

УДК 633.38

© Коллектив авторов, 2025

А.А. Кочукова¹, В.А. Куркин², А.А. Шмыгарева¹, М.В. Лабковская¹**МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СЫРЬЯ ВЕРБЕНЫ ЛИМОННОЙ (ALOYSIA CITRODORA P.)**¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Оренбург

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Самара

Цель исследования. Изучение морфолого-анатомических особенностей сырья вербены лимонной (*Aloysia citrodora* P.).*Материал и методы.* Образцы сырья вербены лимонной исследовали методом световой микроскопии с использованием микроскопа марки Motic DM-111. Приготовление микропрепаратов осуществлялось в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи XV издания. Оцифровка результатов микроскопического анализа проводилась с помощью программного обеспечения «Motic Images».*Результаты.* В ходе работы была выполнена серия микроскопических исследований, включающих поперечные и продольные срезы, что дало возможность подтвердить классическое строение листа, а также дополнить ее анатомическими особенностями черешка. Впервые описана петиолярная анатомия листьев вербены лимонной (*Aloysia citrodora* P.). Особенностью строения листовой пластинки является наличие ретортвидных и железистых волосков, которые расположены преимущественно по центральной жилке верхней стороны листа и направлены от основания листовой пластинки к верхушке и краю листа.*Заключение.* Данные результаты могут быть использованы для дальнейшей разработки проекта фармакопейной статьи на территории Российской Федерации на сырьё вербены лимонной (*Aloysia citrodora* P.).**Ключевые слова:** род *Aloysia*, вербена лимонная, трава, листья, морфология, микроскопия, диагностические признаки.

A.A. Kochukova, V.A. Kurkin, A.A. Shmygareva, M.V. Labkovskaya

**MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDY
OF RAW MATERIALS OF LEMON VERBENA (ALOYSIA CITRODORA P.)***The purpose of the research* is to study the morphological and anatomical features of raw lemon verbena (*Aloysia citrodora* P.).*Material and methods.* The study of lemon verbena raw materials was carried out using a magnifying magnifier and a Motic DM-111 light microscope in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia XV. The digitization of the microscopic analysis results was carried out using the Motic Images software.*The main results.* In the course of the work, a series of microscopic studies was performed, including transverse and longitudinal sections, which made it possible to confirm the classical structure of the leaf, as well as complement it with anatomical features of the petiole. The petiolar anatomy of lemon verbena leaves (*Aloysia citrodora* P.) was described for the first time. A feature of the structure of the leaf blade is the presence of retort-shaped and glandular hairs, which are located mainly along the central vein of the upper side of the leaf and are directed from the base of the leaf blade to the tip and edge of the leaf.*Conclusion.* These results can be used for further development of a draft pharmacopoeial article on the territory of the Russian Federation for raw lemon verbena (*Aloysia citrodora* P.).**Key words:** Genus *Aloysia*, lemon verbena, grass, leaves, morphology, microscopy, diagnostic signs.

Вербена лимонная (*Aloysia citrodora* P.) (южноамериканская липпия) – это вечнозеленый кустарник, который может достигать в высоту до 5 м. Цветет мелкими ярко-красными цветками. Родиной данного растения является Южная Америка, где оно наиболее часто встречается в таких странах, как Чили, Аргентина, Перу, Уругвай и Бразилия. Лимонная вербена была завезена в Европу в XVIII веке. В настоящее время ее культивируют во многих странах, включая Российскую Федерацию, где она растет на Черноморском побережье Кавказа и в Крыму.

Этот вид представляет собой перспективный источник ценных биологически активных соединений (БАС), а также макро- и микроэлементов. Важнейшей группой БАС является эфирное масло, главные компоненты которого: цитраль (30-35%), нерол и гераниол [1,2]. Сырье содержит значительное количе-

ство фенольных соединений: фенилпропаноиды (вербаскозид), флавоноиды (рутин, апигенин, лютеолин), лигнаны и танины [3,4].

Биологически активные соединения (БАС) вербены лимонной обладают противовоспалительными, антисептическими и жаропонижающими свойствами, усиливают активность желудка, способствуют нормализации работы печени и желчного пузыря, а также стимулируют процесс пищеварения, оказывают ветрогонное, дезодорирующее, противогрибковое, инсектицидное, спазмолитическое, тонизирующее и успокаивающее воздействие, смягчают кожу [5].

Данное растение традиционно употребляли в виде травяного чая для лечения простуды, лихорадки, гриппа, колик, диареи, спазмов, астмы, беспокойства, бессонницы и расстройства желудка [6]. Кроме того, это растение широко используется в виде настоек

ки или эфирного масла при кожных заболеваниях [7].

В Европейской и Британской фармакопеях представлены качественный анализ с использованием тонкослойной хроматографии и количественный анализ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, описаны макро- и микроскопические признаки листа вербены лимонной, а также приведены схематические рисунки [8,9].

Наличие широкого спектра фармакологических эффектов, а также недостаточные фармакогностические исследования сырья вербены позволяют говорить о перспективности дальнейшего изучения вербены лимонной.

Целью данного исследования является изучение морфолого-анатомических особенностей сырья вербены лимонной (*Aloysia citrodora* P.).

Задачами исследования явились изучение микроскопических признаков сырья и описание петиолярной анатомии листьев вербены лимонной (*Aloysia citrodora* P.).

Материал и методы

В качестве исследуемого материала использовали траву вербены лимонной (производитель – Africa-Natural).

Исследование морфологических и анатомических признаков образцов осуществляли методами макро- и микроскопического анализа. Микропрепараты готовили в соответствии с требованиями ОФС.1.5.3.0003 Государственной фармакопеи Российской Федерации XV издания [10]. Исследование образцов вербены лимонной проводили при помощи увеличительной лупы и микроскопии в проходящем свете, с помощью микроскопа марки Motic DM-111. Было исследовано 20 микропрепаратов, сделано более 50 фотографий. Оцифровка результатов микроскопического анализа и определение размерности проводились с помощью программного обеспечения «Motic Images».

Результаты и обсуждение

Внешние признаки. Листья вербены лимонной (*Lippia citrodora* P.) – простые, цельные, ланцетовидной формы и светло-зеленого оттенка, с коротким черешком и ровным краем листовой пластинки, а также перистым жилкованием. Ширина листовых пластинок 2 см, длина достигает 6 см. Листья располагаются мутовками по три на четырехгранном стебле. Поверхность листьев шероховатая как сверху, так и снизу. По центральной жилке наблюдается скученность волосков, направленных от основания листовой пластинки к верхушке и краю листа. При растирании в воздухе распро-

страняется сильный своеобразный аромат, напоминающий запах лимона (рис. 1)



Рис. 1. Сырье вербены лимонной (*Aloysia citrodora* P.)

Микроскопические признаки сырья.

Приготовление микропрепаратов осуществлялись в соответствии с требованиями ОФС.1.5.3.0003.15 «Техника микроскопического и микрохимического исследований лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» Государственной фармакопеи Российской Федерации XV издания.

Микроскопическое исследование образцов цельного сырья вербены лимонной позволило выявить ряд анатомо-диагностических характеристик. Верхний эпидермис представлен клетками, которые имеют многоугольную форму (чаще шестиугольную, реже пятиугольную) с прямыми и равномерно утолщенными стенками. Верхнюю поверхность листа покрывают простые, ретортовидные и железистые волоски с тонкими клеточными стенками, площадь покрытия увеличивается к центральной жилке и направлена от жилки к краю листовой пластинки, образуя шелковистое опушение (рис. 2,4).

При рассмотрении образцов верхнего эпидермиса в местах прикрепления простых волосков видна розетка, состоящая из 7-8 радиально расположенных клеток эпидермиса. Округлые одноклеточные железки с эфирным маслом располагаются с обеих сторон листа. Устьичный аппарат аномоцитного типа. Устьица многочисленные, одинаковой овальной формы, преобладают на нижней стороне листовой пластины (рис. 3).

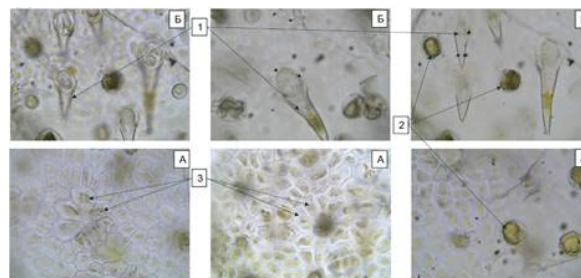


Рис. 2. Микроскопия листа вербены лимонной с поверхности (увел. Ах100; Бх400) Верхняя эпидерма: 1 – простые волоски; 2 – железистые волоски (вид сверху); 3 – радиально расположенные клетки эпидермиса у основания волосков

Одноклеточные волоски с округлым основанием (ретортовидные) на нижнем эпи-

дермисе листа вербены попадают единично, в отличие от большого числа железистых волосков и эфиромасличных железок.

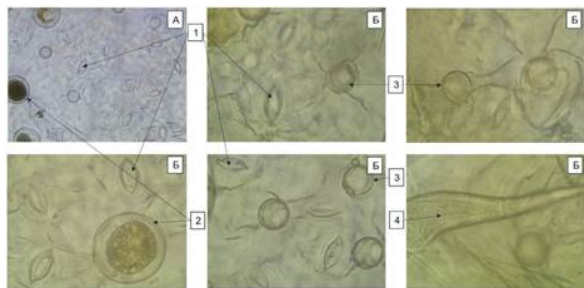


Рис. 3. Микроскопия листа вербены лимонной с поверхности (увел. А×100; Б×400). Нижняя эпидерма: 1 – устьичный аппарат (аномонитный тип); 2 – железки с содержимым (эфирное масло); 3 – железистые волоски; 4 – ретортоидный волосок

На препарате поперечного среза листа вербены лимонной выявлено дорсовентральное строение листа (рис. 4). Мезофилл листа представлен столбчатой и губчатой паренхимой. Отличительной особенностью является то, что железистые и ретортоидные волоски расположены преимущественно на верхней стороне эпидермы по центральной жилке. Проводящая система листа представлена ксилемой и флоэмой.

Черешок листа в поперечном срезе имеет подковообразную форму (рис. 5), снаружи он покрыт равномерным слоем эпидермы. Непосредственно под эпидермисом у черешка листа вербены лимонной находится слой колленхимы округлой формы, представленный клетками в 6-8 рядов по всей окружности.

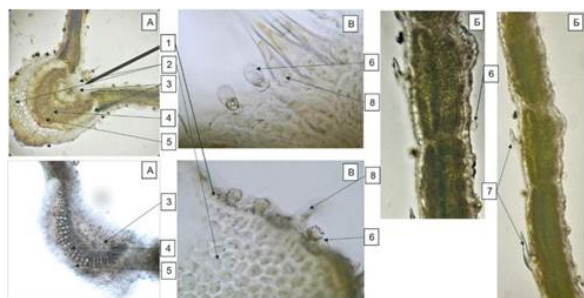


Рис. 4. Микроскопия поперечного среза листа вербены лимонной (увел. А×40; Б×100; В×400): 1 – эпидерма; 2 – колленхима; 3 – склеренхима; 4 – ксилема; 5 – флоэма; 6 – железистые волоски; 7 – ретортоидные волоски; 8 – простой волосок

С абаксиальной стороны клетки колленхимы более объемные, чем с адаксиальной, за счёт этого формируется типичная подковообразная форма. Закрытый коллатеральный пучок, расположенный медиально, содержит ксилему и флоэму. Склеренхимный слой над флоэмой состоит из клеток с заметно утолщенными стенками и расположенными в 3-5 рядов. Адаксиальная сторона густо опушена простыми волосками, что можно считать отличительным диагностическим признаком вербены лимонной.

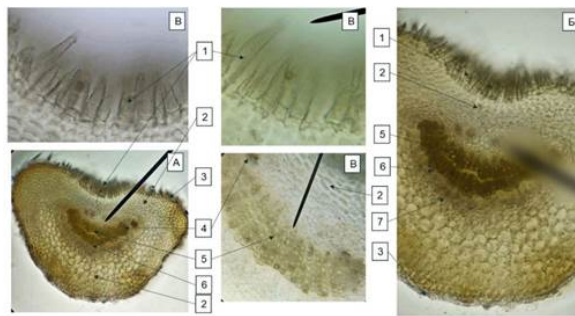


Рис. 5. Микроскопия поперечного среза черешка листа вербены лимонной (увел. А×40; Б×100; В×400): 1 – простые волоски; 2 – колленхима; 3 – эпидерма; 4 – закрытый коллатеральный пучок; 5 – ксилема; 6 – флоэма; 7 – склеренхима

Заключение

При изучении образцов микропрепаратов было установлено морфологическое строение и селективные признаки сырья вербены лимонной, что позволяет детализировать специфику строения. В ходе выполнения микроскопических исследований были подтверждены основные литературные данные анатомо-гистологического строения, а также выявлены новые, ранее не описанные признаки, в частности: особенности анатомии и гистологии черешка листа, особенности расположения простых, ретортоидных и железистых волосков, наличие трех видов трихом.

Установленные в ходе исследования диагностические признаки возможно использовать в дальнейшем для разработки проекта фармакопейной статьи на лекарственное растительное сырье и последующего ввода его в фармацевтическую практику.

Сведения об авторах статьи:

Кочукова Анна Александровна – к.б.н., доцент кафедры управления и экономики фармации, фармацевтической технологии и фармакогнозии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России. Адрес: 460014, г. Оренбург, ул. Советская, 6. E-mail: annet512@rambler.ru.

Куркин Владимир Александрович – д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. Адрес: 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89. E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru.

Шмыгарева Анна Анатольевна – д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой управления и экономики фармации, фармацевтической технологии и фармакогнозии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России. Адрес: 460014, г. Оренбург, улица Советская, 6. E-mail: a.shmygareva@mail.ru.

Лабковская Майя Викторовна – к.фарм.н., доцент кафедры управления и экономики фармации, фармацевтической технологии и фармакогнозии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России. Адрес: 460014, г. Оренбург, улица Советская, 6. E-mail: labkovskayam@bk.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Patrícia Valentão Analysis of Vervain Flavonoids by HPLC/Diode Array Detector Method. Its Application to Quality Control. / Valentão Patrícia, PaulaB. Andrade, Filipe Areias et al. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1999. – 47. – P. 4579-4582.
2. Parodi T.V. Chemical composition of the essential oil of Aloysia triphylla under seasonal influence and its anaesthetic activity in fish. / T.V. Parodi, L.T. Gressler, L.L. de Silva [et al.] // Aquac. Res. – 2020. – 51. – P. 2515-2524.
3. Gil A. Identification of the genotype from the content and composition of the essential oil of lemon Verbena (Aloysia citriodoraPalau). / A. Gil, C.M. Van Baren, P.M. Di Leo Lira et al. // J. Agric. Food Chem. – 2007. – 55. – P. 8664-8669.
4. Гюльбякова Х.Н. Флавоноиды листьев вербены лимонной / Х.Н. Гюльбякова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – N. 8 (122). – С. 66.
5. Maliki I. Salvia officinalis and Lippia triphylla: Chemical characterization and evaluation of antidepressant-like activity / I. Maliki, I. Es-safi, A. El Moussaoui [et al.] // J. Pharm. Biomed. Anal. – 2021. – 203. – P. 114207.
6. Ebani V.V. Antimicrobial activity of essential oils against Staphylococcus and Malassezia strains isolated from canine dermatitis / V.V. Ebani, F. Bertelloni, B. Najjar [et al.] // Microorganisms. – 2020. – 8. – P. 252.
7. Ali H.F.M. Assessment of Volatile Components, Free Radical-Scavenging Capacity and Anti-Microbial Activity of Lemon Verbena Leaves. / H.F.M. Ali, H.S. El-Beltagi, N.F. Nasr // Res. J. Phytochem. – 2008. – 2. – P. 84-92.
8. European Pharmacopoeia – URL: http://www.fpt.ru/biblioteka/farmakopei/evropeyskaya_farmakopeya_8_vol-1.pdf p. 1293 (дата обращения: 08.04.2025)
9. British Pharmacopoeia – URL: <https://www.pharmacopoeia.com/> (дата обращения: 08.04.2025).
10. Государственная фармакопея РФ XV изд. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (дата обращения: 08.04.2025).

REFERENCES

1. Valentão P, Andrade PB, Areias F, [et al.] Analysis of Vervain Flavonoids by HPLC/Diode Array Detector Method. Its Application to Quality Control. J Agric Food Chem. 1999;47:4579–4582. (in Engl)
2. Parodi TV, Gressler LT, de Silva LL, [et al.] Chemical composition of the essential oil of Aloysia triphylla under seasonal influence and its anaesthetic activity in fish. Aquac Res. 2020;51:2515–2524. (in Engl)
3. Gil A, Van Baren CM, Di Leo Lira PM, [et al.] Identification of the genotype from the content and composition of the essential oil of lemon Verbena (Aloysia citriodoraPalau). J Agric Food Chem. 2007;55:8664–8669. (in Engl)
4. Gyl'byakova XN. Lemon Verbena Leaf Flavonoids. International Research Journal. 2022;8(122):66. (in Russ).
5. Maliki I, Es-safi I, El Moussaoui A, [et al.] Salvia officinalis and Lippia triphylla: Chemical characterization and evaluation of antidepressant-like activity. J Pharm Biomed Anal. 2021;203:114207. (in Engl)
6. Ebani VV, Bertelloni F, Najjar B, [et al.] Antimicrobial activity of essential oils against Staphylococcus and Malassezia strains isolated from canine dermatitis. Microorganisms. 2020;8:252. (in Engl)
7. Ali HFM, El-Beltagi HS, Nasr NF. Assessment of Volatile Components, Free Radical-Scavenging Capacity and Anti-Microbial Activity of Lemon Verbena Leaves. Res J Phytochem. 2008;2:84-92. (in Engl)
8. European Pharmacopoeia. Available from: http://www.fpt.ru/biblioteka/farmakopei/evropeyskaya_farmakopeya_8_vol-1.pdf. Accessed 2025 Apr 08. (in Engl)
9. British Pharmacopoeia. Available from: <https://www.pharmacopoeia.com/>. Accessed 2025 Apr 08. (in Engl)
10. State Pharmacopoeia of the Russian Federation XV edition. Available from: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>. Accessed 2025 Apr 08. (in Russ)

УДК 615.012

© Коллектив авторов, 2025

К.С. Степанов, В.В. Сорокин, Л.Ю. Александрова, Г.Н. Турманидзе
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЭКСТРАКЦИИ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРИРОДНОГО
СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА QBD «КАЧЕСТВО ЧЕРЕЗ РАЗРАБОТКУ»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический
университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург

Цель. Исследовать влияние ключевых технологических параметров на процесс экстракции глицирризиновой кислоты из корней солодки (*Glycyrrhiza glabra* L.) через проведение серии однофакторных экспериментов и разработать математическую модель процесса.

Материал и методы. Корни солодки экстрагировали методом мацерации. Количественное определение глицирризиновой кислоты осуществляли спектрофотометрически. Параметры модели экстракции рассчитывали методом нелинейной регрессии в программе Minitab v.20.

Результаты. Установлено значимое влияние на эффективность экстракции следующих факторов: температуры (в диапазоне 25-100 °C), гидромодуля (10-30 мл/г), размера частиц сырья (до 5 мм), времени процесса (до 30 минут), добавления NaHCO₃ (до 1%) и перемешивания (до 100 об/мин). Разработана модель, описывающая зависимость эффективности экстракции от ключевых переменных: времени, температуры, гидромодуля.

Выводы. Исследовано влияние параметров процесса на извлечение глицирризиновой кислоты из корней солодки, определены критические факторы процесса. Построена математическая модель, пригодная для оптимизации и масштабирования процесса в рамках концепции QbD.

Ключевые слова: глицирризиновая кислота, экстракция, корни солодки, моделирование, однофакторный эксперимент, оптимизация, QbD.

K.S. Stepanov, V.V. Sorokin, L.Yu. Alexandrova, G.N. Turmanidze
OPTIMIZATION OF EXTRACTION PROCESSES
OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM NATURAL
RAW MATERIALS BASED ON THE QBD PRINCIPLE «QUALITY BY DESIGN»

Objective. To investigate the influence of key technological parameters on the process of glycyrrhizic acid extraction from licorice roots (*Glycyrrhiza glabra* L.) through a series of single-factor experiments and to develop a mathematical model of the process.