

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕТИОЛЯРНЫХ ПРИЗНАКОВ ЛИСТЬЕВ АЛТЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО

Т.Г. Радомская, Н.П. Егоров, В.М. Рыжов, В.А. Куркин, В.Б. Браславский

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

Для цитирования: Радомская Т.Г., Егоров Н.П., Рыжов В.М., Куркин В.А., Браславский В.Б. Исследование петиолярных признаков листьев алтея лекарственного. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2025;25(3):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP679223>

■ Сведения об авторах

Радомская Т.Г. – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1996-0159>

E-mail: t.g.shkodenko@samsmu.ru

Егоров Н.П. – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2349-1865>

E-mail: n.egorov.2000@mail.ru

Рыжов В.М. – канд. фарм. наук, доцент, доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8399-9328> E-mail: lavr_rvm@mail.ru

*Куркин Владимир Александрович – д-р фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352> E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Браславский В.Б. – д-р фарм. наук, доцент, доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6681-6107> E-mail: v.b.braslavskii@samsmu.ru

*Автор для переписки

Получено: 06.05.2025

Одобрено: 22.07.2025

Опубликовано: 21.08.2025

■ Аннотация

Цель – изучение петиолярных признаков листьев алтея лекарственного (*Althaea officinalis* L.) для селективной диагностики лекарственного растительного сырья.

Материалы и методы. Объектами исследования служили образцы листьев алтея лекарственного. Срезы для исследования готовили на роторном микротоме марки REF 901140, SN S19112191. Анатомио-гистологическое исследование растительного сырья алтея лекарственного проводили с помощью поляризационного микроскопа (ПЛМ-213), световых микроскопов с цифровой насадкой в проходящем и отраженном свете с возможностью измерения объектов (Motiс DM-1802, Motiс DM-39) на белом поле при увеличении кратностью x40, x100, x400. Пробоподготовка сырья и микропрепаратов осуществлялась согласно требованиям ОФС.1.5.3.0003 Государственной фармакопеи РФ XV издания. Для проведения гистохимических реакций использовали реактивы, регламентированные соответствующими ГОСТами.

Результаты. В результате анатомио-морфологического исследования были выявлены новые и подтверждены ранее описанные диагностические особенности строения листьев алтея лекарственного, заключающиеся в комплексе следующих признаков: вариабельность очертаний поперечных сечений в базальной, медиальной и апикальной частях черешка; характерное строение и расположение проводящих пучков и колленхимы уголково-пластинчатого типа; наличие клеток идиобластов со слизистыми комочками, друз оксалата кальция, трихом на эпидермисе, представленных простыми одноклеточными волосками, собранными в пучки по две или четыре клетки и железок с многоклеточной двухрядной головкой.

Заключение. Полученные в ходе исследования результаты в дальнейшем могут быть использованы для включения в раздел «Микроскопические признаки» проекта фармакопейной статьи «Алтея лекарственная трава», а также в фундаментальной ботанике, направленной на изучение видов семейства *Malvaceae*.

Ключевые слова: трава алтея лекарственного; листья алтея лекарственного; петиолярная анатомия; морфолого-анатомический анализ; диагностические признаки.

Конфликт интересов: не заявлен.

STUDY OF THE LEAF PETIOLE FEATURES OF ALTHAEA OFFICINALIS L.

Tatyana G. Radomskaya, Nikita P. Egorov, Vitalii M. Ryzhov, Vladimir A. Kurkin, Valerii B. Braslavskii

Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

Citation: Radomskaya TG, Egorov NP, Ryzhov VM, Kurkin VA, Braslavskii VB. Study of the leaf petiole features of *Althaea Officinalis* L. *Aspirantskiy vestnik Povolzhya*. 2025;25(3):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP679223>

■ Information about authors

Tatyana G. Radomskaya – postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1996-0159> E-mail: t.g.shkodenko@samsmu.ru

Nikita P. Egorov – postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2349-1865> E-mail: n.egorov.2000@mail.ru

Vitalii M. Ryzhov – Cand. Sci. (Pharmacy), Associate professor at the Chair of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8399-9328> E-mail: lavr_rvm@mail.ru

*Vladimir A. Kurkin – Dr. Sci. (Pharmacy), Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352> E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Valerii B. Braslavskii – Dr. Sci. (Pharmacy), Associate professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6681-6107> E-mail: v.b.braslavskii@samsmu.ru

*Corresponding author

Received: 06.05.2025

Accepted: 22.07.2025

Published: 21.08.2025

■ Abstract

Aim – study of the leaf petiole features of *Althaea officinalis* L. for the selective diagnosis of medicinal plant raw materials.

Material and methods. The objects of the study were samples of *Althaea officinalis* L. leaves. The sections for the study were prepared on the REF 901140 rotary microtome, SN S19112191. Anatomical and histological examination of *Althaea officinalis* L. plant materials were performed using polarizing microscope (PLM-213), light microscopes with a digital accessory in transmitted and reflected light with the ability to measure objects (Motic DM-1802, Motic DM-39) on a white field with x40, x100, x400 magnification. Sample preparation of raw materials and micro-preparations was carried out in accordance with the requirements of OFS.1.5.3.0003 State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XV edition. Reagents were used to ensure histochemical reactions, which are regulated by the relevant GOST standards.

Results. The anatomical and morphological study identified and confirmed new diagnostic features of the structure of the petioles of the leaves of *Althaea officinalis* L. consisting of a complex of the following features: variability of the outlines of cross-sections in the basal, medial and apical parts of the petiole; the characteristic structure and arrangement of conductive bundles and angular-lamellar collenchymes; the presence of idioblast cells with mucous lumps, calcium oxalate druses, trichomes on the epidermis, represented by simple unicellular hairs assembled into bundles of two or four cells and glands with a multicellular double-row head.

Conclusion. The results obtained during the study can be used later in the revision of the section “Microscopic features” of the draft pharmacopoeial article “*Althaea officinalis* L. herb”, as well as in fundamental botany aimed at studying species of the *Malvaceae* family.

■ **Keywords:** *Althaea officinalis* L. herb; *Althaea officinalis* L. leaves; petiolar anatomy; morphological and anatomical analysis; diagnostic features.

■ **Conflict of interest:** nothing to disclose.

ВВЕДЕНИЕ

Алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L.) представляет собой травянистый многолетник семейства Мальвовые (*Malvaceae*) высотой от 60 до 150 см, обладающий мощной корневой системой [1].

Алтей лекарственный имеет неравномерный евроазиатский ареал распространения. Он охватывает большую часть Европы, за исключением северных регионов Скандинавских стран и Шотландии. Произрастает также в Северной Африке, Иране, Афганистане, Малой Азии и северо-западных областях Китая и Монголии. На территории России вид широко представлен по всей европейской части, включая предгорья Кавказа, и проникает в южные районы Западной Сибири. География произрастания охватывает казахстанские степи, алтайские низменности, оазисные участки пустынных территорий и умеренные зоны Центральной Азии, где растение селится вне аридных ландшафтов [2, 3]. Алтей лекарственный произрастает преимущественно на влажных лугах, вдоль берегов рек, на заболоченных лугах, в балках, между редкими кустарниками и на солончаковых местах. Обычно образует небольшие группы, иногда изреженные заросли [4].

Алтей лекарственный – ценное лекарственное растение, применяемое в медицине благодаря высокому содержанию слизистых веществ [5]. Наибольшее внимание в научной литературе уделяется корням алтея, тогда как надземная часть (травя) изучена в недостаточной степени. Травя алтея лекарственного содержит до 12% полисахаридов и не менее 2% восстанавливающих сахаров. Также в траве содержатся пектиновые вещества, аскорбиновая кислота, флавоноиды, аспарагин, бетаин, каротин, лецитин, фитостерин, минеральные соли и незначительное количество эфирного масла [5, 6]. На основе экстрактов травя алтея лекарственного с добавлением гидрокарбоната натрия получают препарат Мукалтин, широко применяющийся при острых и хронических заболеваниях дыхательных путей, которые сопровождаются кашлем и образованием трудноотделяемой

мокроты повышенной вязкости [6, 7]. Водные вытяжки из травя алтея обладают обволакивающими, защитными, смягчительными, противовоспалительными свойствами, а также оказывают обезболивающее действие [8, 9]. Их рекомендуют принимать при гастритах и язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, особенно при повышенной кислотности желудочного сока [10].

Помимо фармакологической ценности, алтей лекарственный привлекает внимание своими морфологическими особенностями, играющими ключевую роль в идентификации вида. Его листья простые, очередные, черешковые, длина которых обычно не превышает 2–6,25 см. Нижние и средние листья имеют яйцевидную форму с тремя – пятью лопастями, тогда как верхние – продолговато-яйцевидные. Для листьев характерны заостренная верхушка, сердцевидное основание и неровный городчато-зубчатый край. Жилкование пальчатое. Поверхность листовой пластины с обеих сторон покрыта опушением, более густым на нижней стороне, что придает ей серовато-зеленый оттенок [1].

«Алтея лекарственного травя» (*Althaeae officinalis herba*) – морфологически сложно устроенное сырье, содержащее как стеблевую часть растения, так и его листья и цветки (рисунки 1 А, В, С). Все указанные надземные части алтея являются неотъемлемыми элементами лекарственного растительного сырья «Травя», однако в проекте фармакопейной статьи «Алтея лекарственного травя» в Государственной фармакопее РФ XV издания внимание уделяется в основном поверхности листовой пластины¹. На наш взгляд, это не позволяет в полной мере идентифицировать растение, особенно в измельченном виде, что существенно затрудняет стандартизацию сырья и повышает вероятность примеси в сырье или даже его фальсификацию. Например, хатма тюрингенская (*Lavatera thuringiaca*), являющаяся примесным видом, имеет сходные микроскопические признаки с алтеем лекарственным, однако биохимические профили растений существенно различаются [11, 12]. В связи с этим особую значимость приобретает

¹ Государственная фармакопея Российской Федерации, XV изд. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru>

анатомо-гистологический анализ. Одним из методов, широко применяемых для подтверждения подлинности лекарственного растительного сырья в фармации, является метод петиолярной анатомии, изучающий особенности строения черешков листьев [13]. Данный метод позволяет отличить целевой вид лекарственного растительного сырья от примесного и является одним из ведущих и высокоспецифичных методов диагностики близкородственных видов растений. Так, петиолярные признаки алтея лекарственного изучались ранее для установления систематических связей внутри семейства Мальвовых и разграничения родов [14]. Однако в фармацевтической практике в настоящее время данные признаки не используются. В связи с этим подробное изучение петиолярных особенностей представляет практический интерес для фармацевтического анализа лекарственного растительного сырья, где его диагностика как в цельном, так и в измельченном виде является одной из проблем стандартизации [15, 16].

ЦЕЛЬ

Проведение микроскопического анализа и изучение морфологических и анатомических особенностей листьев алтея лекарственного для выявления селективных диагностических признаков данного вида растения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили образцы листьев алтея лекарственного, заготовленные в фазу цветения на экспериментальном участке Ботанического сада Самарского университета (г. Самара) 19 июля 2024 года; образцы листьев алтея лекарственного, заготовленные в фазу цветения в районе Зеленой рощи (черта г. Самара) 20 июля 2024 года.

Видовую специфичность листьев алтея лекарственного подтверждали при помощи определителей растений средней полосы России, а также по гербарным образцам гербарного фонда кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Срезы для исследования толщиной 40–45 мкм готовили на роторном микротоме марки REF 901140, SN S19112191. Анатомо-гистологическое исследование растительного сырья алтея лекарственного проводили с помощью поляризационного микроскопа (ПМ-213), световых микроскопов с цифровой насадкой в проходящем и отраженном свете с возможностью измерения объектов (Motic DM-1802, Motic DM-39) на белом поле при увеличении кратностью x40, x100, x400.

Последовательность пробоподготовки сырья и микропрепаратов осуществлялась в соответствии с ОФС.1.5.3.0003 Государственной фармакопеи РФ XV издания. Высушенные листья с черешками фиксировали в смеси спирта этилового 96%, глицерина ректифицированного и воды очищенной в соотношении 1:1:1. Материал настаивали в течение суток, после чего проводили морфологический анализ и морфолого-анатомическое исследование. Для обеспечения гистохимических реакций использовали реактивы: 10%-й раствор анилина сернокислого (время окрашивания – 1 минута), Судана III (время окрашивания – 10 минут), регламентированные соответствующими ГОСТами. Морфологические и анатомо-гистологические особенности черешка алтея

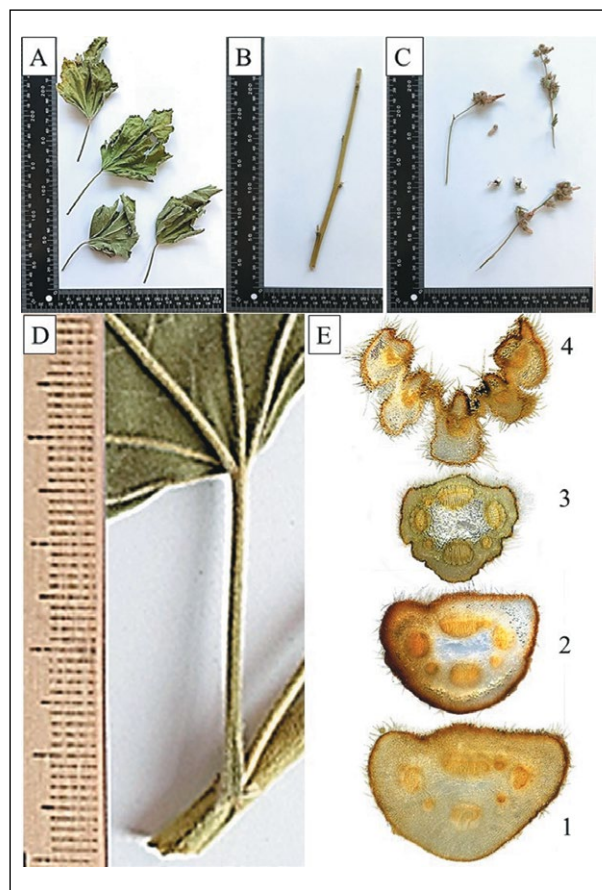


Рисунок 1. Морфологические особенности сырья «Алтея лекарственная трава»: А – фрагменты листовых пластинок сырья; В – фрагмент стебля из сырья; С – фрагмент цветоносов и цветков из сырья; D – фрагмент черешка листа; Е – топография поперечных сечений черешка (x10). Обозначения: 1 – базальная область; 2 и 3 – медиальная область; 4 – апикальная область.

Figure 1. Morphological features of the raw material “*Althaeae officinalis herba*”: А – fragments of leaf blades of raw materials; В – a fragment of a stem from raw materials; С – a fragment of peduncles and flowers from raw materials; D – a fragment of a petiole of a leaf; Е – topography of cross sections of a petiole (x10). Designations: 1 – basal region; 2 and 3 – medial region; 4 – apical region.

лекарственного исследовались согласно требованиям ОФС «Листья» Государственной фармакопеи РФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По итогам проведенного исследования растительного сырья алтея лекарственного были подтверждены внешние морфологические признаки цельных листьев алтея лекарственного, к характерным особенностям которых можно отнести форму, размер листьев, наличие выраженного опушения с обеих сторон.

Черешок листа алтея лекарственного тонкий, в длину достигает 40 мм (рисунок 1D). На продольном разрезе черешок выглядит цилиндрическим, с гладкой поверхностью. Первичным диагностическим признаком в петиолярной анатомии считаются особенности очертаний поперечных сечений. Для полноты данных эксперимента анализу подвергались поперечные сечения различных частей черешка

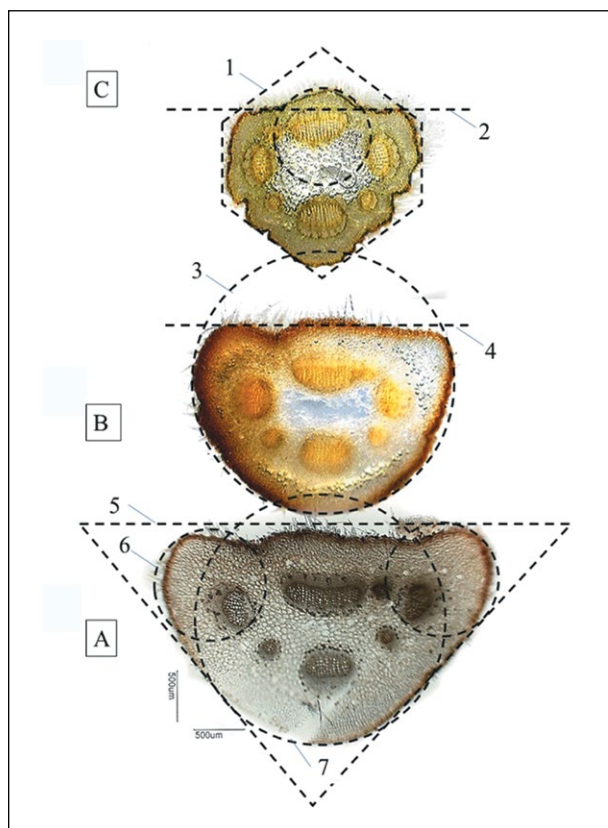


Рисунок 2. Анализ геометрической формы очертаний поперечных сечений черешков листа алтея лекарственного: А – срез в базальной части черешка; В – срез в медиальной части черешка; С – срез в апикальной части черешка. Обозначения: 1 – шестиугольная форма; 2 – усечение; 3 – округлая форма; 4 – усечение; 5 – треугольная форма; 6 – окружность в ребре среза; 7 – окружность в абаксиальной части.

Figure 2. Analysis of the geometric shape of the outlines of the cross sections of the petioles of the *Althaea officinalis* L. leaf: А – section in the basal part of the petiole; В – section in the medial part of the petiole; С – section in the apical part of the petiole. Legend: 1 – hexagonal shape; 2 – truncation; 3 – rounded shape; 4 – truncation; 5 – triangular shape; 6 – circle in the edge of the section; 7 – circle in the abaxial part.

в базальной (место прикрепления), медиальной (по общей длине) и апикальной области (выходящая в лист) черешка. По результатам анализа выявлена значительная вариабельность строения очертаний поперечных сечений в зависимости от места среза черешка (**рисунок 1Е**).

Так, в базальной части черешок имеет выраженное треугольное очертание поперечного среза с округлыми углами между гранями (**рисунок 2А**). При детальном рассмотрении с абаксиальной стороны (нижней части листа) заметно, что округлый изгиб имеет больший диаметр, чем по боковым ребрам. Адаксиальная сторона (верхняя часть листа), напротив, характеризуется почти ровной поверхностью. В некоторых экземплярах наблюдается незначительный округлый выступ в центральной части, который может быть связан с особенностями расположения проводящих пучков или адаптацией к условиям среды.

Медиальная часть черешка по всей его длине по анатомо-гистологическим особенностям аналогична базальной, однако имеет меньшие размеры и характер геометрического

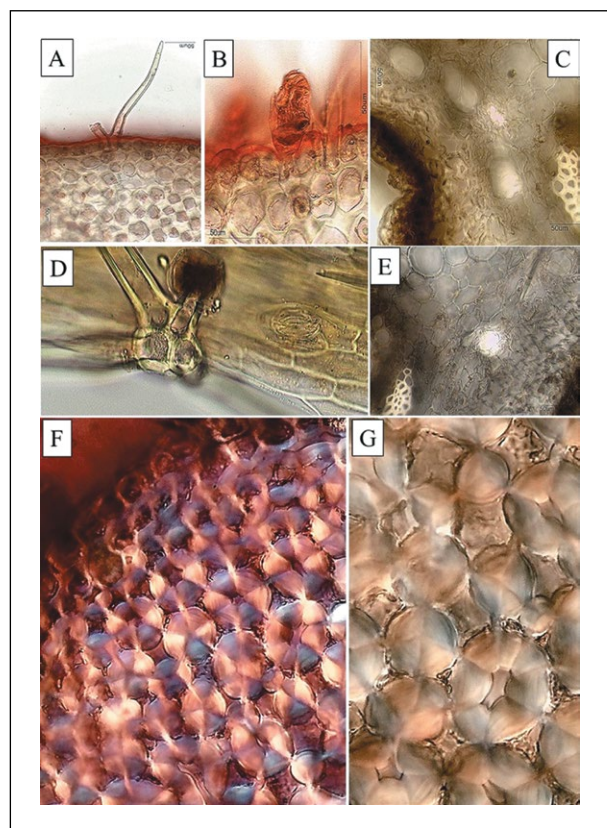


Рисунок 3. Особенности окраски и поляризации некоторых тканей: А – кроющие трихомы, окрашенные раствором Судана III с адаксиальной части (x400); В – железистая трихома, окрашенная раствором Судана III в адаксиальной части черешка; С – слизистые клетки в основной паренхиме черешка (x400); D – устьичный аппарат с поверхности (x400); E – слизистые клетки в основной паренхиме черешка после окрашивания тушью (x400); F – колленхима в поляризационном свете (x100); G – структура колленхимы в поляризационном свете (x400).

Figure 3. Peculiarities of coloring and polarization of some tissue: А – covering trichomes stained with Sudan III solution from the adaxial part (x400); В – glandular trichome stained with Sudan III solution in the adaxial part of the petiole; С – mucous cells in the main parenchyma of the petiole (x400); D – stomatal apparatus from the surface (x400); E – mucous cells in the main parenchyma of the petiole after ink staining (x400); F – collenchyme in polarizing light (x100); G – collenchyme structure in polarizing light (x400).

очертания. Все срезы, сделанные в средней части черешка, имеют форму полукруга с усеченной ровной адаксиальной стороной (**рисунок 2В**). При этом плоскость усечения окружности значительно смещена от центра (**рисунок 2В-4**), что и оптимизирует гибкость структуры черешка без потери прочности.

Апикальный срез черешка имеет угловатые очертания и вписывается в шестиугольник с усеченной вершиной (**рисунок 2С**). Очертания поверхности апикальной части имеют выраженный волнистый характер, отличающий ее от базальной и медиальной частей.

Анатомо-морфологический анализ размеров поперечных сечений показывает четкую тенденцию уменьшения ширины среза от базальной к апикальной части черешка. В частности, у базального среза в самой широкой его части

ширина достигает около 3000 мкм. В медиальной части ширина черешка не превышает 2600 мкм. Размеры поперечного сечения постепенно уменьшаются в направлении к листовой пластинке, достигая в апикальной части около 2000 мкм.

Проводящая система черешка алтея лекарственного устойчивая и слабо изменяется по всей его длине. Начиная с базальной части в черешке диагностируются четыре основных пучка коллатерального типа строения. Два наиболее крупных расположены по центру, их размеры в самой широкой части составляют 700 и 400 мкм соответственно. При этом один пучок смещен к адаксиальной части черешка, а второй – к абаксиальной. Другая пара пучков, имеющая размеры в среднем 300 мкм, располагается по бортам поперечных сечений. В свою очередь, между описанными выше пучками периодически обнаруживаются вторичные пучки меньших размеров (около 150 мкм), непосредственно связанные с иннервацией листа. Как правило, одновременно на поперечном срезе наблюдается совокупность четырех крупных и четырех мелких пучков. Этот факт является важной анатомо-гистологической особенностью, возможной к применению для диагностики данного вида сырья.

Армирование черешка сформировано в основном за счет уголкового колленхима. Колленхима локализована в большей степени в адаксиальной стороны – верхней части черешка, где образует до шести слоев колленхимных клеток (рисунок 3А). Также значительно развита зона колленхима по ребрам черешка (рисунки 3 В, G). Контрастирование методом поляризационной микроскопии с использованием светового фильтра позволяет увидеть слоистость структуры клеточной стенки в области уголкового утолщения (рисунок 3F). Абаксиальная сторона демонстрирует меньшую толщину механической ткани и представлена всего четырьмя слоями клеток. Колленхимные клетки, варьирующие в размере от 17 до 33 мкм на поперечном сечении, имеют структурированный протопласт в виде капель и аморфных фрагментов желтого или желто-коричневого цвета (рисунки 3 В, G).

Помимо колленхима арматурные функции черешка обеспечивает склеренхима, локализованная по периферии проводящих пучков. Гистологически волокна либриформа в ксилеме и лубяные волокна во флоэмной части пучков диагностируются по сильно утолщенным клеточным стенкам (рисунок 4D). Однако при окрашивании раствором сернокислого анилина характерной реакции на лигнин (рисунок 4С), сопровождающейся окрашиванием в желтый цвет, не наблюдается. В проводящих пучках, напротив, лигнифицирование проявляется исключительно у клеточных стенок ксилемных сосудов (рисунки 4 А, В, С).

Основной объем черешка заполнен паренхимными изодиаметрическими клетками округлой или овальной формы с гладкими контурами. Размер основных паренхимных клеток варьируется от 12,5 мкм до 62 мкм, увеличиваясь по направлению к центральной части черешка. В основной паренхиме заметны мелкие межклетники. Клеточные стенки паренхимных клеток тонкие целлюлозные. Протопласт слабо выражен и почти не пигментирован. В основной паренхиме по периферии от проводящих пучков локализованы клетки-идиобласты, содержащие слизистые комочки (гетерогенные полимерные комплексы из полисахаридов

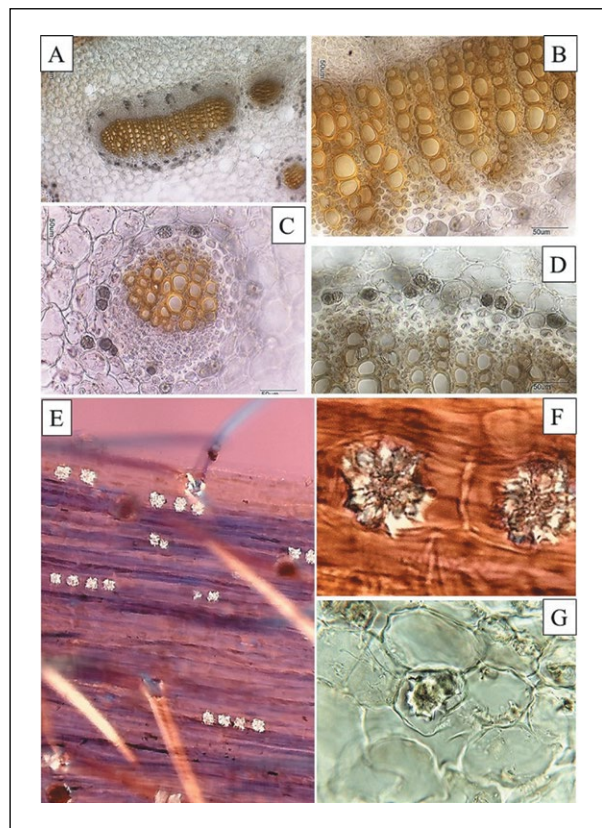


Рисунок 4. Проводящая система и кристаллические включения черешков: А – пучок центральной жилки черешка, окрашенный раствором сернокислого анилина (x100); В – фрагмент ксилемных тканей пучка центральной жилки, окрашенный раствором сернокислого анилина (x400); С – вторичный пучок с кристаллической обкладкой из друз, окрашенный раствором сернокислого анилина (x100); D – механические клетки ксилемы и друзы в основной паренхиме вокруг центрального пучка (x400); E – эпидермис с поверхности черешка в поляризационном свете λ (x400); F – друзы в клетках под эпидермисом в поляризационном свете λ (x400); G – друзы в клетке основной паренхимы черешка (x400).

Figure 4. Conducting system and crystalline inclusions of petioles: A – a bundle of the central vein of the petiole, colored with a solution of sulfuric acid aniline (x100); B – a fragment of xylem tissue of the bundle of the central vein, colored with a solution of sulfuric acid aniline (x400); C – a secondary bundle with a crystalline lining of druse, colored with a solution of sulfuric acid aniline (x100); D – mechanical xylem cells and druses in the main parenchyma around the central bundle (x400); E – epidermis from the surface of the petiole in polarized light λ (x400); F – druses in cells under the epidermis in polarized light λ (x400); G – druse in the cell of the main parenchyma of the petiole (x400).

и гликопротеинов), проявляющиеся по классической окраске с тушью (рисунки 3 С, E). Размер данных клеток достигает около 75 мкм, и, как правило, они гораздо крупнее размера окружающих клеток паренхимы.

Помимо клеток идиобластов со слизистыми комочками в основной паренхиме, обнаруживаются скопления друз оксалата кальция (рисунки 4 А, В, С, D). Эти структуры локализованы преимущественно в зонах, прилегающих к проводящим пучкам, где они формируют четко выраженные кластеры. Друзы мелкие, имеют устойчивую округлую звездчатую форму. Размер друз варьируется от 10 мкм до 15 мкм (рисунки 4 E, F, G).

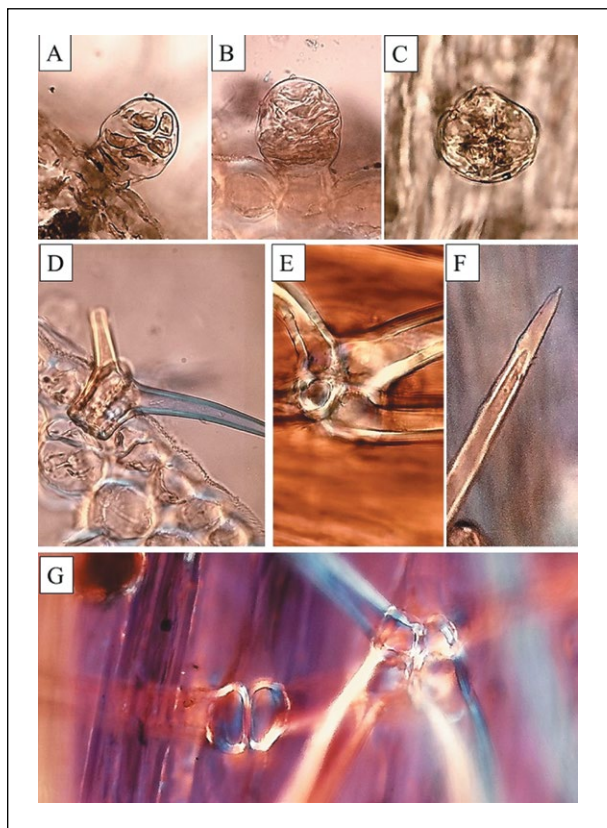


Рисунок 5. Особенности трихом на поверхности черешка: А – железка на поперечном сечении анфас (x400); В – железка на поперечном сечении профиль (x400); С – железка на поперечном сечении вид сверху (x400); D – основание кроющей трихомы на поперечном сечении в поляризационном свете λ (x400); E – основание кроющей трихомы вид с поверхности в поляризационном свете λ (x400); F – утолщенность клеточной стенки в окончании кроющей трихомы на поперечном сечении в поляризационном свете λ (x400); G – основание кроющей трихомы из двух и четырех клеток, вид с поверхности в поляризационном свете λ (x400).

Figure 5. Features of the trichomes on the surface of the petiole: A – a piece of iron on the full-face cross-section (x400); B – a piece of iron on the profile cross-section (x400); C – a piece of iron on the top view cross-section (x400); D – the base of the covering trichome on the cross-section in polarized light λ (x400); E – the base of the covering trichomes visible from the surface in polarized light λ (x400); F – is the thickening of the cell wall at the end of the covering trichome in cross-section in polarized light λ (x400); G is the base of the covering trichomes of two and four cells, visible from the surface in polarized light λ (x400).

Эпидермальные клетки на поперечном сечении мелкие (около 10 мкм) овальной формы. С поверхности они покрыты тонким слоем кутина (1–3 мкм), который становится видимым благодаря интенсивной розовой окраске при обработке раствором Судана III (рисунок 3А). Протопласты эпидермальных клеток мелкозернистые и слабопигментированные. При рассмотрении с поверхности на эпидерме изредка встречаются устьичные аппараты аномотичного типа (рисунок 3D). Устьичные аппараты мелкие и окружены воронкой клеток, отличающихся по форме от клеток основной эпидермы. Клетки основной эпидермы при рассмотрении с поверхности вытянутые почти прямоугольные с зернистым протопластом (рисунок 3D).

Поверхность черешка сильно опушена, что особенно заметно на его адаксиальной части. Опушение в большей степени составляют кроющие трихомы, представленные простыми одноклеточными волосками длиной от 75 до 200 мкм, собранными в пучки. На поперечном сечении видно, что каждый волосок представляет собой отдельную клетку, расположенную непосредственно с другими клетками трихомы в ряду эпидермальных (рисунок 5D). Трихомы представляют собой небольшие пучки по две – четыре клетки (рисунки 5 E, G). Клетка кроющей трихомы имеет заметно утолщенную целлюлозную клеточную стенку. Окончание клетки остроконечное (рисунок 5F). Необходимо отметить, что данный тип трихом является характерным для листьев алтея лекарственного и описан в Государственной фармакопее РФ XV издания, однако в нормативной документации, на наш взгляд, не совсем корректно трактуется его звездчатый тип. В классической трактовке звездчатые трихомы имеют одну клетку в основании и сильно разветвленную клетку с поверхности, напоминающую форму звезды. Такие трихомы характерны для представителей семейства Крестоцветные. В нашем случае каждая клетка непосредственно прикрепляется к эпидермису, образуя группу клеток (пучок).

Помимо кроющих трихом на эпидермисе встречаются железки. Структура железок при рассмотрении на поперечном сечении представлена одноклеточной ножкой и многоклеточной двурядной головкой вытянутой формы (рисунки 5 A, B, C). Железки мелкие (около 40 мкм), вытянутой овальной формы. При обработке среза раствором Судана III головки железок окрашиваются в розовый цвет, что свидетельствует о наличии липофильных соединений (рисунок 3B). Необходимо отметить, что в фармакопейной статье Государственной фармакопее РФ XV издания данный тип трихом на эпидерме листа трактуется как железистый волосок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе микроскопического анализа черешков алтея лекарственного (*Althaea officinalis* L.) семейства Мальвовые (Malvaceae) были установлены ключевые морфолого-анатомические признаки, значимые для диагностики данного вида, что подтверждают фотоматериалы, представленные в работе. Исследование позволило систематизировать данные о строении черешков и выявить новые диагностические маркеры алтея лекарственного. Наиболее значимыми для стандартизации сырья являются очертания формы черешков в различных местах среза, характерное расположение и количество проводящих пучков коллатерального типа, специфичное строение кроющих трихом и железок. Их не совсем полное, на наш взгляд, описание в фармакопее может привести к затруднениям в вопросах идентификации лекарственного растительного сырья. Это подчеркивает потенциал петиолярной анатомии как инструмента для детального анализа структурных элементов растений.

Полученные данные расширяют данные раздела «Микроскопические признаки» действующей фармакопейной статьи «Аллея лекарственного трава» и обосновывают

необходимость углубленного изучения надземных органов представителей рода Алтей (*Althaea*). Результаты могут быть использованы как при актуализации нормативов на данное лекарственное растительное сырье, так и в фундаментальной ботанике для изучения представителей

семейства *Malvaceae*. Перспективным направлением исследований является сравнительный анализ петиолярных признаков у других видов рода *Althaea*, что может дополнить таксономическую характеристику обширной группы *Malvaceae*.

Литература / References

1. Maevskii PF. *Flora of Middle Part of European Russia*. M., 2014. (In Russ.). [Маевский П.Ф. *Флора средней полосы европейской части России*. М., 2014]. ISBN 978-5-87317-958-9
2. Abramova LM, Karimova OA, Andreeva IZ. On the ecology and biology of *Althaea officinalis* L. (*Malvaceae*) at the northern border of its range (Republic of Bashkortostan). *Contemporary Problems of Ecology*. 2013;20(4):551-563. [Абрамова Л.М., Каримова О.А., Андреева И.З. К экологии и биологии *Althaea officinalis* L. (*Malvaceae*) на северной границе ареала (Республика Башкортостан). Сибирский экологический журнал. 2013;20(4):551-563]. DOI: [10.1134/S199542551304001X](https://doi.org/10.1134/S199542551304001X)
3. Nemereshina ON, Gusev NF. Medicinal plants of the Orenburg region. *Scientific Notes of VI Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2018;(4):121-130. (In Russ.). [Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Лекарственные растения Оренбургской области. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*. 2018;(4):121-130].
4. Krestovskaja TV. Synopsis of *Malvaceae* in the Central Asia. *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium*. 2015;46:134-146. [Крестовская Т.В. Обзор семейства Мальвовых (*Malvaceae*) Центральной Азии. *Новости систематики высших растений*. 2015;46:134-146]. DOI: [10.31111/novitates/2015.46.134](https://doi.org/10.31111/novitates/2015.46.134)
5. Kurkin VA. *Pharmacognosy*. Samara, 2024. (In Russ.). [Куркин В.А. Фармакогнозия, Самара, 2024].
6. Karomatov ID, Khozhiev AY. Marshmallow (*Althaea officinalis* L.). *Biology and integrative medicine*. 2021;1(48):339-352. (In Russ.). [Кароматов И.Д., Хожиев А.Я. Алтей лекарственный. *Биология и интегративная медицина*. 2021;1(48):339-352].
7. Mahboubi M. Marshmallow (*Althaea officinalis* L.) and its potency in the treatment of cough. *Complementary Medicine Research*. 2020;27(3):174-183. DOI: [10.1159/000503747](https://doi.org/10.1159/000503747)
8. Karimi S, Ghanbarzadeh B, Roufegarinejad L, Falcone PM. Polysaccharide extracted from *Althaea officinalis* L. root: New studies of structural, rheological and antioxidant properties. *Carbohydrate Research*. 2021;510:108438510. DOI: [10.1016/j.carres.2021.108438510](https://doi.org/10.1016/j.carres.2021.108438510)
9. Tahmouzi S, Salek Nejat MR. New infertility therapy effects of polysaccharides from *Althaea officinalis* leaf with emphasis on characterization, antioxidant and anti-pathogenic activity. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020;145:777-787. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2019.12.224](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.224)
10. Rezaei M, Dadgar Z, Noori-Zadeh A, et al. Evaluation of the antibacterial activity of the *Althaea officinalis* L. leaf extract and its wound healing potency in the rat model of excision wound creation. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2015;5(2):105-112. DOI: [10.22038/ajp.2015.3979](https://doi.org/10.22038/ajp.2015.3979)
11. Fedoseyeva LM, Myznikova OA. Study of the polysaccharid complex *Lavatera Thuringiaca* L., growing in Altai krai. *Bulletin of Medical Science*. 2017;4(8):32-35. (In Russ.). [Федосеева Л.М., Мызникова О.А. Исследование полисахаридного комплекса *Lavatera thuringiaca* L., произрастающей в Алтайском крае. *Вестник медицинской науки*. 2017;4(8):32-35].
12. Zhandabaeva MA, Kozhanova KK, Boshkayeva AK. *Lavatera Thuringiaca* L. as source of biologically active substances. *Vestnik KazNMU*. 2019;(1):462-464 (In Russ.). [Жандабаева М.А., Кожанова К.К., Бошкаева А.К. Хатьма тюрингская (*Lavatera thuringiaca* L.) как источник биологически активных веществ. *Вестник КазНМУ*. 2019;(1):462-464].
13. Ryazanova TK, Kurkin VA, Ryzhov VM, Tarasenko LV. The comparative morphological and anatomical studies of above-ground organs of Bilberry, Cowberry and Bearberry. *Izvestiya of the Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences*. 2015;5(3):964-971 (In Russ.). [Рязанова Т.К., Куркин В.А., Рызов В.М., Тарасенко Л.В. Сравнительное морфолого-анатомическое исследование надземных органов черники обыкновенной, брусники обыкновенной и толокнянки обыкновенной. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2015;5(3):964-971].
14. Eman Karakish, Saud Al-Ruzayza, Kadry Abdel Khalik. Comparative anatomical studies of some species of family Malvaceae from Saudi Arabia and its systematic significance. *The Egyptian Journal of Experimental Biology (Botany)*. 2020;16(2):203-221. DOI: [10.5455/egyjebb.20201112065657](https://doi.org/10.5455/egyjebb.20201112065657)
15. Osipova AA, Pahotskaya AA. Morphological and anatomical features of individual representatives of the *Malvaceae* family. *Vestnik farmcii*. 2024;1(103):49-55. [Осипова А.А., Погочкая А.А. Морфолого-анатомические признаки отдельных представителей семейства Мальвовые (*Malvaceae*). *Вестник фармации*. 2024;1(103):49-55]. DOI: [10.52540/2074-9457.2024.1.49](https://doi.org/10.52540/2074-9457.2024.1.49)
16. Osipova AA, Pogotskaya AA. Microscopic analysis of hollyhock leaves (*Alcea rosea*) in comparison with marshmallow leaves (*Althaea officinalis*). *Vestnik farmcii*. 2021;4(94):52-58. [Осипова А.А., Погочкая А.А. Микроскопический анализ листьев шток-розы розовой (*Alcea rosea*) в сравнении с листьями алтея лекарственного (*Althaea officinalis*). *Вестник фармации*. 2021;4(94):52-58]. DOI: [10.52540/2074-9457.2021.4.52](https://doi.org/10.52540/2074-9457.2021.4.52)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The work was carried out on the initiative of the authors without attracting funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interests. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the content of this article.
Участие авторов. Куркин В.А. – разработка концепции исследования и руководство исследованием на всех его этапах. Радомская Т.Г., Егоров Н.П. – сбор данных и непосредственное проведение исследований, написание текста. Рызов В.М. – обработка данных и интерпретация результатов. Браславский В.Б. – редактирование рукописи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Kurkin V.A.: development of the research concept and management of the research at all its stages. Radomskaia T.G., Egorov N.P.: data collection and direct research, writing the text. Ryzhov V.M.: data processing and interpretation of results. Braslavskii V.B.: editing the manuscript. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.