

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАВЫ ЦЕФАЛЯРИИ ГИГАНТСКОЙ – *CEPHALARIA GIGANTEA* (LEDEB.) BOBROV

О.А. Калашникова¹, В.М. Рыжов¹, В.А. Куркин¹, Л.В. Тарасенко¹, И.В. Рузаева², А.А. Ушкова¹

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)

²ФГАО УВП «Самарский университет» (Самара, Россия)

Для цитирования: Калашникова О.А., Рыжов В.М., Куркин В.А., Тарасенко Л.В., Рузаева И.В., Ушкова А.А. Микроскопическое исследование травы цефаларии гигантской – *Cephalaria Gigantea* (Ledeb.) Bobrov. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2024;24(1):73-78. <https://doi.org/10.35693/AVP121342>

■ Сведения об авторах

Калашникова О.А. – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии. <https://orcid.org/0000-0002-6779-0217>

E-mail: olenka_kalashnikova_00@mail.ru

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

<https://orcid.org/0000-0002-8399-9328> E-mail: v.m.ryzhov@samsmu.ru

Куркин В.А. – д-р фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

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

Тарасенко Л.В. – ассистент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии. E-mail: lub_vl@mail.ru

Рузаева И.В. – канд. биол. наук, начальник отдела флоры ботанического сада. <https://orcid.org/0000-0001-7710-6098>

E-mail: sambg@ssu.samara.ru

Ушкова А.А. – студентка Института фармации. <https://orcid.org/0000-0003-4183-3837> E-mail: ushkova_01@mail.ru

Получено: 10.01.2023

Одобрено: 13.10.2023

Опубликовано: 22.03.2024

■ Аннотация

Цель – изучение анатомического строения надземной части цефаларии гигантской (*Cephalaria gigantea*).

Материал и методы. Исследование осуществлялось с использованием метода световой микроскопии в проходящем и отраженном свете на микроскопах марки Motic DM-39C-N9GO-A и DM-1802-Digital Microscopy с кратностью увеличения: x40, x100, x400, x1000.

Результаты. Проведенный анатомический анализ стеблей и листьев цефаларии гигантской позволил изучить особенности строения основных вегетативных органов надземной части. Наиболее значимые особенности строения: железистые трихомы с двухрядной головкой; кроющие простые одноклеточные волоски с возвышением и розеткой клеток в основании, а также их бородавчатой кутикулой; погруженность аномотичных устьичных аппаратов на стеблях относительно эпидермы; амфистоматический тип дорзовентрального листа; волнистая извилистость клеточных стенок эпидермы с нижней стороны листовой пластинки.

Заключение. Полученные данные позволяют разработать раздел «Микроскопические признаки» в проект фармакопейной статьи на новый вид лекарственного растительного сырья «Цефаларии гигантской трава».

■ **Ключевые слова:** цефалария гигантская, *Cephalaria gigantea*, надземная часть, морфолого-анатомический анализ, стандартизация.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

MICROSCOPIC EXAMINATION OF THE *CEPHALARIA GIGANTEA* (LEDEB.) BOBROV

Olga A. Kalashnikova¹, Vitalii M. Ryzhov¹, Vladimir A. Kurkin¹, Lyubov V. Tarasenko¹, Irina V. Ruzaeva², Anastasiya A. Ushkova¹

¹Samara State Medical University (Samara Russia)

²Samara University (Samara, Russia)

Citation: Kalashnikova OA, Ryzhov VM, Kurkin VA, Tarasenko LV, Ruzaeva IV, Ushkova AA. **Microscopic examination of the *Cephalaria Gigantea* (Ledeb.) Bobrov.** *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2024;24(1):73-78. <https://doi.org/10.35693/AVP121342>

■ Information about authors

Olga A. Kalashnikova – a postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy.

<https://orcid.org/0000-0002-6779-0217> E-mail: olenka_kalashnikova_00@mail.ru

Vitalii M. Ryzhov – PhD, Associate professor, Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy.

<https://orcid.org/0000-0002-8399-9328> E-mail: v.m.ryzhov@samsmu.ru

Vladimir A. Kurkin – PhD, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy.

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

Lyubov V. Tarasenko – assistant of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy. E-mail: lub_vl@mail.ru

Irina V. Ruzaeva – PhD, Head of the Flora Department of the Botanical Garden. <https://orcid.org/0000-0001-7710-6098>

E-mail: sambg@ssu.samara.ru

Anastasiya A. Ushkova – a student of the Faculty of Pharmacy. <https://orcid.org/0000-0003-4183-3837> E-mail: ushkova_01@mail.ru

Received: 10.01.2023

Accepted: 13.10.2023

Published: 22.03.2024

Abstract

Aim – to study the anatomical structure of the aerial part of the herb *Cephalaria gigantea*.

Material and methods. The study method was the light microscopy in transmitted and reflected light on Motic DM-39C-N9GO-A and DM-1802-Digital Microscopy with magnification ratios: x40, x100, x400, x1000.

Results. The anatomical analysis of the stems and leaves of the *Cephalaria gigantea* revealed the structural features of its main aerial vegetative organs. The most significant findings were: glandular trichomes with a two-row head; covering simple unicellular hairs with a raised rosette of cells at the base, as well as their warty cuticle; submersion of anomocytic stomatal apparatus on stems relative to the epidermis; amphistomatic type of dorsoventral leaf; wavy tortuosity of the cell walls of the epidermis on the underside of the leaf blade.

Conclusion. The data obtained will allow us to develop the section “Microscopic characteristics” in the draft pharmacopoeial monograph for a new type of medicinal plant *Cephalaria gigantea*.

Keywords: *Cephalaria gigantea*, aerial part, morphological and anatomical analysis, standardization.

Conflict of interest: nothing to disclose.

ВВЕДЕНИЕ

Цефалария гигантская [*Cephalaria gigantea* (Ledeb.) Bobrov] – вид рода *Cephalaria* (L.) Schrad., представляющий собой крупный многолетник до двух метров в высоту. Встречается в Южной Европе, Западной и Центральной Азии, а также в Северной и Южной Африке [1, 2]. По литературным данным, цефалария гигантская оказывает антимикробное, противогрибковое, антиоксидантное и цитотоксическое действие [3]. Однако растение не является фармакопейным [4].

Анализ научной литературы позволяет говорить о перспективности цефаларии гигантской как источника биологически активных соединений. Так, рядом авторов были выделены из цветков данного растения флавоноидные соединения: лютеолин, кверцетин, цинарозид, кверцимеритрин и гигантозид А; из корней выделены и идентифицированы β -ситостерин, олеаноловая кислота, в гидролизате – олеаноловая кислота и хедрагенин. Изучен также аминокислотный состав цветков данного растения. Установлено, что цветки цефаларии гигантской содержат 4,21% аминокислот, причем восемь из них являются незаменимыми [5]. Однако в настоящий момент надземные органы цефаларии гигантской остаются малоизученными с точки зрения морфологического и анатомо-гистологического строения. Кроме того, отсутствие нормативной документации на траву цефаларии гигантской тормозит процесс разработки и внедрения лекарственных препаратов на основе данного сырья. Необходимо провести комплекс фармакогностических исследований для разработки фармакопейной статьи. Одним из основных методов подтверждения подлинности является морфолого-анатомический анализ. Однако в современной научной литературе описания результатов исследований анатомо-гистологического строения надземной части цефаларии гигантской не найдено.

ЦЕЛЬ

Изучение анатомического строения надземной части цефаларии гигантской (*Cephalaria gigantea*).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлась трава цефаларии гигантской, собранная на территории Ботанического сада Самарского университета в июле – августе 2020 и 2021 гг. в период цветения. Сушка сырья проводилась естественным способом под навесами без доступа прямых солнечных лучей. Непосредственно в анализе сырье было разделено на морфологические группы: стебли и листья. Соцветия,

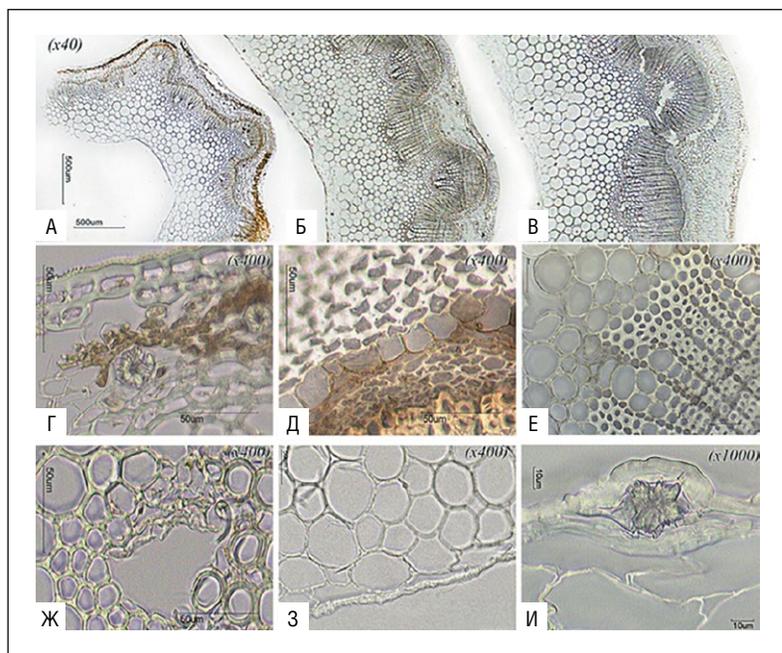


Рисунок 1. Анатомия и гистология поперечных сечений стебля цефаларии гигантской: А – стебель $\varnothing=5-6$ мм (x40), Б – стебель $\varnothing=9$ мм (x40), В – стебель $\varnothing=17,5$ мм (x40), Г – уголкового колленхима и эндодерма (x400), Д – эндодерма (x400), Е – ксилема проводящего пучка (x400), Ж – рексигенное вместилище ксилемы (x400), З – выстилающий слой внутренней полости (x400), И – друза в выстилающем слое (x1000).

Figure 1. Anatomy and histology of the cross sections of the *Cephalaria gigantea* stems: А – stem $\varnothing=5-6$ mm (x40), Б – stem $\varnothing=9$ mm (x40), В – stem $\varnothing=17,5$ mm (x40), Г – angular collenchyma and endoderm (x400), Д – endoderm (x400), Е – the xylem of the conductive beam (x400), Ж – the xylem's rexicogenic receptacle (x400), З – the lining layer of the inner cavity (x400), И – the druse in the lining layer (x1000).

плоды и цветки в настоящем исследовании не изучались. Исследование осуществлялось с использованием метода световой микроскопии в проходящем и отраженном свете на микроскопах марки Motic DM-39C-N9GO-A и DM-1802-Digital Microscopy с кратностью увеличения: x40, x100, x400, x1000. Микротомирование стеблевых частей растения проводили на микротоме марки Thermo Scientific HM 325 Manual microtome. Толщина срезов микропрепарата составила 35 мкм. Приготовление и окраска микропрепаратов осуществлялась в соответствии с требованиями ОФС.1.5.3.0002.15 ГФ РФ XIV издания [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку цефалария гигантская – достаточно крупное растение, ее стебли морфологически были разделены по диаметру на группы: «крупные» (10–25 мм), «средние» (6–9 мм) и «мелкие» (до 5 мм). В анализе использовались все три группы стеблей отдельно.

Морфологически стебли ребристые с крупной воздушной полостью в центре, что в дальнейшем нашло отражение в анатомических особенностях их строения.

Анатомически стебель цефаларии гигантской переходного типа строения с крупной воздушной полостью в центре (рисунки 1А, 1Б, 1В). По ребрам стебель армирован угловой колленхимой, которая может насчитывать до 10 слоев клеток в толщину (рисунки 1Д). Непосредственно под слоем колленхимы в ребрах хорошо диагностируется эндодерма первичной коры. Она представлена крупными, на поперечном сечении почти прямоугольными, тонкостенными клетками, в которых изредка виден структурированный протопласт. Клеточные стенки эндодермы пигментированы в желто-бурый цвет, что делает ее заметной относительно мало окрашенных тканей (рисунки 1Д).

По граням стебля, между ребер, колленхима не выраженная и насчитывает один слой клеток с однородно утолщенной целлюлозной клеточной стенкой. В области граней стебля локализованы ассимиляционная паренхима первичной коры, выделяющаяся на фоне остальных зеленой пигментацией за счет большого количества хлоропластов в протопластах клеток (рисунки 1Г). В паренхиме часто встречаются клетки идиобласты с крупными звездчатыми друзами (рисунки 1Г). Ближе к эндодерме стенки клеток первичной коры сильно извилистые и значительно утолщены.

По ребрам стебля локализованы крупные открытые коллатеральные проводящие пучки (рисунки 1А, 1Б, 1В).

Флоэмная часть коллатеральных пучков представлена мелкими клетками с сильно извилистыми, иногда смятыми клеточными стенками (рисунки 1Д). Флоэмные клетки пигментированы зелено-желтым цветом за счет содержащегося в них протопласта, окрашивающегося в розовый цвет при обработке раствором Судана III, что говорит о его липофильной природе.

Ксилема пучков сложена из радиально расположенных сосудистых элементов, перемежающихся с тонкостенными живыми клетками сердцевинных лучей, протопласт которых, как правило, заполнен темно-бурым или зелено-бурым содержимым (рисунки 1Е). В области перимедулярной зоны пучка отмечается наличие полостей респираторного

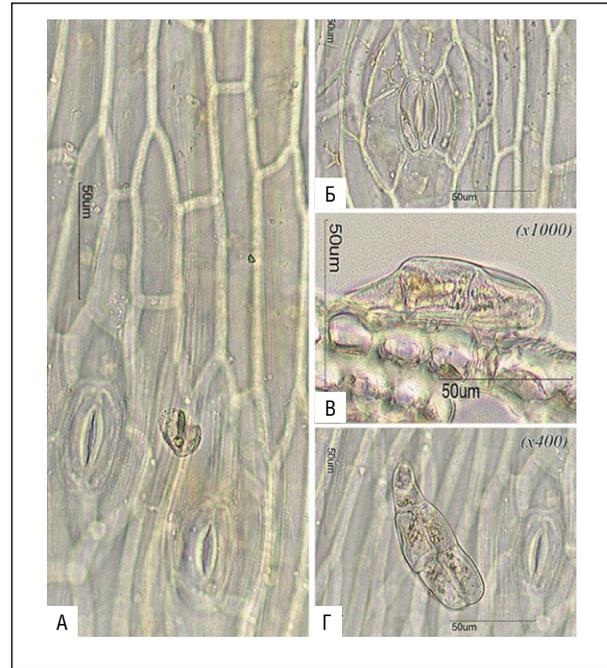


Рисунок 2. Гистология эпидермиса и железистых трихом у стебля цефаларии гигантской: А – клетки эпидермиса с продольной морщинистостью кутикулы (x400), Б – поверхностный аппарат эпидермиса стебля (x400), В – железистая трихома на поперечном срезе стебля (x1000), Г – железистая трихома с поверхности эпидермиса стебля (x400).

Figure 2. Histology of the epidermis and glandular trichomes in the stem of *Cephalaria gigantea*: А – epidermal cells with longitudinal wrinkling of the cuticle (x400), Б – the surface apparatus of the epidermis of the stem (x400), В – glandular trichome on the cross-section of the stem (x1000), Г – glandular trichome from the surface of the epidermis of the stem (x400).

происхождения (рисунки 1Ж). При анатомировании стеблей с малым диаметром аналогичные полости либо отсутствуют, либо значительно мельче. Данный факт свидетельствует о том, что полости появляются в процессе роста стебля в толщину.

В центре стебля локализована область сердцевинной паренхимы. Она сложена из округлых на поперечном сечении тонкостенных клеток с мелкими межклетниками. Протопласт клеток сердцевинной паренхимы не диагностируется (рисунки 13). Непосредственно в центре стебля локализована крупная полость, занимающая до 85% от общего объема стебля в случае крупных стеблей с диаметром от 10 до 25 мм. У мелких стеблей полость небольшая и уступает по размеру проводящему блоку центрального цилиндра. По периферии полости видны группы смятых клеток, «выстилающих» полость изнутри. В структуре выстилающего слоя часто встречаются крупные друзы звездчатой формы, плотно замкнутые между толстостенных клеточных стенок спавшихся клеток (рисунки 1И).

При рассмотрении с поверхности стебель цефаларии гигантской покрыт эпидермой, сложенной из вытянутых клеток угловатой и веретеновидной формы. Клеточные стенки их заметно утолщены. При фокусировке поверхности хорошо заметна продольно-морщинистая кутикула (рисунки 2А).

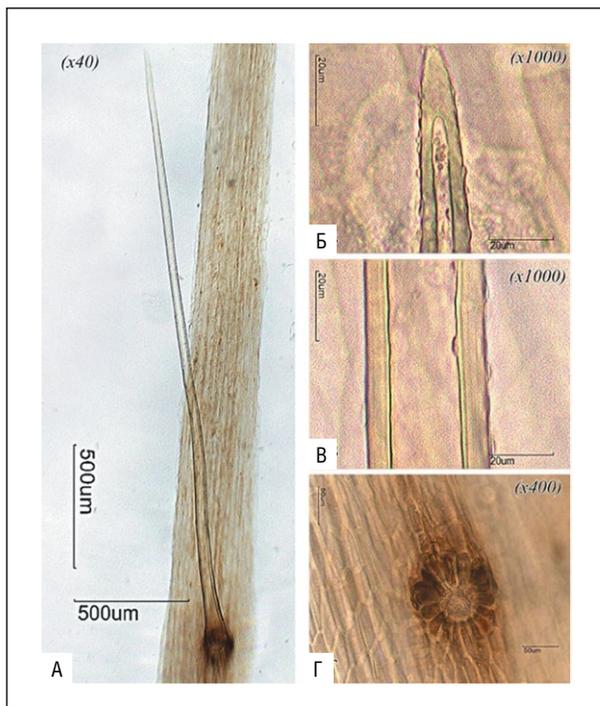


Рисунок 3. Кроющие трихомы эпидермиса стебля цефаларии гигантской: А – одноклеточный кроющий волосок (x40), Б – кончик кроющей трихомы (x1000), В – клеточная стенка трихомы с бородавчатой кутикулой (x1000), Г – розетка клеток эпидермы в основании трихомы (x400).

Figure 3. Covering trichomes of the epidermis of the stem of *Cephalaria gigantea*: А – a single-celled covering hair (x40), Б – the tip of the covering trichome (x1000), В – the cell wall of the trichome with a warty cuticle (x1000), Г – the funnel of epidermal cells at the base of the trichome (x400).

По эпидерме стебля изредка встречаются железистые волоски с многоклеточной двурядной головкой, насчитывающей, как правило, четыре клетки (**рисунок 2Г**). Железистые волоски слабо пигментированы в светло-коричневый цвет за счет содержимого протопласта головки (**рисунки 2В, 2Г**).

Устьичные аппараты аномоцитного типа встречаются по эпидерме стебля достаточно часто (**рисунок 2Б**). Околоустьичных клеток, как правило, пять, реже четыре. Они расположены вокруг замыкающих клеток кольцом и при рассмотрении на поперечных и продольных сечениях заметно погружены в глубину стебля (**рисунок 2Б**). Протопласты эпидермальных клеток слабо структурированы и, как правило, окрашены в желто-зеленый цвет.

Помимо железистых трихом на поверхности стеблей, особенно малого диаметра, и вблизи узлов локализованы крупные кроющие трихомы. Они простые, одноклеточные. Клетка трихомы крупная до 3-4 мм в длину. У основания клетка трихомы расширена. Клеточные стенки трихомы слабо окрашены в желтый цвет (**рисунок 3А**). Клеточные стенки кроющих трихом равномерные и заметно утолщены. По всей длине покрыты бородавчатой кутикулой (**рисунки 3Б, 3В**).

Место прикрепления хорошо заметно при фокусировке на основание трихомы. Оно представлено воронкообразным

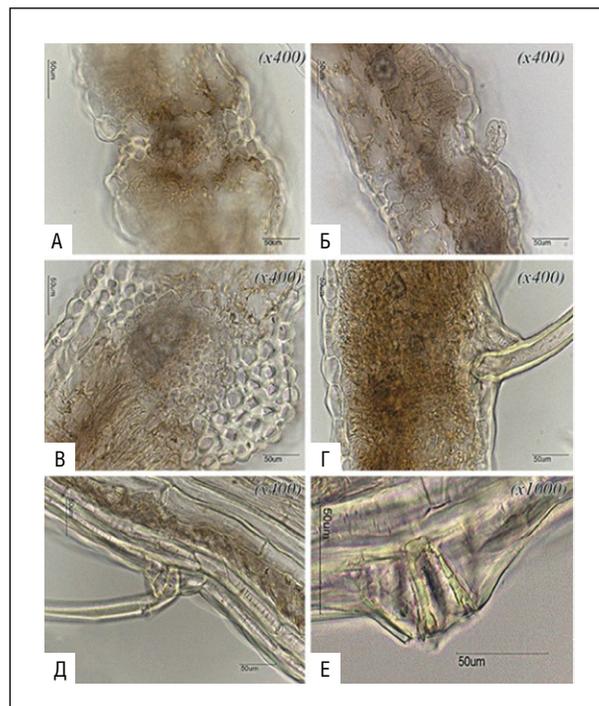


Рисунок 4. Анатомия листа цефаларии гигантской на поперечном сечении: А – коллатеральный пучок периферической жилки, Б – железистая трихома в углублении эпидермы, В – коллатеральный пучок центральной жилки, Г – друзы мезофилла листа, Д – простая кроющая трихома (продольное сечение), Е – клетка основания кроющей трихомы (продольное сечение).

Figure 4. Anatomy of a leaf of *Cephalaria gigantea* in cross-section: А – collateral bundle of peripheral vein, Б – glandular trichome in the recess of the epidermis, В – collateral bundle of the central vein, Г – the mesophyll druse of the leaf, Д – simple covering trichome (longitudinal section), Е – cell of the base of the covering trichome (longitudinal section).

расположением толстостенных, сильно пигментированных клеток. Пигментация темно-бурая за счет аморфного содержимого их протопластов (**рисунок 3Г**).

Листовая пластинка цефаларии гигантской анатомически дорзовентральная. Столбчатый и губчатый мезофиллы примерно в равной доле заполняют среднюю часть листа (**рисунки 4А, 4Б**).

В мезофилле листа, особенно с нижней стороны, в губчатой паренхиме часто встречаются клетки идиобласты с крупными звездчатыми друзами (**рисунки 4В, 4Г**). На листовых пластинках, особенно по жилкам листа, как с верхней, так и с нижней стороны, часто встречаются железистые трихомы, аналогичные по строению описанным ранее для стеблей. При этом трихомы, как правило, расположены в углублениях эпидермы листовой пластинки (**рисунок 4Б**) либо по жилкам (**рисунок 5Б**).

При рассмотрении с поверхности на малых увеличениях хорошо заметна сетчатая иннервация листовой пластинки (**рисунок 5Д**). Пучки жилок листовой пластинки закрытые коллатеральные, мелкие, сильно пигментированы за счет вторичных метаболитов протопласта флоэмных клеток (**рисунки 4А, 4В**). Лист, аналогично стеблю, покрыт крупными кроющими одноклеточными волосками (**рисунки 4Г, 4Д**).

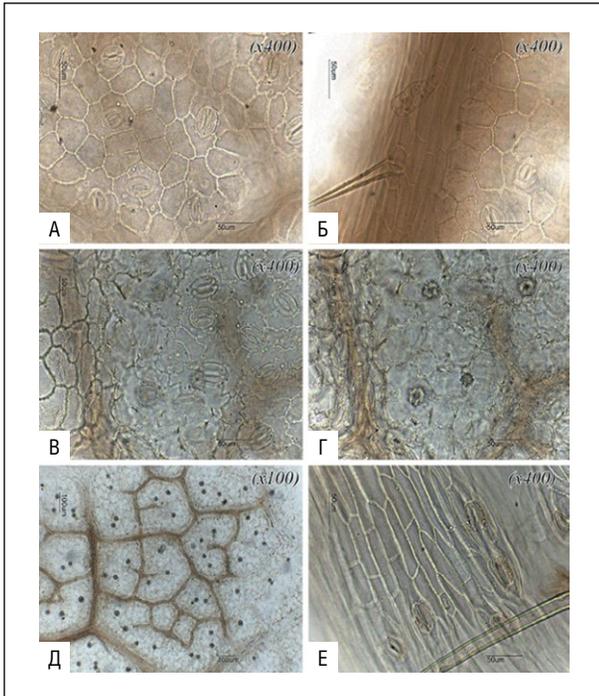


Рисунок 5. Гистология эпидермальных поверхностей листа цефаларии гигантской: А – эпидермальные клетки верхней эпидермы листовой пластинки, Б – верхний эпидермис с трихомами над жилкой листовой пластинки, В – эпидермальные клетки нижней эпидермы листовой пластинки, Г – нижний эпидермис, фокус на мезофилл с друзами, Д – рисунок сетчатого жилкования листовой пластинки и друз в мезофилле (x100), Е – клетки эпидермы нижней части листа над жилкой.

Figure 5. Histology of the epidermal surfaces of the leaf of *Cephalaria gigantea*: А – epidermal cells of the upper epidermis of the leaf blade, Б – epidermis with trichomes above the leaf blade vein, В – epidermal cells of the lower epidermis of the leaf blade, Г – lower epidermis, focus on mesophyll with druses, Д – the mesh venation of the leaf blade and druses in the mesophyll (x100), Е – cells of the epidermis of the lower part of the leaf above the vein.

При рассмотрении на поперечном и продольном сечениях видно, что основание клетки трихомы локализуется в сформированном из группы эпидермальных клеток возвышении. Основание трихомы трапециевидное с сильно утолщенными клеточными стенками и заметными простыми порами подобно склереидам. Описанные трихомы зачастую ломаются в области примыкания к эпидерме (рисунки 4Д, 4Е).

При рассмотрении листа с нижней стороны виден эпидермис, который по жилкам представлен узкими, вытянутыми, часто веретеновидными клетками. Клеточные стенки тонкие со слабо заметными простыми порами. При фокусировке на поверхности эпидермы видна продольно-морщинистая кутикула (рисунки 5Г, 5Е). Клетки основной верхней эпидермы паренхимные с волнисто-извилистыми клеточными стенками. В протопластах эпидермальных клеток заметны капли липофильных метаболитов (рисунки 5А, 5В).

Устьичные аппараты с нижней стороны листа встречаются часто, они аномоцитного типа. Количество околоустьичных клеток варьирует от трех до пяти.

Околоустьичные клетки не отличаются от основной эпидермы (рисунки 5А, 5Б, 5В). С верхней стороны листа строение эпидермы над жилками аналогично таковому с нижней стороны листовой пластинки (рисунок 5Б).

Основной же эпидермис отличается отсутствием волнистой извилистости. Клеточные стенки эпидермальных клеток имеют четковидные утолщения. Форма клеток неправильная угловатая (рисунки 5А, 5В). Устьичные аппараты с верхней стороны встречаются реже. Тип устьиц аналогичен.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенный анатомический анализ стеблей и листьев цефаларии гигантской позволил изучить особенности строения основных вегетативных органов надземной части. Наиболее значимые особенности строения: железистые трихомы с двухрядной головкой; кроющие простые одноклеточные волоски с возвышением и розеткой клеток в основании, а также их бородавчатой кутикулой; погруженность аномоцитных устьичных аппаратов на стеблях относительно эпидермы; амфистоматический тип дорзовентрального листа; волнистая извилистость клеточных стенок эпидермы с нижней стороны листовой пластинки.

Полученные данные позволят разработать раздел «Микроскопические признаки» в проект фармакопейной статьи на новый вид лекарственного растительного сырья «Цефаларии гигантской трава».

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Mayevsky PF. *Flora of the middle zone of the European part of Russia*. 11th ed. M., 2014. (In Russ.). [Маевский П.Ф. *Флора средней полосы европейской части России*. 11-е изд. М., 2014].
2. Gubanov IA, Kiseleva KV, Novikov VS, Tikhomirov VN. *Illustrated determinant of plants of Central Russia*. Vol. Angiosperms (dicotyledons: deciduous). M., 2003. (In Russ.). [Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. *Иллюстрированный определитель растений Средней России*. Т. 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., 2003].
3. Shumovskaya T. *Cephalaria – a tall perennial for landscape compositions*. (In Russ.). [Шумовская Т. *Цефалария – высокий многолетник для пейзажных композиций*]. URL: <https://www.botanichka.ru/article/tsefalyariya-vyisokiy-mnogoletnik-dlya-peyzazhnyih-kompozitsiy/>
4. Kiseleva TL, Smirnova YuA. *Medicinal plants in world medical practice: state regulation of nomenclature and quality*. M., 2009. (In Russ.). [Киселева Т.Л., Смирнова Ю.А. *Лекарственные растения в мировой медицинской практике: государственное регулирование номенклатуры и качества*. М., 2009].
5. Movsumov IS, Garaev EA. Study of chemical components of some plants from the flora of Azerbaijan in order to obtain biologically active substances. *Rastitelnye resursy*. 2019;55(2):279-283. (In Russ.). [Мовсумов И.С., Гараев Э.А. Изучение химических компонентов некоторых растений из флоры Азербайджана с целью получения биологически активных веществ. *Растительные ресурсы*. 2019;55(2):279-283]. <https://doi.org/10.1134/S0033994619020079>
6. State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV ed. Vol. I–IV. (In Russ.). [Государственная фармакопея РФ XIV изд. Т. I–IV. [Электронное издание]. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Калашникова О.А. – проведение основных этапов исследования, подготовка оборудования, приборов, написание статьи по результатам исследования. Рыжов В.М. – проведение основных этапов исследования, подготовка оборудования, приборов, проверка статьи. Куркин В.А. – проведение основных этапов исследования, проверка статьи. Тарасенко Л.В. – проведение основных этапов исследования, подготовка оборудования, приборов, проверка статьи. Рузаева И.В. – проведение основных этапов исследования. Ушкова А.А. – проведение основных этапов исследования, подготовка оборудования, приборов. 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. Kalashnikova O.A. – was engaged in the study, prepared the equipment and instruments, wrote the first draft of the manuscript. Ryzhov V.M., Tarasenko L.V. – were engaged in the study, prepared the equipment and instruments, provided the detailed editing of the manuscript. Kurkin V.A. – was engaged in the study, provided the detailed editing of the manuscript. Ruzaeva I.V. – was engaged in the study. Ushkova A.A. – was engaged in the study, prepared the equipment and instruments. 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.
Автор для переписки Калашникова Ольга Александровна Адрес: ул. Стара Загора, 141, кв. 167, г. Самара, Россия, 443087. E-mail: o.a.kalashnikova@samsmu.ru	Corresponding Author Olga A. Kalashnikova Address: 141 Stara Zagora st., apt. 167, Samara, Russia, E-mail: o.a.kalashnikova@samsmu.ru