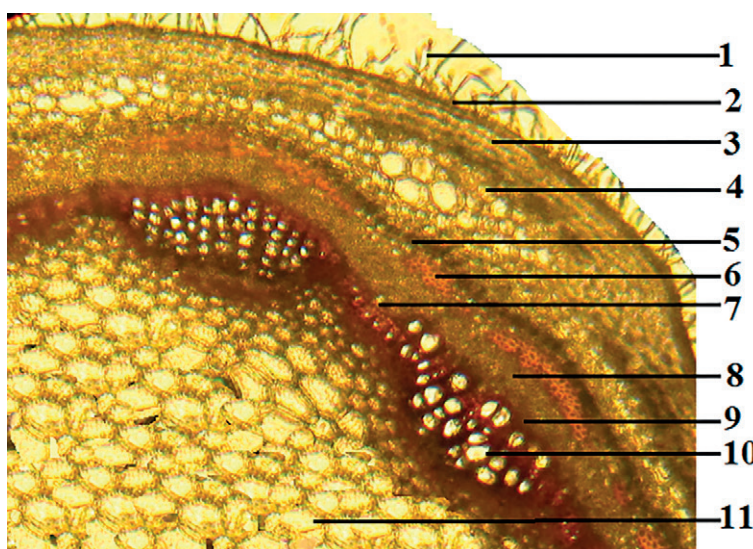


Рис. 2. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СТЕБЛЯ *RUBUS ARCTICUS* L. НА ПОПЕРЕЧНОМ СРЕЗЕ (×200):
1 – ПРОСТЫЕ ТРИХОМЫ (ВОЛОСКИ); 2 – ЭПИДЕРМА;
3 – ПЛАСТИНЧАТАЯ КОЛЛЕНХИМА; 4 – ХЛОРЕНХИМА ПЕРВИЧНОЙ КОРЫ; 5 – КРАХМАЛОНОСНОЕ ВЛАГАЛИЩЕ (ЭНДОДЕРМА); 6 – СКЛЕРЕНХИМА ПЕРИЦИКЛА;
7 – МЕЖПУЧКОВЫЙ КАМБИЙ; 8 – ФЛОЭМА; 9 – ПУЧКОВЫЙ КАМБИЙ; 10 – КСИЛЕМА; 11 – СЕРДЦЕВИНА

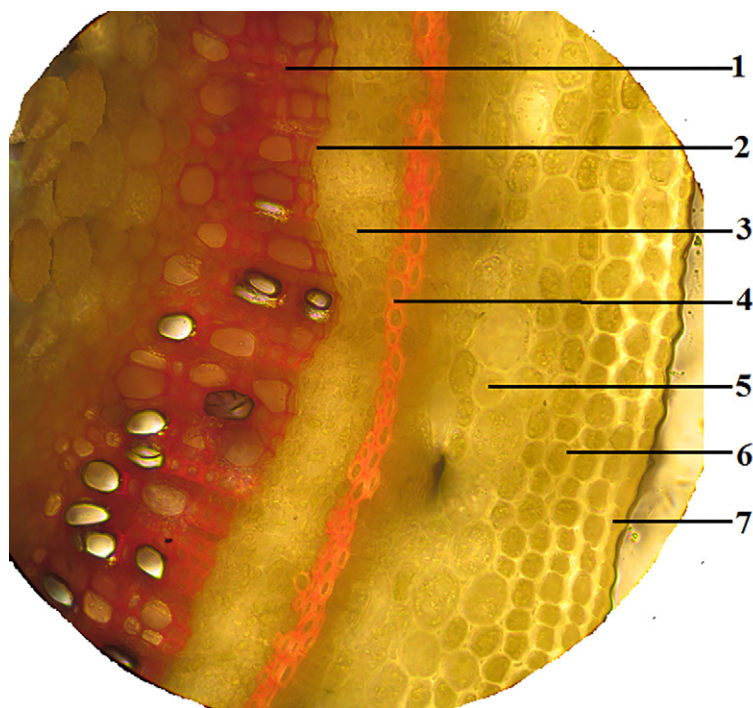


Рис. 3. ПОПЕРЕЧНЫЙ СРЕЗ БАЗАЛЬНОЙ ЧАСТИ СТЕБЛЯ *RUBUS ARCTICUS* L. (×200):
 1 – КСИЛЕМА; 2 – КАМБИЙ; 3 – ФЛОЭМА; 4 – СКЛЕРЕНХИМА ПЕРИЦИКЛА; 5 – ХЛОРЕНХИМА ПЕРВИЧНОЙ КОРЫ; 6 – ПЛАСТИНЧАТАЯ КОЛЛЕНХИМА; 7 – ЭПИДЕРМА

однослойной эпидермой, покрытой кутикулой. Первичная кора стебля представлена субэпидермально расположенной 3–4-рядной пластинчатой колленхимой, многорядной хлоренхимой

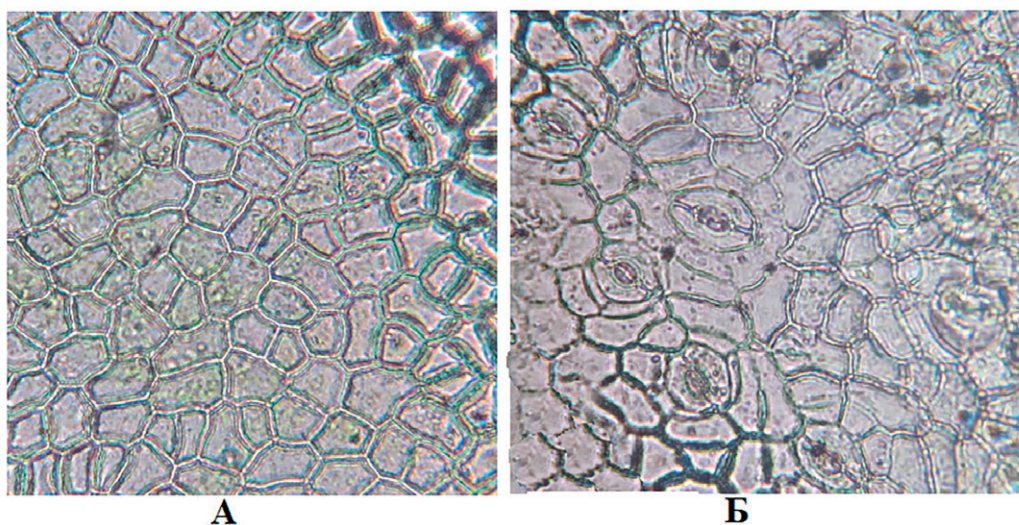


Рис. 4. СТРОЕНИЕ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ *RUBUS ARCTICUS* L.:
 А – ВЕРХНЯЯ ЭПИДЕРМА (×200); Б – НИЖНЯЯ ЭПИДЕРМА (×200).

и однослойной эндодермой (крахмалоносным влагищем). Четкой границей первичной коры и центрального цилиндра стебля служат волокна склеренхимы перициклического происхождения. Центральный цилиндр стебля представлен основной паренхимой и проводящей системой. Основные открытые коллатеральные пучки в верхней части стебля довольно крупные, состоят из камбия, первичной и вторичной флоэмы и ксилемы. В результате формирования в онтогенезе стебля из межпучкового камбия добавочных открытых коллатеральных пучков, в их состав входят только вторичные проводящие элементы ксилемы и флоэмы.

Центральная часть стебля *R. arcticus* занята сердцевинной. На ее долю приходится около 70% всего объема стебля. В перимедулярной зоне сердцевины накапливается крахмал. Следует особо отметить, что установленный переходный тип анатомического строения стебля *R. arcticus* является очень важной характеристикой, которую необходимо учитывать при выборе методики черенкования, а также при организации технологической схемы клонального микроразмножения этой ценной ягодной культуры.

Листья *R. arcticus* тройчатосложные, черешчатые, с прилистниками, редко опушены простыми волосками. Листовая пластинка травянистая, с обеих сторон покрыта однослойной эпидермой с кутикулой. Листья *R. arcticus* дорсовентральные, гипостоматические. Верхняя эпидерма листовой пластинки состоит из небольших, полигональных, тонкостенных клеток. Устьица на верхней эпидерме отсутствуют (рис. 4А). На нижней эпидерме находятся многочисленные устьица аномального типа (рис. 4Б).

Под верхней эпидермой располагается двухрядный столбчатый мезофилл,

а с нижней стороны листа – многослойный губчатый мезофилл (рис. 5). Проводящая система листа *R. arcticus* представлена закрытыми сосудисто-волокнистыми коллатеральными проводящими пучками.

В настоящее время особое внимание отводится изучению петиолярной анатомии растений, поскольку характер расположения проводящей системы в черешках листьев является видоспецифичным и может быть использован для систематики растений [20]. Черешок листа *R. arcticus* цилиндрический, вогнутый с верхней стороны (рис. 6).

Снаружи черешок листа *R. arcticus* покрыт однослойной эпидермой с кутикулой, редко расположенными устьицами и волосками. Под эпидермой располагается 2–3-слойная пластинчатая колленхима, за которой следует 2-слойная хлоренхима коровой части черешка листа. Большую часть черешка занимает основная паренхима с 5-ю коллатеральными пучками. В центральной части черешка располагается самый крупный коллатеральный пучок, а остальные 4 симметрично распределены по боковым его частям.

Выводы

Экологические условия произрастания растений сказываются на строении и функционировании стебля, как правило, опосредованно, через влияние на функционирование корней и листьев. Корневая система растений-интродуцентов, таким образом, оказывается до некоторой степени буфером между стеблем и внешней средой. Как и листьям, стеблям цветковых растений, в связи со сменой экологических условий произрастания, свойственны определенные изменения не только во внешнем, но и во внутреннем строении. Поэтому полученная в результате исследования анатомическая характеристика строения корней, стеблей и листьев *R. arcticus*, интродуцированных на территории Дендрологического сада имени Р.И. Шредера (Москва), может послужить для оценки адаптивного

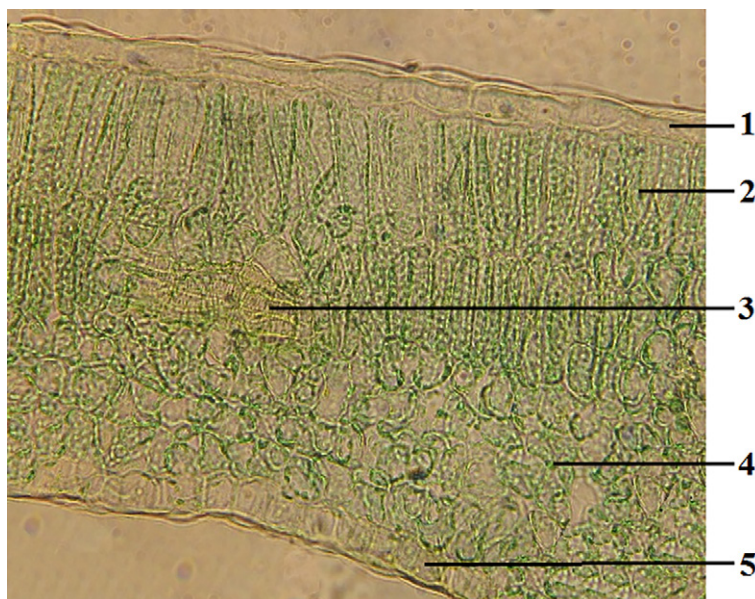


Рис. 5. Поперечный срез листовой пластинки *RUBUS ARCTICUS* L.: (×200):

1 – верхняя эпидерма с кутикулой; 2 – столбчатый мезофилл; 3 – коллатеральный проводящий пучок; 4 – губчатый мезофилл; 5 – нижняя эпидерма с кутикулой

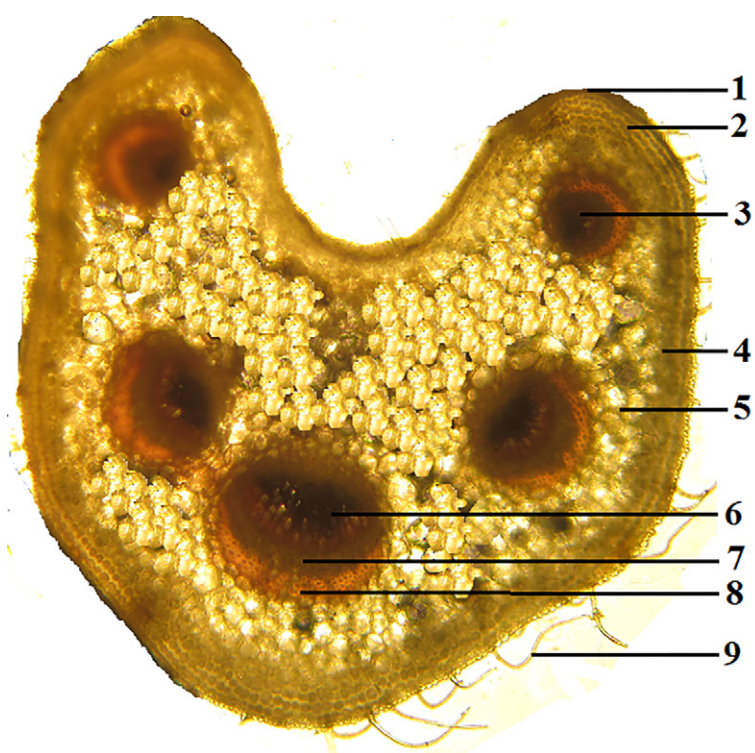


Рис. 6. Поперечный срез черешка листа *RUBUS ARCTICUS* L.: (×200):

1 – верхняя эпидерма с кутикулой; 2 – пластинчатая колленхима; 3 – коллатеральный проводящий пучок; 4 – хлоренхима; 5 – основная паренхима коры; 6 – ксилема; 7 – флоэма; 8 – волокна склеренхимы; 9 – трихомы

потенциала растений к нетипичным условиям произрастания. Материалы работы будут полезны для проведения межвидовой идентификации представителей рода *Rubus* и могут быть рекомендованы для составления анатомических

атласов плодовых и ягодных культур России. Полученные данные по анатомическому строению *R. arcticus* также могут быть использованы в вопросах систематики и таксономии семейства Rosaceae.

Исследования проведены в рамках выполнения Тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Минсельхоза России по теме «Разработка агротехнологий нового поколения для ягодных растений с использованием биотехнологических методов для закладки ягодных плантаций» за счет средств федерального бюджета в 2024 г.

Список источников

1. George, B.P. Phenolics from *Rubus fairholmianus* Induces Cytotoxicity and Apoptosis in Human Breast Adenocarcinoma Cells / B.P. George, H. Abrahamse, N.M. Hemmaragala // *Chem Biol Interact.* – 2017. – Vol. 275. – P. 178–188. DOI: 10.1016/j.cbi.2017.08.005.
2. Ghadakchiasl, A. Mitigation by sodium nitroprusside of the effects of salinity on the morpho-physiological and biochemical characteristics of *Rubus idaeus* under in vitro conditions / A. Ghadakchiasl, A.A. Mozafari, N. Ghaderi // *Physiol Mol Biol Plants.* – 2017. – Vol. 23(1). – P. 73–83. doi: 10.1007/s12298-016-0396-5.
3. Metabolomics of Healthy Berry Fruits / G. D'Urso, S. Piacente, C. Pizza, P. Montoro // *Curr Med Chem.* – 2018. – Vol. 25. – № 37. – P. 4888–4902. DOI: 10.2174/0929867323666161206100006.
4. An Exploratory Study of Red Raspberry (*Rubus idaeus* L.) (Poly)phenols/Metabolites in Human Biological Samples / X. Zhang, A. Sandhu, I. Edirisinghe, B. Burton-Freeman // *Food Funct.* – 2018. – Vol. 9. – № 2. – P. 806–818. DOI: 10.1039/c7fo00893g.
5. Staszowska-Karkut, M. Phenolic Composition, Mineral Content, and Beneficial Bioactivities of Leaf Extracts from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aronia melanocarpa*). – Текст : электронный / M. Staszowska-Karkut, M. Materska // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 12. – № 2. – Art. 463. doi: 10.3390/nu12020463. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/2/463>.
6. Debnath, S.C. Phenotypic Variation and Epigenetic Insight into Tissue Culture Berry Cops. – Текст : электронный / S.C. Debnath, A. Ghosh // *Front Plant Sci.* – 2022. – Vol. 13. – Art. 1042726. DOI: 10.3389/fpls.2022.1042726. – Режим доступа: URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.1042726/full>.
7. Nutritional and Phytochemical Characterization of Freeze-Dried Raspberry (*Rubus idaeus*): A Comprehensive Analysis. – Текст : электронный / M. Marino, C. Gardana, M. Rendine [et al.] // *Foods.* – 2024. – Vol. 13. – № 7. – Art. 1051. DOI: 10.3390/foods13071051. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/7/1051>.
8. Anti-Obesity Properties of Blackberries Fermented with Plantarum JBMI F5 via Suppression of Adipogenesis Signaling Mechanisms. – Текст : электронный / J.Y. Park, H.R. Kim, S.H. Lee [et al.] // *Int J Mol Sci.* – 2024. – Vol. 25. – № 11. – Art. 6164. DOI: 10.3390/ijms25116164. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/11/6164>.
9. Chloroplast Genome Characterization of *Rubus arcticus* L. Mitochondrial DNA B / Z. Jiang, T. Wang, Y. Gao [et al.] // *Resour.* – 2022. – Vol. 7. – № 10. – P. 1803–1804. DOI: 10.1080/23802359.2022.2130715.
10. Макаров, С.С. Совершенствование технологии клонального микроразмножения княженики арктической (*Rubus arcticus* L.). – Текст : электронный / С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, В.С. Смирнов // *Лесохозяйственная информация.* – 2018. – № 4. – С. 91–97. – DOI: 10.24419/ЛНИ.2304-3083.2018.4.09. – EDN: YRROMP. – Режим доступа: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
11. Синельникова, Н.В. Княженика (*Rubus arcticus* L.) в долине реки Колыма – сезонное развитие и плодоношение / Н.В. Синельникова, М.Н. Пахомов // *Вестник КрасГАУ.* – 2023. – № 4 (193). – С. 100–105. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-100-105. – EDN: FIADDC.
12. Тяк, Г.В. Интродукция княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) / Г.В. Тяк, С.С. Макаров // *Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений.* – 2021. – Т. 24. – С. 163–166. – EDN: UCBJGR.
13. Lindqvist-Kreuze, H. Genetic Diversity of Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L. subsp. *arcticus*) as Measured by Amplified fragment length polymorphism / H. Lindqvist-Kreuze, H. Koponen, J.P.T. Valkonen // *Canadian Journal of Botany.* – 2003. – Vol. 81. – № 8. – P. 805–813.
14. Gudovskikh, Y.V. Ecological and Biotopic Parameters and Resilience of Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L.) in Kirov Region, Russia. – Текст : электронный / Y.V. Gudovskikh, E.A. Luginina, T.L. Egoshina // *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* – 2021. – Vol. 677. – № 4. – Art. 042059. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042059. – EDN: IUEJIL. – Режим доступа: URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/4/042059>.

15. Reasons for Large Annual Yield Fluctuations in Wild Arctic Bramble (*Rubus arcticus* subsp. *arcticus*) in Finland / K. Kostamo, A. Toljamo, H. Kokko [et al.] // Botany. – 2018. – Vol. 96. – № 10. – P. 695–703.
16. Newmark, H.L. Plant Phenolics as Potential Cancer Prevention Agents / N.L. Newmark // Adv Exp Med Biol. – 1996. – Vol. 401. – P. 25–34. DOI: 10.1007/978-1-4613-0399-2_3.
17. Burlando, B. Nutraceutical Potential of High-latitude and High-altitude Berries Rich in Ellagitannins / B. Burlando, L. Cornara, R. Boggia // Curr Med Chem. – 2023. – Vol. 30. – № 19. – P. 2121–2140. DOI: 10.2174/0929867329666220224151938.
18. Ellagitannins from *Rubus* Berries for the Control of Gastric Inflammation: *In Vitro* and *In Vivo* Studies. – Текст : электронный / E. Sangiovanni, U. Vrhovsek, G. Rossoni [et al.] // PLoS One. – 2013. – Vol. 8. – № 8. – Art. e71762. DOI: 10.1371/journal.pone.0071762. – Режим доступа: URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0071762>.
19. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. – Ч. 1. – Москва : Научный центр экспертизы и средств медицинского применения, 2018. – 1814 с.
20. Cheryatova, Yu. Morphological and Anatomical Study of Medicinal Plant Material *Myrtus communis* L. / Yu. Cheryatova // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – Vol. 575. – P. 2302–2308. DOI: 10.1007/978-3-031-21219-2_258. – EDN: LTNOUM.

References

1. George, B.P. Phenolics from *Rubus fairholmianus* Induces Cytotoxicity and Apoptosis in Human Breast Adenocarcinoma Cells / B.P. George, H. Abrahamse, N.M. Hemmaragala // Chem Biol Interact. – 2017. – Vol. 275. – P. 178–188. DOI: 10.1016/j.cbi.2017.08.005.
2. Ghadakchiasl, A. Mitigation by sodium nitroprusside of the effects of salinity on the morpho-physiological and biochemical characteristics of *Rubus idaeus* under in vitro conditions / A. Ghadakchiasl, A.A. Mozafari, N. Ghaderi // Physiol Mol Biol Plants. – 2017. – Vol. 23(1). – P. 73–83. doi: 10.1007/s12298-016-0396-5.
3. Metabolomics of Healthy Berry Fruits / G. D'Urso, S. Piacente, C. Pizza, P. Montoro // Curr Med Chem. – 2018. – Vol. 25. – № 37. – P. 4888–4902. DOI: 10.2174/0929867323666161206100006.
4. An Exploratory Study of Red Raspberry (*Rubus idaeus* L.) (Poly)phenols/Metabolites in Human Biological Samples / X. Zhang, A. Sandhu, I. Edirisinghe, B. Burton-Freeman // Food Funct. – 2018. – Vol. 9. – № 2. – P. 806–818. DOI: 10.1039/c7fo00893g.
5. Staszowska-Karkut, M. Phenolic Composition, Mineral Content, and Beneficial Bioactivities of Leaf Extracts from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aronia melanocarpa*). – Текст : электронный / M. Staszowska-Karkut, M. Materska // Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – № 2. – Art. 463. doi: 10.3390/nu12020463. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/2/463>.
6. Debnath, S.C. Phenotypic Variation and Epigenetic Insight into Tissue Culture Berry Cops. – Текст : электронный / S.C. Debnath, A. Ghosh // Front Plant Sci. – 2022. – Vol. 13. – Art. 1042726. DOI: 10.3389/fpls.2022.1042726. – Режим доступа: URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.1042726/full>.
7. Nutritional and Phytochemical Characterization of Freeze-Dried Raspberry (*Rubus idaeus*): A Comprehensive Analysis. – Текст : электронный / M. Marino, C. Gardana, M. Rendine [et al.] // Foods. – 2024. – Vol. 13. – № 7. – Art. 1051. DOI: 10.3390/foods13071051. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/7/1051>.
8. Anti-Obesity Properties of Blackberries Fermented with Plantarum JBMI F5 via Suppression of Adipogenesis Signaling Mechanisms. – Текст : электронный / J.Y. Park, H.R. Kim, S.H. Lee [et al.] // Int J Mol Sci. – 2024. – Vol. 25. – № 11. – Art. 6164. DOI: 10.3390/ijms25116164. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/11/6164>.

9. Chloroplast Genome Characterization of *Rubus arcticus* L. Mitochondrial DNA B / Z. Jiang, T. Wang, Y. Gao [et al.] // Resour. – 2022. – Vol. 7. – № 10. – P. 1803–1804. DOI: 10.1080/23802359.2022.2130715.
10. Makarov, S.S. Sovershenstvovanie tekhnologii klonal'nogo mikrorazmnozheniya knyazheniki arkticheskoy (*Rubus arcticus* L.). – Tekst : elektronnyj / S.S. Makarov, I.B. Kuznecova, V.S. Smirnov // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2018. – № 4. – S. 91–97. – DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.4.09. – EDN: YRROMP. – Rezhim dostupa: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
11. Sinel'nikova, N.V. Knyazhenika (*Rubus arcticus* L.) v doline reki Kolyma – sezonnoe razvitiye i plodonoshenie / N.V. Sinel'nikova, M.N. Pahomov // Vestnik KrasGAU. – 2023. – № 4 (193). – S. 100–105. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-100-105. – EDN: FIADDC.
12. Tyak, G.V. Introdukciya knyazheniki arkticheskoy (*Rubus arcticus* L.) / G.V. Tyak, S.S. Makarov // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij. – 2021. – T. 24. – S. 163–166. – EDN: UCBJGR.
13. Lindqvist-Kreuze, H. Genetic Diversity of Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L. subsp. *arcticus*) as Measured by Amplified fragment length polymorphism / H. Lindqvist-Kreuze, H. Koponen, J.P.T. Valkonen // Canadian Journal of Botany. – 2003. – Vol. 81. – № 8. – P. 805–813.
14. Gudovskikh, Y.V. Ecological and Biotopic Parameters and Resilience of Arctic Bramble (*Rubus arcticus* L.) in Kirov Region, Russia. – Tekst : elektronnyj / Y.V. Gudovskikh, E.A. Luginina, T.L. Egoshina // IOP Conf Ser Earth Environ Sci. – 2021. – Vol. 677. – № 4. – Art. 042059. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042059. – EDN: IUEJIL. – Rezhim dostupa: URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/4/042059>.
15. Reasons for Large Annual Yield Fluctuations in Wild Arctic Bramble (*Rubus arcticus* subsp. *arcticus*) in Finland / K. Kostamo, A. Toljamo, H. Kokko [et al.] // Botany. – 2018. – Vol. 96. – № 10. – P. 695–703.
16. Newmark, H.L. Plant Phenolics as Potential Cancer Prevention Agents / N.L. Newmark // Adv Exp Med Biol. – 1996. – Vol. 401. – P. 25–34. DOI: 10.1007/978-1-4613-0399-2_3.
17. Burlando, B. Nutraceutical Potential of High-latitude and High-altitude Berries Rich in Ellagitannins / B. Burlando, L. Cornara, R. Boggia // Curr Med Chem. – 2023. – Vol. 30. – № 19. – P. 2121–2140. DOI: 10.2174/0929867329666220224151938.
18. Ellagitannins from *Rubus* Berries for the Control of Gastric Inflammation: In Vitro and In Vivo Studies. – Tekst : elektronnyj / E. Sangiovanni, U. Vrhovsek, G. Rossoni [et al.] // PLoS One. – 2013. – Vol. 8. – № 8. – Art. e71762. DOI: 10.1371/journal.pone.0071762. – Rezhim dostupa: URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0071762>.
19. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii HIV izdania. – Ch. 1. – Moskva : Nauchnyj centr ekspertizy i sredstv medicinskogo primeneniya, 2018. – 1814 s.
20. Cheryatova, Yu. Morphological and Anatomical Study of Medicinal Plant Material *Myrtus communis* L. / Yu. Cheryatova // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – Vol. 575. – P. 2302–2308. DOI: 10.1007/978-3-031-21219-2_258. EDN: LTNOUM.