

*Научный журнал*  
*Том 3, № 3. 2026*

ISSN 3034-3925 (Online)



**Гербариум**  
*Научный журнал*



# Herbarium ербариум

*Scientific journal*  
*Volume 3, No. 3. 2026*



[www.herbariumjournal.ru](http://www.herbariumjournal.ru)



## ЦЕНТР ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ АНАЛИТИКИ

Сертифицированный по требованиям GLP (ГОСТ 33044-2014) лабораторный центр, выполняющий высококачественные исследования в области разработки и контроля инновационных и воспроизведенных лекарственных средств

### ПОЧЕМУ МЫ?



#### СЕРТИФИКАТЫ

Первая в России биоаналитическая лаборатория, сертифицированная по GLP



#### СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Все исследования выполняются на современном проверенном оборудовании



#### ОПЫТ

100+ исследований  
выполняются ежегодно



#### ЛУЧШИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ

В составе лаборатории  
работают 30+ сотрудников



Гербариум  
*Научный журнал*

ISSN 3034-3925 (Online)

**Гербариум**  
**Научный журнал**

**Том 3, № 3. 2026**

**Herbarium**  
**Scientific journal**

**Volume 3, No. 3. 2026**

# Гербариум

## Научный журнал

### Цели и задачи журнала

Научный журнал «Гербариум» объединяет исследователей и производителей, работающих в области фармакогнозии, фармацевтической ботаники, а также в сфере поиска, создания и применения лекарственных средств растительного и иного природного происхождения.

---

### Главный редактор

**И. Е. Шохин** – д-р фарм. наук, генеральный директор ООО «Центр Фармацевтической Аналитики», Москва, Россия

### Заместитель главного редактора

**Н. В. Бобкова** – доцент, д-р фарм. наук, профессор кафедры фармацевтического естествознания Института фармации им. А. П. Нелюбина Сеченовского университета, Москва, Россия

**В. А. Куркин** – д-р фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия

**А. Н. Шиков** – д-р фарм. наук, профессор кафедры технологии фармацевтических препаратов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», Санкт-Петербург, Россия

### Редакционная коллегия

**М. В. Белоусов** – профессор, д. фарм. н., заведующий кафедрой фармации ФПК и ППС ГБОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, Томск, Россия

**М. А. Брейгина** – д-р биол. наук, старший научный сотрудник кафедры физиологии растений Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

**В. В. Володин** – профессор, д-р биол. наук, профессор кафедры технологии лесохимических продуктов, химии древесины и биотехнологии, заместитель директора по научной работе Ботанического сада Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, Санкт-Петербург, Россия

**И. В. Гравель** – профессор, д-р фарм. наук, профессор кафедры фармацевтического естествознания ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

**А. А. Гудкова** – канд. фарм. наук, доцент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**Н. Б. Демина** – профессор, д-р фарм. наук, профессор кафедры фармацевтической технологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова, Москва, Россия

**Н. А. Дьякова** – д-р фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**О. В. Евдокимова** – д-р фарм. наук, доцент, главный аналитик отдела подготовки фармакопейных статей на лекарственные средства растительного происхождения и гомеопатические средства Института фармакопеи и стандартизации в сфере обращения лекарственных средств ФГБУ «НЦЭСМП» МЗ РФ, Москва, Россия

**И. Н. Зилфикаров** – д-р фарм. наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела химии природных соединений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», Москва, Россия

**Д. Ю. Ивкин** – канд. биол. наук, доцент, начальник центра экспериментальной фармакологии, доцент кафедры фармакологии и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», Санкт-Петербург, Россия

**Е. И. Каленикова** – профессор, д-р фарм. наук, заведующая кафедрой фармацевтической химии и организации фармацевтического дела ФФМ МНОИ МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

**Т. Н. Комаров** – д-р фарм. наук, директор исследовательского центра ООО «ЦФА», Москва, Россия

**В. Г. Лужанин** – д-р фарм. наук, доцент, ректор ФГБУ ВО ПГФА Минздрава России, заведующий кафедрой ботаники и фармацевтической биологии, Пермь, Россия.

**А. Н. Луферов** – д-р фарм. наук, доцент, заведующий кафедрой фармацевтического естествознания Института Фармации им. А. П. Нелюбина ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова, Москва, Россия.

**Е. А. Малащенко** – канд. фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической и токсикологической химии им. А. П. Арзамасцева Института фармации им. А. П. Нелюбина Сеченовского университета, Москва, Россия

**П. Г. Мизина** – профессор, д-р фарм. наук, советник ФГБНУ ВИЛАР, Москва, Россия

**М. Н. Пovyдыш** – д-р биол. наук, заведующий кафедрой биохимии, профессор кафедры Фармакогнозии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», Санкт-Петербург, Россия

**В. В. Попов** – д-р мед. наук, профессор кафедры терапии с курсом фармакологии и фармации Университета РОСБИО-ТЕХ, Москва, Россия

**О. Л. Сайбель** – д-р фарм. наук, руководитель Центра химии и фарм. технологии ФГБНУ ВИЛАР, Москва, Россия

**А. И. Сливкин** – профессор, д-р фарм. наук, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**Б. Б. Сысуев** – профессор, д-р фарм. наук, руководитель Центра фармацевтической разработки и инновационных лек. форм Сеченовского университета, Москва, Россия

**И. И. Тернинко** – доцент, д-р фарм. наук, начальник Испытательной лаборатории, профессор кафедры фармацевтической химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», Санкт-Петербург, Россия

**О. В. Тринеева** – д-р фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО

«Воронежский государственный университет». Воронеж, Россия

**О. М. Шевчук** – ст. науч. сотр., д. биол. н., главный научный сотрудник лаборатории ароматических растений, заведующая отделом технических культур и биологически активных веществ, заместитель директора по науке ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». Ялта, Россия

#### ISSN 3034-3925 (Online)

##### Наименование органа, зарегистрировавшего издание

Журнал зарегистрирован в Национальном центре ISSN Российской Федерации (свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС77-88458 от 14.10.2024 – электронное сетевое)

##### Учредитель

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Фармацевтической Аналитики» (ООО «ЦФА»)  
Адрес: 117149, Россия, Москва, Симферопольский бульвар, д. 8, пом. 1/1

##### Издатель

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Фармацевтической Аналитики» (ООО «ЦФА»)  
Адрес: 117149, Россия, Москва, Симферопольский бульвар, д. 8, пом. 1/1

##### Автор идеи

Е. А. Малашенко

##### Заведующий редакцией

Н. С. Михайлова

##### Компьютерная верстка

Н. С. Михайлова

##### Бизнес-партнер по маркетингу и PR

Н. В. Кульджанова

##### Корректор

А. С. Дедков

##### Основан

Журнал издается с октября 2024 г.

##### Периодичность

4 выпуска в год

##### Префикс DOI

10.33380

##### Адрес редакции

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Фармацевтической Аналитики» (ООО «ЦФА»)  
Россия, 117149, Россия, Москва, Симферопольский бульвар, д. 8, пом. 1/1

##### Сайт

www.herbariumjournal.ru

##### E-mail

e-mail: info@herbariumjournal.ru

##### Дата выхода номера в свет

16.07.2026

##### Копирайт

© Авторское право на статьи. Авторы, 2026  
© Оригинал-макет, оформление, составление, редактирование. Гербариум, 2026

##### Условия распространения материалов

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License



##### Распространение

Распространяется бесплатно

# Herbarium

## Scientific journal

### Focus and Scope of the journal

The scientific peer-reviewed journal "**Herbarium**" brings together researchers and manufacturers working in the field of pharmacognosy, pharmaceutical botany, as well as in the field of searching for, creating and using medicinal products of plant and other natural origin.

---

### Editor-in-Chief

**Igor E. Shohin** – Dr. Sci. (Pharm.), CEO of LLC "Center of Pharmaceutical Analytics" (LLC "CPHA"), Moscow, Russia

### Deputy Editor-in-Chief

**Natalia V. Bobkova** – Assoc. Prof., Dr. Sci. (Pharm.), Institute of Pharmacy named after A. P. Nelyubina Sechenov University, Moscow, Russia

**Vladimir A. Kurkin** – Dr. Sci. (Pharm.), Samara State Medical University, Samara, Russia

**Alexander N. Shikov** – Dr. Sci. (Pharm.), St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical University, St. Petersburg, Russia

### Editorial board

**Mikhail V. Belousov** – Prof., Dr. Sci. (Pharm.), Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

**Maria A. Breygina** – Dr. Sci. (Biol.), Department of Plant Physiology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Vladimir V. Volodin** – Dr. Sci. (Biol.), Botanical Garden of the St. Petersburg State Forest Engineering University, St. Petersburg, Russia

**Irina V. Gravel** – Prof., Dr. Sci. (Pharm.), Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

**Alevtina A. Gudkova** – Cand. Sci. (Pharm.), Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Natalia B. Diomina** – Prof., Dr. Sci. (Pharm.), Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

**Nina A. Dyakova** – Dr. Sci. (Pharm.), Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Olga V. Evdokimova** – Dr. Sci. (Pharm.), Department for the Preparation of Pharmacopoeia Articles for Herbal Medicines and Homeopathic Remedies of the Institute of Pharmacopoeia and Standardization in the Sphere of Medicine Circulation of the Federal State Budgetary Institution "National Center for Expertise and Standardization of Medicines" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Ifrat N. Zilfikarov** – Dr. Sci. (Pharm.), Department of Chemistry of Natural Compounds of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants", Moscow, Russia

**Dmitry Yu. Ivkin** – Cand. Sci. (Biol.), St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, St. Petersburg, Russia

**Elena I. Kalenikova** – Dr. Sci. (Pharm.), Department of Pharmaceutical Chemistry and Organization of Pharmaceutical Bu-

siness, Faculty of Pharmaceutical Chemistry, Moscow State University named after M. V. Lomonosov, Moscow, Russia

**Timofey N. Komarov** – Dr. Sci. (Pharm.), Center of Pharmaceutical Analytics, Moscow, Russia

**Vladimir G. Luzhanin** – Dr. Sci. (Pharm.), Federal State Budgetary Institution of Higher Education Perm State Pharmaceutical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of the Department of Botany and Pharmaceutical Biology, Perm, Russia

**Alexander N. Luferov** – Dr. Sci. (Pharm.), Department of Pharmaceutical Natural Science, Institute of Pharmacy named after A. P. Nelyubin, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I. M. Sechenov, Moscow, Russia

**Evgeniya A. Malashenko** – Cand. Sci. (Pharm.), Institute of Pharmacy named after A. P. Nelyubina Sechenov University, Moscow, Russia

**Prascovia G. Mizina** – Dr. Sci. (Pharm.), Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR, Moscow, Russia

**Maria N. Povydysh** – Dr. Sci. (Biol.), Saint-Petersburg State Chemical Pharmaceutical University, Saint-Petersburg, Russia

**Vladimir V. Popov** – Dr. Sci. (Med.), Department of Therapy with a Course in Pharmacology and Pharmacy, ROSBIOTECH University, Moscow, Russia

**Olga L. Saibel** – Dr. Sci. (Pharm.), Center for Chemistry and Pharmaceutical Technology, Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR, Moscow, Russia

**Alexey I. Slivkin** – Prof., Dr. Sci. (Pharm.), Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Boris B. Sysuev** – Prof., Prof., Dr. Sci., Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

**Inna I. Terninko** – Assoc. Prof., Dr. Sci. (Pharm.), St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, St. Petersburg, Russia

**Olga V. Trineeva** – Dr. Sci. (Pharm.), Voronezh State University, Voronezh, Russia

**Oksana M. Shevchuk** – Dr. Sci. (Biol.), Federal State Budgetary Institution of Science "Nikitsky Botanical Garden of the Order of the Red Banner of Labor – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Yalta, Russia

|                                                         |                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ISSN 3034-3925 (Online)</b>                          |                                                                                                                                                                               |
| <b>Name of the body that registered the publication</b> | The journal is registered with the National ISSN Center of the Russian Federation (certificate of registration EL No. FS77-88458 dated October 14, 2024 – electronic network) |
| <b>Founder</b>                                          | LLC "Center of Pharmaceutical Analytics" (LLC "CPHA")<br>Address: room 1/1, 8, Simferopol Boulevard, Moscow, 117149, Russia                                                   |
| <b>Publisher</b>                                        | LLC "Center of Pharmaceutical Analytics" (LLC "CPHA")<br>Address: room 1/1, 8, Simferopol Boulevard, Moscow, 117149, Russia                                                   |
| <b>Author of the idea</b>                               | Evgeniya A. Malashenko                                                                                                                                                        |
| <b>Managing Editor</b>                                  | Nadezhda S. Mikhaylova                                                                                                                                                        |
| <b>Computer layout</b>                                  | Nadezhda S. Mikhaylova                                                                                                                                                        |
| <b>Business Partner in Marketing and PR</b>             | Natalia V. Kuldjanova                                                                                                                                                         |
| <b>Proofreader</b>                                      | Alexander S. Dedkov                                                                                                                                                           |
| <b>Founded</b>                                          | The journal has been published since October 2024                                                                                                                             |
| <b>Frequency</b>                                        | Quarterly                                                                                                                                                                     |
| <b>DOI Prefix</b>                                       | <b>10.33380</b>                                                                                                                                                               |
| <b>Editorial office address</b>                         | LLC "Center of Pharmaceutical Analytics" (LLC "CPHA")<br>Address: room 1/1, 8, Simferopol Boulevard, Moscow, 117149, Russia                                                   |
| <b>Website</b>                                          | www.herbariumjournal.ru                                                                                                                                                       |
| <b>E-mail</b>                                           | e-mail: info@herbariumjournal.ru                                                                                                                                              |
| <b>Date of issue publication</b>                        | 16.07.2026                                                                                                                                                                    |
| <b>Copyright</b>                                        | © Articles copyright. Authors, 2026<br>© Original layout, compilation, design, editing. Herbarium, 2026                                                                       |
| <b>Content distribution terms</b>                       | Content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License                    |
| <b>Subscription</b>                                     | Free distribution                                                                                                                                                             |

## Содержание

### Анализ и стандартизация лекарственного растительного сырья

#### Фармакогностическое исследование плодов шиповника красно-бурого (*Rosa rubiginosa* L.), заготовленного на территории Саратовской области

Л. В. Караваева, У. А. Матвиенко, Е. О. Солдатова, А. Е. Кошкарева ..... 8

### Технология фитопрепаратов

#### Оптимизация параметров экстракции целевых биологически активных соединений из травы *Echium vulgare* L.

Д. С. Круглов, А. В. Богданов, В. В. Величко ..... 19

#### О возможности прессования растительного сырья корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

А. С. Гуленков, А. Н. Цицилин, И. А. Липчак, П. Г. Мизина ..... 27

### Биологическая активность природных субстанций

#### Гепатопротекторные свойства и острая токсичность *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim.

В. М. Носирова, В. У. Хужаев, О. Турдибоев ..... 40

#### Молекулярные механизмы гепатопротекторного действия силимарина при токсических и метаболических поражениях печени

Е. Е. Падерина, М. А. Тихая ..... 46

**Исправления** ..... 53

## Contents

### *Analysis and standardization of medicinal plant raw materials*

#### **Pharmacognostic study of *Rosa rubiginosa* L. fruits harvested in the Saratov region**

Lyudmila V. Karavaeva, Uliana A. Matvienko, Ekaterina O. Soldatova, Anna E. Koshkareva ..... 8

### *Herbal medicine technology*

#### **Optimization of extraction parameters for target bioactive compounds from *Echium vulgare* L. herb**

Dmitriy S. Kruglov, Anton V. Bogdanov, Viktoriya V. Velichko ..... 19

#### **On the possibility of compressing herbal raw material from *Cichorium intybus* L. roots**

Alexander S. Gulenkov, Andrey N. Tsitsilin, Ivan A. Lipchak, Praskovya G. Mizina ..... 27

### *Biological activity of natural substances*

#### **Hepatoprotective properties and acute toxicity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim.**

Visolaxon M. Nosirova, Vakhobjon U. Khujayev, Obidjon Turdiboev ..... 40

#### **Molecular mechanisms of the hepatoprotective action of silymarin in toxic and metabolic liver injury**

Ekaterina E. Paderina, Maria A. Tikhaya ..... 46

**Erratums** ..... 53

УДК 615.322

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-70>

## Фармакогностическое исследование плодов шиповника красно-бурого (*Rosa rubiginosa* L.), заготовленного на территории Саратовской области

Л. В. Караваева , У. А. Матвиенко  , Е. О. Солдатова ,  
А. Е. Кошкарёва 

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России). 410012, Россия, Приволжский федеральный округ, Саратовская область, г. Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112

✉ **Контактное лицо:** Матвиенко Ульяна Андреевна. **E-mail:** matvienko.ulia2104@gmail.com

### Резюме

**Введение.** Плоды шиповника традиционно используются в народной медицине, оказывая комплексное воздействие на организм человека благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, таких как аскорбиновая кислота, дубильные вещества, флавоноиды. Шиповник красно-бурый (*Rosa rubiginosa* L.), или шиповник ржаво-красный, представляет интерес для фармакогнозии ввиду немногочисленных данных о фитохимическом составе.

**Цель.** Фармакогностическое исследование плодов *Rosa rubiginosa* L., заготовленных на территории Саратовской области.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись высушенные до воздушно-сухого состояния плоды *Rosa rubiginosa* L., заготовленные в 2024 году на территории Саратовской области. Макро-, микроскопический анализ плодов *Rosa rubiginosa* L. проводили в соответствии с ОФС.1.5.3.0003 «Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов», ОФС.1.5.1.0007 «Плоды» и ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды» ГФ РФ XV издания. Аскорбиновая кислота и дубильные вещества были определены с помощью метода титриметрии, а флавоноиды – спектрофотометрически при аналитической длине волны 415 нм.

**Результаты и обсуждение.** В настоящем исследовании установлено, что макро- и микроскопические характеристики *Rosa rubiginosa* L. соответствуют описанию ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды». В результате фитохимического анализа обнаружены аскорбиновая кислота, а также фенольные соединения, в том числе гидролизующиеся дубильные вещества и флавоноиды. Установлено содержание дубильных веществ ( $3,48 \pm 0,30$  % в пересчете на танин) и аскорбиновой кислоты ( $0,28 \pm 0,01$  %). Содержание флавоноидов составило  $0,56 \pm 0,02$  % в пересчете на рутин.

**Заключение.** Проведен анализ внешних и микроразностных признаков плодов *Rosa rubiginosa* L. В плодах преобладают дубильные вещества ( $3,48 \pm 0,30$  %). По содержанию флавоноидов плоды *Rosa rubiginosa* L. соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью шиповника высоковитаминных видов (ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды» ГФ РФ XV издания). Перспективными являются дальнейшие исследования плодов *Rosa rubiginosa* L., в том числе фармакологической активности, с целью расширения перечня фармакопейных высоковитаминных видов.

**Ключевые слова:** *Rosa rubiginosa* L., аскорбиновая кислота, дубильные вещества, флавоноиды, макроскопический анализ, микроскопический анализ

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** У. А. Матвиенко, Л. В. Караваева, А. Е. Кошкарёва, Е. О. Солдатова – обзор литературных источников, сбор материалов, проведение эксперимента. Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку данной статьи.

**Для цитирования:** Караваева Л. В., Матвиенко У. А., Солдатова Е. О., Кошкарёва А. Е. Фармакогностическое исследование плодов шиповника красно-бурого (*Rosa rubiginosa* L.), заготовленного на территории Саратовской области. *Гербариум*. 2026;3(3):8–18. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-70>

**Поступила в редакцию:** 08.02.2026

**Поступила после рецензирования:** 11.03.2026

**Принята к публикации:** 03.07.2026

© Караваева Л. В., Матвиенко У. А., Солдатова Е. О., Кошкарёва А. Е., 2026

© Издатель ООО «Центр Фармацевтической Аналитики», 2026

© Karavaeva L. V., Matvienko U. A., Soldatova E. O., Koshkareva A. E., 2026

© Publisher LLC "Center of Pharmaceutical Analytics", 2026

## Pharmacognostic study of *Rosa rubiginosa* L. fruits harvested in the Saratov region

Lyudmila V. Karavaeva , Uliana A. Matvienko  , Ekaterina O. Soldatova ,  
Anna E. Koshkareva 

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky. 112, Bolshaya Kazachya str., Saratov, Saratov Region, Volga Federal District, 410012, Russia

 **Corresponding author:** Uliana A. Matvienko. **E-mail:** matvienko.ulia2104@gmail.com

### Abstract

**Introduction.** Rosehips are traditionally used in folk medicine, exerting a complex effect on the human body due to their high content of biologically active substances, such as ascorbic acid, tannins, and flavonoids. *Rosa rubiginosa* L., also known as rusty rose, is of interest to pharmacognosy due to the limited data available on its phytochemical composition.

**Aim.** Pharmacognostic study of *Rosa rubiginosa* L. fruits harvested in the Saratov region.

**Materials and methods.** The study involved air-dried *Rosa rubiginosa* L. fruits collected in 2024 in the Saratov Region. Macroscopic and microscopic analysis of *Rosa rubiginosa* L. fruits was performed in accordance with General Pharmacopoeial Article 1.5.3.0003 «Technique of microscopic and microchemical examination of medicinal plant materials and medicinal herbal preparations», General Pharmacopoeial Article 1.5.1.0007 «Fruits» and Pharmacopoeial Article 2.5.0106 «Rosehips» of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition. Ascorbic acid and tannins were determined using titrimetry, and flavonoids were determined spectrophotometrically at an analytical wavelength of 415 nm.

**Results and discussion.** The conducted studies revealed that the macro- and microscopic characteristics of *Rosa rubiginosa* L. correspond to the description given in Pharmacopoeial Article 2.5.0106 «Rosehips». Phytochemical analysis revealed ascorbic acid, phenolic compounds including hydrolyzable tannins and flavonoids. Titration revealed the tannin content ( $3.48 \pm 0.30$  % calculated as tannin) and ascorbic acid ( $0.28 \pm 0.01$  %). The flavonoid content was  $0.56 \pm 0.02$  % calculated as rutin.

**Conclusion.** An analysis of the external and microdiagnostic characteristics of *Rosa rubiginosa* L. fruits was conducted. Tannins predominate in the fruits ( $3.48 \pm 0.30$  %). In terms of flavonoid content, *Rosa rubiginosa* L. fruits meet the requirements for high-vitamin rosehip raw materials (Pharmacopoeial Article 2.5.0106 «Rosehips» of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition). Further studies of *Rosa rubiginosa* L. fruits, including their pharmacological activity, are promising, with the aim of expanding the list of pharmacopoeial high-vitamin species.

**Keywords:** *Rosa rubiginosa* L., ascorbic acid, tannins, flavonoids, macroscopic analysis, microscopic analysis

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Contribution of the authors.** Uliana A. Matvienko, Lyudmila V. Karavaeva, Anna E. Koshkareva, and Ekaterina O. Soldatova reviewed the literature, collected the materials, and conducted the experiment. All authors made an equal contribution to the preparation of this publication.

**For citation:** Karavaeva L. V., Matvienko U. A., Soldatova E. O., Koshkareva A. E. Pharmacognostic study of *Rosa rubiginosa* L. fruits harvested in the Saratov region. *Herbarium*. 2026;3(3):8–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-70>

**Received:** 08.02.2026

**Revised:** 11.03.2026

**Accepted:** 03.07.2026

### Введение

Плоды шиповника традиционно используются в народной медицине разных стран благодаря комплексному воздействию на организм. Фармакологические свойства плодов шиповника обусловлены высоким содержанием аскорбиновой кислоты, танинов и флавоноидов. Плоды применяются для лечения и профилактики простудных заболеваний, как жаропонижающее, иммуностимулирующее средство и источник витамина С, заболеваний желудочно-ки-

шечного тракта, трофических язв и ожогов, заживления рубцов [1–3].

Шиповник красно-бурый (*Rosa rubiginosa* L.) – вид растений рода шиповник (*Rosa*) семейства розовых (*Rosaceae*). Представляет собой невысокий, густо ветвистый кустарник с округлыми, опушенными снизу листочками, розовыми цветками и шаровидными или каплевидными шиповатыми плодами. Ареал его естественного распространения охватывает обширные территории Европы, однако также успешно растение культивируется и за пределами этого региона.

*Rosa rubiginosa* L. представляет интерес для фармакогнозии ввиду содержания богатого комплекса биологически активных соединений [1, 4, 5].

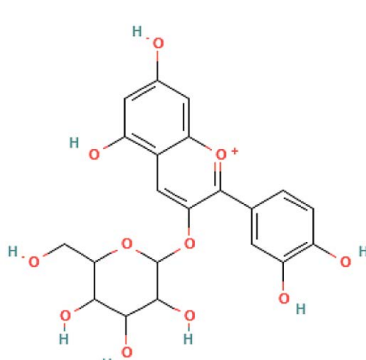
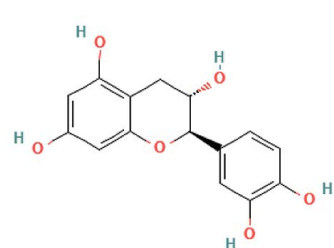
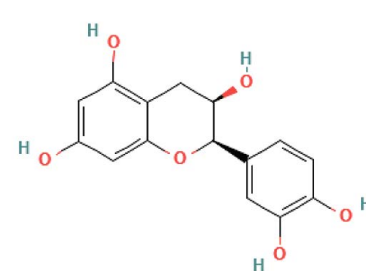
Аскорбиновая кислота – необходимый компонент для синтеза коллагена, обеспечивающего прочность сосудов и тканей, и для образования ключевых нейромедиаторов (серотонина, катехоламинов) и гормонов. Как мощный антиоксидант, она нейтрализует свободные радикалы и восстанавливает другие антиоксиданты, что объясняет противовоспалительный эффект. Витамин С стимулирует выработку интерферона, улучшает всасывание железа, помогает в детоксикации в печени и превращении холестерина. Поэтому плоды, богатые витамином С, оказывают комплексное антиоксидантное, противовоспалительное и иммуномодулирующее действие на организм [3, 6].

Дубильные вещества за счет своих вяжущих свойств укрепляют слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта, образуя защитную пленку, и защищают от раздражения. Также дубильные вещества оказывают кровоостанавливающее, антимикробное действие и могут связываться с алкалоидами, гликозидами и солями тяжелых металлов [7].

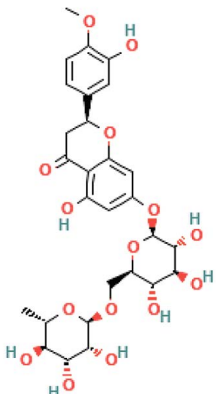
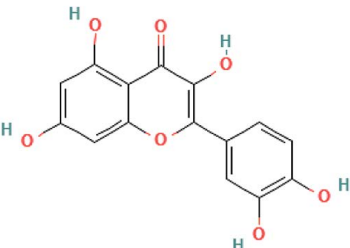
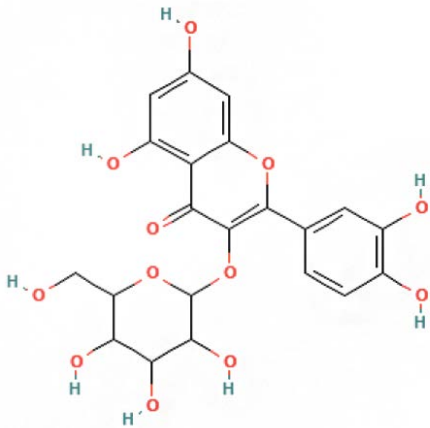
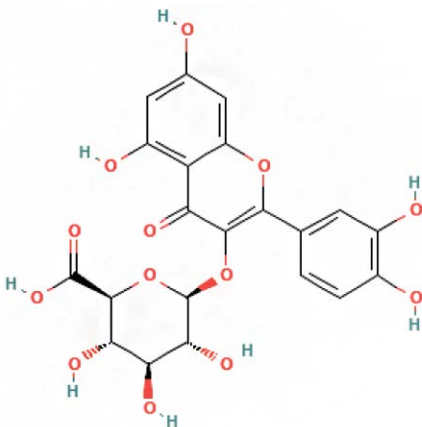
Флавоноиды – многочисленный класс биологически активных веществ, обладающих широким спектром фармакологических свойств. В экспериментах установлена их антиоксидантная, гепатопротекторная, противовоспалительная, антимикробная и др. активность [8, 9]. Ранее в исследованиях были выделены и идентифицированы антоцианы, флаван-3-олы, флаваноны, флавонолы и фенолкарбоновые кислоты (таблица 1) [10–12].

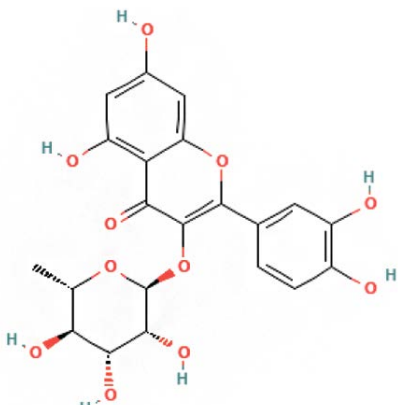
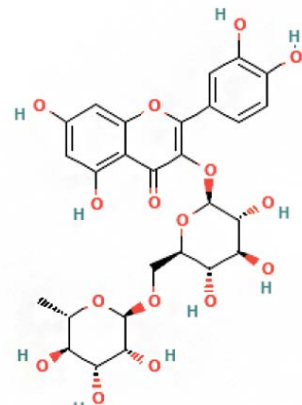
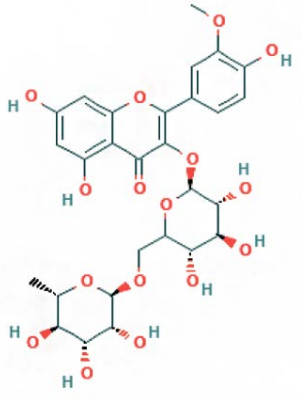
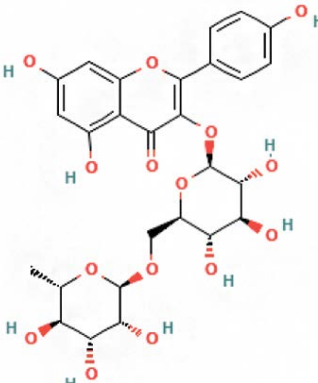
**Таблица 1. Фенольные соединения, выделенные из плодов *Rosa rubiginosa* L.**

**Table 1. Phenolic compounds isolated from fruit of *Rosa rubiginosa* L.**

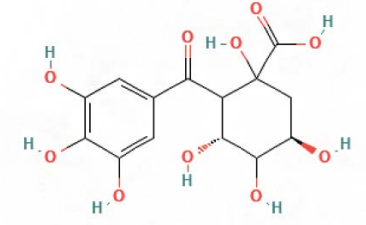
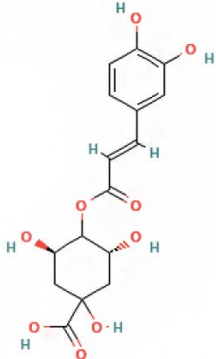
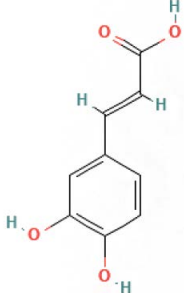
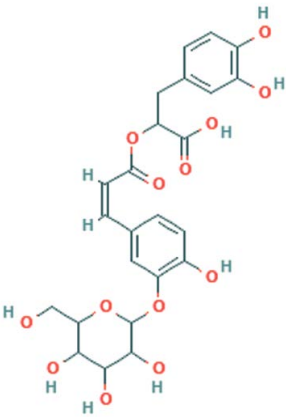
| Идентифицированное соединение<br>Identified compound                      | Формула соединения<br>Compound formula                                               | Ссылка<br>Reference |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Антоцианы</b><br>Anthocyanins                                          |                                                                                      |                     |
| Хризантемин (цианидин-3-гликозид)<br>Chrysanthemin (cyanidin-3-glucoside) |  | 10                  |
| <b>Флаван-3-олы</b><br>Flavan-3-ols                                       |                                                                                      |                     |
| Катехин<br>Catechin                                                       |  | [10, 11]            |
| Эпикатехин<br>Epicatechin                                                 |  | [11]                |

Продолжение таблицы 1

| Идентифицированное соединение<br>Identified compound | Формула соединения<br>Compound formula                                               | Ссылка<br>Reference |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Флаваноны</b><br>Flavanones                       |                                                                                      |                     |
| Гесперидин<br>Hesperidin                             |    | [11]                |
| <b>Флавонолы</b><br>Flavonols                        |                                                                                      |                     |
| Кверцетин<br>Quercetin                               |   | [11]                |
| Кверцетин-гексозид<br>Quercetin-hexoside             |  | [10, 11]            |
| Кверцетин-глюкуронид<br>Quercetin-glucuronide        |  | [10]                |

| Идентифицированное соединение<br>Identified compound                 | Формула соединения<br>Compound formula                                               | Ссылка<br>Reference |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Кверцетин-рамнозид (кверцетрин)<br>Quercetin-rhamnoside (quercetrin) |    | [10]                |
| Рутин<br>Rutin                                                       |   | [11]                |
| Нарциссин<br>Narcissin                                               |  | [11]                |
| Кемпферол-3-О-рутинозид<br>Kaempferol-3-O-rutinoside                 |  | [11]                |

Продолжение таблицы 1

| Идентифицированное соединение<br>Identified compound             | Формула соединения<br>Compound formula                                               | Ссылка<br>Reference |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Фенолкарбоновые кислоты<br/>Phenolcarboxylic acids</b>        |                                                                                      |                     |
| Галлоилхинная кислота<br>Galloylquinic acid                      |    | [10]                |
| 4-О-кофеоилхининовая кислота<br>4-O-caffeoylquinic acid          |   | [11]                |
| Кофеиновая кислота<br>Caffeic acid                               |  | [11,12]             |
| 3'-глюкозид розмариновой кислоты<br>Rosmarinic acid 3'-glucoside |  | [11]                |

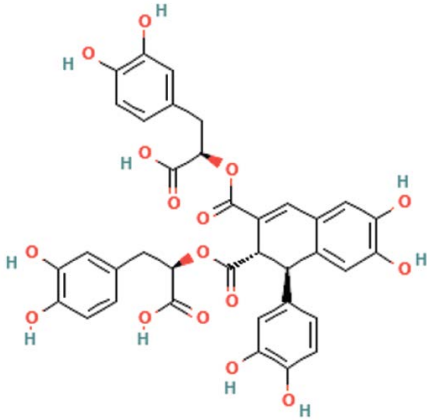
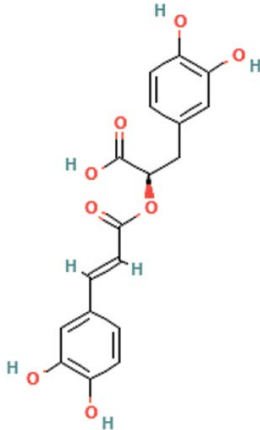
| Идентифицированное соединение<br>Identified compound | Формула соединения<br>Compound formula                                              | Ссылка<br>Reference |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Рабдозиин<br>Rabdosiin                               |   | [11]                |
| Розмариновая кислота<br>Rosmarinic acid              |  | [11]                |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

Данные о фитохимическом составе плодов *Rosa rubiginosa* L., произрастающего на территории Саратовской области, отсутствуют, что определяет актуальность исследования.

**Цель.** Фармакогностическое исследование плодов *Rosa rubiginosa* L., заготовленных на территории Саратовской области.

Материалы и методы

**Материалы.** Для исследования были использованы высушенные до воздушно-сухого состояния плоды *Rosa rubiginosa* L., заготовленные в 2024 году на территории Саратовской области (природный парк «Кумысная поляна»).

**Методы.** Макро- и микроскопический анализы плодов *Rosa rubiginosa* L. были проведены с помощью стереоскопического микроскопа Микромед MC-1 (Россия) и микроскопа Zeiss Primo Star (Герма-

ния), снабженного цифровой камерой Levenhuk M1400 PLUS; редактирование микрофотографий выполняли в программе PhotoScape 3.7 в соответствии с ОФС.1.5.3.0003 «Техника микроскопического и микрорхимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов», ОФС.1.5.1.0007 «Плоды» и ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды» Государственной фармакопеи РФ XV издания (ГФ РФ XV). Цельные плоды кипятили в растворе натрия гидроксида 5%-м в течение 2–3 мин и тщательно промывали водой. Объект помещали на предметное стекло, готовили микропрепараты и просматривали их под микроскопом в растворе глицерина 33%-м.

Для обнаружения биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье были использованы свежеприготовленные водное и водно-спиртовое (70%-й этиловый спирт) извлечения в соотношении «сырье – экстрагент» 1:10.

Количественное определение аскорбиновой кислоты проводили методом титриметрии с 2,6-дихлорфенолиндофенолятом натрия (0,001 М) в кислой среде согласно общепринятой методике [13], а содержание флавоноидов в плодах шиповника красно-бурого устанавливали в соответствии с ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды» ГФ РФ XV.

Количественное определение дубильных веществ осуществляли методом перманганатометрического титрования в пересчете на танин по методике, изложенной в ОФС.1.5.3.0008 «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» ГФ XV.

Результаты количественного анализа были статистически обработаны с помощью MS Excel 2017 ( $n = 10$ ,  $P = 0,95$ ).

**Реактивы.** В работе использовали следующие реактивы: йод кристаллический (ч., ACF MINERA S.A., Чили), калий марганцовокислый стандарт-титр (ЗАО «Уралхиминвест», Россия), натрия 2,6-дихлорфенолиндофенолят (ч., ООО «Аквилон-Компани Хим», Россия), железоаммонийные квасцы (ч.д.а., ООО «Аквилон-Компани Хим», Россия), железо хлористое (III) 6-водное (ч., ООО «Аквилон-Компани Хим», Россия), желатин (пищ., АО «ЛенРеактив», Россия), хлористоводородная кислота (х.ч., АО «БЕКТОН», Россия), магний, металлический порошок (х.ч., АО «Химреактив-снаб», Россия), индигокармин (ч.д.а., ООО «Аквилон-Компани Хим», Россия), алюминий хлористый 6-водный (pharma grade, PanReac, США), уксусная кислота (х.ч., АО «БЕКТОН», Россия), спирт этиловый 95%-й (ПХФК ОАО «Медхимпром», Россия). Реактивы приобретены ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России.

Изготовление реактивов, титрованных растворов с последующей стандартизацией осуществляли по методикам, изложенным в ГФ РФ XV издания.

## Результаты и обсуждение

**Внешние признаки.** Плоды *Rosa rubiginosa* L. оранжево-красного цвета с ржаво-бурыми пятнами, овальной формы, с морщинистой поверхностью (длина: 1,0–1,8 см; ширина: 0,7–0,9 см). Имеется пятиугольная чашечка. При поперечном разрезе обнаруживаются длинные жесткие щетинистые волоски и продолговатые мелкие орешки со слабо выраженными гранями (рисунок 1). Имеется зеленовато-коричневая плодоножка (0,5–1,5 см), покрытая мелкими шипиками и волосками. Запах – слабый, фруктовый; вкус водного извлечения – кисловатый.

**Микроскопические признаки.** Наружный слой эпидермы гипантия представлен светло-желтыми пластинками, состоящими из многоугольных и прямоугольных клеток окончатого типа со стенками разной толщины. Мякоть плода представлена паренхимными клетками, содержащими оранжево-красные хромопласты с каротиноидами и многочисленными друзами оксалата кальция. Видны фрагменты околоплодника орешка, состоящие из групп каменистых клеток (рисунок 2).

**Фитохимический анализ.** В результате фитохимического анализа в водном извлечении из плодов *Rosa rubiginosa* L. обнаружены: аскорбиновая кислота и гидролизуемые дубильные вещества. В водно-спиртовом извлечении – фенольные соединения, в том числе флавоноиды (таблица 2).

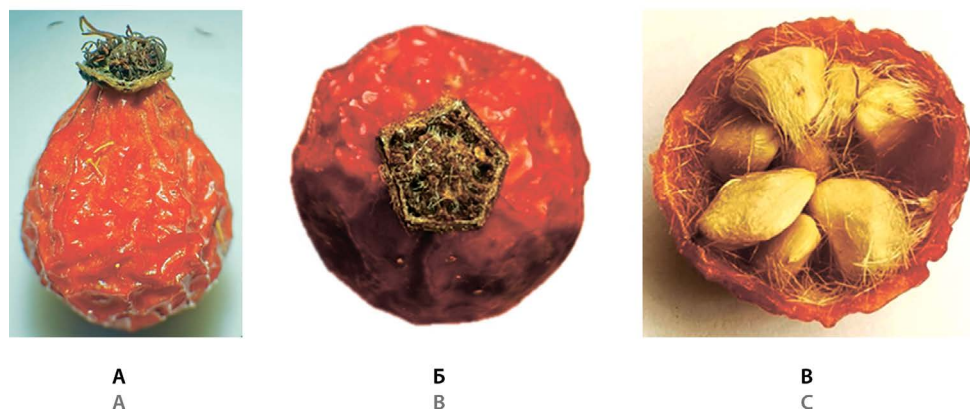


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 1.** Внешний вид плодов *Rosa rubiginosa* L.:

**А** – внешний вид высушенного плода; **Б** – форма площадки высушенного плода; **В** – поперечный срез высушенного плода

**Figure 1.** Macroscopy of *Rosa rubiginosa* L.:

**A** – macroscopy of the dried fruit; **B** – shape of the dried fruit pad; **C** – cross-section of a dried fruit

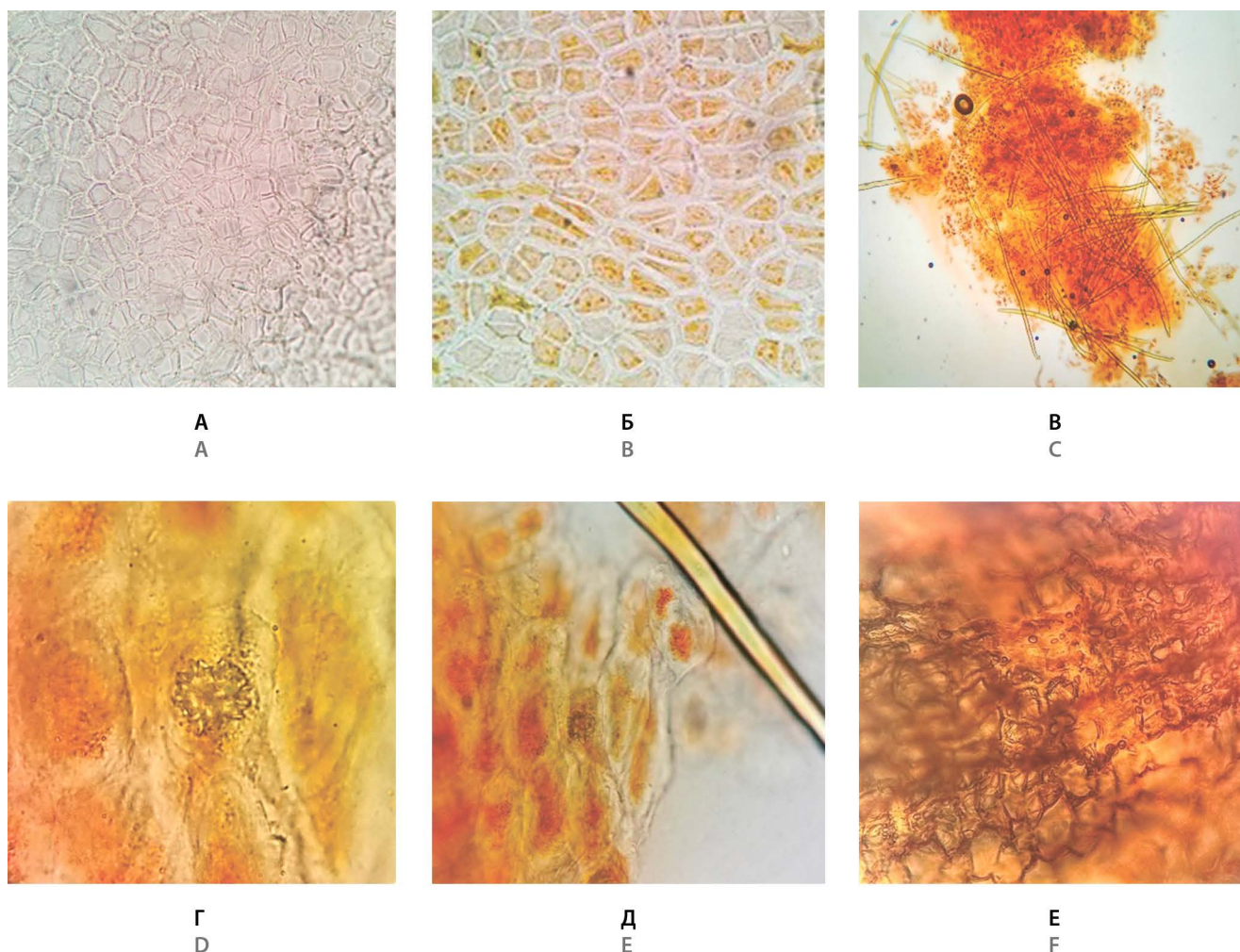


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 2.** Микроскопия цельных плодов шиповника *Rosa rubiginosa* L.:

**А** – фрагмент наружной эпидермы гипантия (400х); **Б** – фрагмент внутренней эпидермы гипантия (400х); **В** – паренхима гипантия (давленный микропрепарат) (100х); **Г** – клетки мезофилла с друзами (давленный микропрепарат) (400х); **Д** – клетки паренхимы гипантия с глыбками каротиноидов (давленный микропрепарат) (400х); **Е** – каменные клетки орешка (400х)

**Figure 2.** Microscopy of whole *Rosa rubiginosa* L. fruits:

**A** – fragment of the outer epidermis of the hypanthium (400х); **B** – fragment of the internal epidermis of the hypanthium (400х); **C** – hypanthium parenchyma (crushed micropreparation) (100х); **D** – mesophyll cells with druses (crushed micropreparation) (400х); **E** – hypanthium parenchyma cells with lumps of carotenoids (crushed micropreparation) (400х); **F** – stone cells of the nutlet (400х)

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах *Rosa rubiginosa* L., заготовленных на территории Саратовской области, составило  $0,28 \pm 0,01$  % (таблица 3), что сопоставимо со значением, полученным для плодов шиповника морщинистого (*Rosa rugosa* Thunb.), –  $0,27 \pm 0,01$  %, но значительно ниже, чем содержание аскорбиновой кислоты  $1,28 \pm 0,05$  % в плодах шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm.), заготовленных на территории Саратовской области [2].

Содержание дубильных веществ и флавоноидов в плодах *Rosa rubiginosa* L., заготовленных на территории Саратовской области, составило  $3,48 \pm 0,30$  % и  $0,56 \pm 0,02$  % соответственно (таблица 3).

### Закключение

Проведен анализ внешних и микродиагностических признаков плодов шиповника, которые соответствуют описанию, приведенному в ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды». В результате фитохимическо-

**Таблица 2. Результаты фитохимического анализа плодов *Rosa rubiginosa* L.**

**Table 2. Results of phytochemical analysis of *Rosa rubiginosa* L. fruits**

| Группа БАВ<br>Group BAS                    | Качественная реакция<br>Qualitative reaction                                                               | Аналитический эффект<br>Analytical effect         | Результат<br>Result |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|
| Аскорбиновая кислота<br>Ascorbic acid      | Раствор йода 0,1н<br>Iodine solution 0.1n                                                                  | Обесцвечивание<br>Discoloration                   | +                   |
|                                            | Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия 0,1н<br>2,6-dichlorophenolindophenolate of sodium solution 0,1n | Обесцвечивание<br>Discoloration                   | +                   |
|                                            | Раствор перманганата калия 0,1н<br>Potassium permanganate solution 0.1n                                    | Обесцвечивание<br>Discoloration                   | +                   |
| Фенольные соединения<br>Phenolic compounds | Раствор железа хлорида (III) 5%-й<br>5 % iron chloride (III) solution                                      | Сине-зеленое окрашивание<br>Blue-green coloration | +                   |
| Дубильные вещества<br>Tannins              | Раствор желатина 1%-й<br>1 % gelatin solution                                                              | Белый осадок<br>White sediment                    | +                   |
|                                            | Раствор железоаммонийных квасцов 1%-й<br>1 % iron-ammonium alum                                            | Черно-синий осадок<br>Black-blue sediment         | +                   |
| Флавоноиды<br>Flavonoids                   | Цианидовая проба<br>Cyanidin test                                                                          | Красное окрашивание<br>Red coloration             | +                   |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

**Таблица 3. Результаты определения содержания аскорбиновой кислоты, дубильных веществ и флавоноидов в извлечениях из плодов *Rosa rubiginosa* L. ( $n = 10$ ;  $P = 0,95$ )**

**Table 3. Results of determination of the content of ascorbic acid, tannins and flavonoids in extracts from the fruits of *Rosa rubiginosa* L. ( $n = 10$ ;  $P = 0.95$ )**

| Среднее значение,<br>$\bar{X}$ , %<br>Average value, $\bar{X}$ , %                                | Дисперсия, $S$<br>Dispersion, $S$ | Стандартное отклонение среднего результата, $S_{\bar{x}}$<br>Standard deviation of the average result, $S_{\bar{x}}$ | Отклонение среднего значения, $\Delta\bar{X}$<br>Deviation from the average value, $\Delta\bar{X}$ | Относительная ошибка, $\epsilon$ , %<br>Relative error, $\epsilon$ , % |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Содержание аскорбиновой кислоты</b><br>Content of ascorbic acid                                |                                   |                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                                        |
| 0,28                                                                                              | 0,0027                            | 0,0016                                                                                                               | 0,01                                                                                               | 2,39                                                                   |
| <b>Содержание дубильных веществ в пересчете на танин</b><br>Content of tannins in terms of tannin |                                   |                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                                        |
| 3,48                                                                                              | 0,1212                            | 0,0700                                                                                                               | 0,30                                                                                               | 8,66                                                                   |
| <b>Содержание флавоноидов в пересчете на рутин</b><br>Flavonoid content in terms of rutin         |                                   |                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                                        |
| 0,56                                                                                              | 0,0062                            | 0,0036                                                                                                               | 0,02                                                                                               | 2,71                                                                   |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

го анализа обнаружены аскорбиновая кислота, а также фенольные соединения, в том числе гидролизующиеся дубильные вещества и флавоноиды. В плодах *Rosa rubiginosa* L. установлено содержание дубильных веществ ( $3,48 \pm 0,30$  %), флавоноидов ( $0,56 \pm 0,02$  %) и аскорбиновой кислоты ( $0,28 \pm 0,01$  %). По содержанию флавоноидов плоды *Rosa rubiginosa* L. соответ-

ствуют требованиям, предъявляемым к сырью шиповника высоковитаминных видов (ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды» ГФ РФ XV издания). Перспективными являются дальнейшие исследования плодов *Rosa rubiginosa* L., в том числе фармакологической активности, с целью расширения перечня фармакопейных высоковитаминных видов.

## Литература

1. Franco D., Pinelo M., Sineiro J., Núñez M. J. Processing of *Rosa rubiginosa*: Extraction of oil and antioxidant substances. *Bioresource Technology*. 2007;98(18):3506–3512. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.11.012>
2. Матвиенко У. А., Балдина А. А., Дурнова Н. А. Фармакогностический анализ плодов *Rosa majalis* Herrm. (*R. cinamomea* L.) и *Rosa rugose* Thunb., произрастающих на территории Саратовской области. *Гербариум*. 2024;1(1):40–46. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2024-1-1-11>
3. Корсун В. Ф. Корсун Е. В. Клиническая фитотерапия: руководство для врачей. СПб.: СпецЛит; 2018. 287 p.
4. Егорова И. Н., Мальцева Е. М., Большаков В. В. Оценка содержания биологически активных соединений в плодах шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm.) флоры Кузбасса. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2021;23(5):47–51. <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-5-47-51>
5. Магомедова З. М., Увайсова С. М. Фитохимическое исследование плодов и масла шиповника. *Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация*. 2024;1:14–22.
6. Елисеева Т., Мироненко А. Витамин С (аскорбиновая кислота) описание, польза и где содержится. *Журнал здорового питания и диетологии*. 2018;2(4):33–45.
7. Давидян А. А., Давидян О. В. Биологически активные продукты природного происхождения в профилактике и лечении заболеваний человека. *Вопросы диетологии*. 2025;15(1):37–45.
8. Леонтьева Н. В. Флавоноиды – природные антиоксиданты. *Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины*. 2024;1:57–66. <https://doi.org/10.24412/2790-1289-2024-1-42-49>
9. Курдюков Е. Е., Плешакова Д. А., Глебова Н. Н., Неклюдова В. А., Водопьянова О. А., Гаранина Е. О. Флавоноиды: классификация, биологические свойства и перспективы использования в медицине. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023;11(137):114. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.143>
10. Peña F., Valencia S., Tereucán G., Nahuelcura J., Jiménez-Aspee F., Cornejo P., Ruiz A. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in the Fruit of Rosehip (*Rosa canina* L. and *Rosa rubiginosa* L.). *Molecules*. 2023;28(8):3544. <https://doi.org/10.3390/molecules28083544>
11. Jiménez-López J., Ruiz-Medina A., Ortega-Barrales P., Llorent-Martínez E. J. *Rosa rubiginosa* and *Fraxinus oxycarpa* herbal teas: characterization of phytochemical profiles by liquid chromatography-mass spectrometry, and evaluation of the antioxidant activity. *New Journal of Chemistry*. 2017;41(15):7681–7688. <https://doi.org/10.1039/c7nj01743j>
12. Nowak R. Comparative study of phenolic acids in pseudofruits of some species of roses. *Acta Poloniae Pharmaceutica*. 2006;63(4):281–288.
13. Жданов Д. А., Куркин В. А., Браславский В. Б., Агапов А. И. Актуальные аспекты контроля качества и стандартизации плодов шиповника. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2021;10(3):167–175. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-3-167-175>

## References

1. Franco D., Pinelo M., Sineiro J., Núñez M. J. Processing of *Rosa rubiginosa*: Extraction of oil and antioxidant substances. *Bioresource Technology*. 2007;98(18):3506–3512. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.11.012>
2. Matvienko U. A., Baldina A. A., Durnova N. A. Pharmacognostic analysis of the fruits of *Rosa majalis* Herrm. (*R. cinamomea* L.) and *Rosa rugose* Thunb., growing in the territory of Saratov region. *Herbarium*. 2024;1(1):40–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2024-1-1-11>
3. Korsun V. F. Korsun E. V. Clinical phytotherapy: a guide for physicians. St. Petersburg: SpecLit; 2018. 287 p. (In Russ.)
4. Egorova I. N., Maltseva E. M., Bolshakov V. V. Biologically active compounds content assessment in cinamon rose (*Rosa majalis* Herrm.) fruits from the Kuzbass flora. *Medical & pharmaceutical journal "Puls"*. 2021;23(5):47–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-5-47-51>
5. Magomedova Z. M., Uvaysova S. M. Phytochemical study of rosehip fruits and oil. *Bulletin of VSU, series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2024;1:14–22. (In Russ.)
6. Eliseeva T., Myronenko A. Vitamin C (ascorbic acid) description, benefits, and where it is contained. *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2018;2(4):33–45. (In Russ.)
7. Davidian A. A., Davidian O. V. Biologically active natural products in the prevention and treatment of human diseases. *Issues of dietetics*. 2025;15(1):37–45. (In Russ.)
8. Leontyeva N. V. Flavonoids are natural antioxidants. *Actual Problems of Theoretical and Clinical Medicine*. 2024;1:57–66. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2790-1289-2024-1-42-49>
9. Kurdyukov E. E., Pleshakova D. A., Glebova N. N., Neklyudova V. A., Vodopyanova O. A., Garanina E. O. Flavonoids: classification, biological properties and prospects of use in medicine. *International Research Journal*. 2023;11(137):114. (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.143>
10. Peña F., Valencia S., Tereucán G., Nahuelcura J., Jiménez-Aspee F., Cornejo P., Ruiz A. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in the Fruit of Rosehip (*Rosa canina* L. and *Rosa rubiginosa* L.). *Molecules*. 2023;28(8):3544. <https://doi.org/10.3390/molecules28083544>
11. Jiménez-López J., Ruiz-Medina A., Ortega-Barrales P., Llorent-Martínez E. J. *Rosa rubiginosa* and *Fraxinus oxycarpa* herbal teas: characterization of phytochemical profiles by liquid chromatography-mass spectrometry, and evaluation of the antioxidant activity. *New Journal of Chemistry*. 2017;41(15):7681–7688. <https://doi.org/10.1039/c7nj01743j>
12. Nowak R. Comparative study of phenolic acids in pseudofruits of some species of roses. *Acta Poloniae Pharmaceutica*. 2006;63(4):281–288.
13. Zhdanov D. A., Kurkin V. A., Braslavsky V. B., Agapov A. I. Actual aspects of quality control and standardization of rosehip fruits. *Drug development & registration*. 2021;10(3):167–175. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-3-167-175>

УДК 615.322:66.061.34:577.1

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-81>

## Оптимизация параметров экстракции целевых биологически активных соединений из травы *Echium vulgare* L.

Д. С. Круглов , А. В. Богданов , В. В. Величко 

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России). 630091, Россия, Новосибирская область, г. Новосибирск, Красный проспект, 52

✉ **Контактное лицо:** Круглов Дмитрий Семенович. **E-mail:** [kruglov\\_ds@mail.ru](mailto:kruglov_ds@mail.ru)

### Резюме

**Введение.** Растения рода *Echium* L., в частности наиболее распространенный в России синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), содержат флавоноиды и гидроксикоричные кислоты, которые определяют их антиоксидантные, противовоспалительные и антимикробные свойства. Для извлечения максимального количества фенольных соединений важным этапом является оптимизация технологии экстракции их из растительного сырья.

**Цель.** Подбор оптимальных параметров экстракции флавоноидов и гидроксикоричных кислот из травы *Echium vulgare* L.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования использовали траву *Echium vulgare* L., собранную в фазу цветения в Новосибирской области. Оптимизацию проводили по следующим параметрам: степень измельчения сырья, концентрация этанола в экстрагенте, соотношение сырья и растворителя, температурно-временной режим и кратность экстракции. Содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот определяли спектрофотометрическим методом. Температурно-временной режим оптимизировали по модели, построенной с использованием D-оптимального плана второго порядка.

**Результаты и обсуждение.** Было установлено, что оптимальный размер частиц сырья составляет 0,2–1,0 мм. Максимальная извлекаемость фенольных соединений наблюдается при использовании водно-спиртовых растворов с концентрацией этанола 40–70 %. Наиболее эффективное соотношение сырья и экстрагента составляет 1:30 – 1:50. Наибольшая извлекаемость флавоноидов достигается при температуре 80–100 °С и продолжительности экстракции 20–40 мин. Рекомендована двукратная экстракция, при которой извлекается более 92 % целевых соединений.

**Заключение.** Был разработан режим экстракции биологически активных соединений из травы *Echium vulgare* L., обеспечивающий максимальный выход фенольных соединений при технологической и экономической эффективности процесса.

**Ключевые слова:** *Echium vulgare* L., экстракция, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, целевые биологически активные соединения, оптимизация экстракции

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: Д.С. Круглов – статистическая обработка результатов и интерпретация результатов по оптимизации экстракции. А.В. Богданов – проведение экспериментальных работ и написание части текста. В.В. Величко – написание части статьи и общая редакция.

**Для цитирования:** Круглов Д.С., Богданов А.В., Величко В.В. Оптимизация параметров экстракции целевых биологически активных соединений из травы *Echium vulgare* L. *Гербарум*. 2026;3(3):19–26. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-81>

**Поступила в редакцию:** 12.04.2026

**Поступила после рецензирования:** 28.04.2026

**Принята к публикации:** 03.07.2026

## Optimization of extraction parameters for target bioactive compounds from *Echium vulgare* L. herb

Dmitriy S. Kruglov , Anton V. Bogdanov , Viktoriya V. Velichko 

Novosibirsk State Medical University (NSMU). 52, Krasny prospekt, Novosibirsk, Novosibirsk Region, 630091, Russia

 **Corresponding author:** Dmitriy S. Kruglov. **E-mail:** kruglov\_ds@mail.ru

### Abstract

**Introduction.** Plants of the genus *Echium* L., particularly *Echium vulgare* L., the most widespread species in Russia, are known to contain phenolic compounds including flavonoids and hydroxycinnamic acids responsible for antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities. Optimization of extraction parameters is an essential stage in the development of phytopharmaceutical preparations based on plant raw materials.

**Aim.** To determine optimal technological parameters for the extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from *Echium vulgare* L. herb.

**Materials and methods.** The study was carried out using *Echium vulgare* L. herb collected during the flowering stage in the Novosibirsk region. The influence of particle size, ethanol concentration in the extractant, raw material-to-solvent ratio, extraction temperature and time, as well as the number of extraction cycles was investigated. Quantitative determination of flavonoids and hydroxycinnamic acids was performed by spectrophotometry. Optimization of the temperature-time extraction regime was carried out using a second-order D-optimal experimental design.

**Results and discussion.** The optimal particle size of plant material was determined to be 0.2–1.0 mm. The highest extraction efficiency of phenolic compounds was achieved when using aqueous ethanol solutions containing 40–70 % ethanol. The optimal raw material-to-extractant ratio was 1:30 – 1:50. The maximum flavonoid yield was observed at an extraction temperature of 80–100 °C and extraction time of 20–40 min. Two extraction cycles ensured extraction of more than 92 % of target compounds.

**Conclusion.** The obtained results allowed determination of rational extraction parameters for bioactive compounds from *Echium vulgare* L. herb, providing a high yield of phenolic compounds with technological and economic efficiency of the process.

**Keywords:** *Echium vulgare* L., extraction, flavonoids, hydroxycinnamic acids, target bioactive compounds, extraction optimization

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Contribution of the authors.** All the authors confirm that they meet the ICMJE criteria for authorship. The most significant contributions were as follows. Dmitriy S. Kruglov – statistical processing and interpretation of extraction optimization results. Anton V. Bogdanov – conducting experimental work and drafting part of the manuscript. Viktoriya V. Velichko – drafting part of the manuscript and overall manuscript editing.

**For citation:** Kruglov D.S., Bogdanov A.V., Velichko V.V. Optimization of extraction parameters for target bioactive compounds from *Echium vulgare* L. herb. *Herbarium*. 2026;3(3):19–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-81>

**Received:** 12.04.2026

**Revised:** 28.04.2026

**Accepted:** 03.07.2026

### Введение

Растения рода *Echium* L. семейства *Boraginaceae* издавна применяются в народной медицине европейских и восточных стран в качестве средств с противовоспалительным, ранозаживляющим и седативным действием [1] благодаря наличию в их составе фенольных соединений, флавоноидов и их дериватов, гидроксикоричных кислот, производных нафтохинона [2].

На территории России самым распространенным видом является синяк обыкновенный – *Echium vulgare* L. Наряду с обеспеченной сырьевой базой, си-

няк обыкновенный характеризуется наличием тех же самых групп биологически активных соединений (БАС) – флавоноидов (с преобладанием рутина), гидроксикоричных (оксифенилпропеновых) кислот (ГКК), с преобладанием розмариновой кислоты, полифлавановых соединений (конденсированных дубильных веществ) и производных нафтохинона [3].

Комплекс содержащихся фенольных соединений обуславливает широкий спектр фармакологической активности. Флавоноиды обладают антиоксидантным действием за счет нейтрализации свободных радикалов и могут ингибировать ферменты в механизме вос-

паления [4], кроме того, рутин может снижать отек вдобавок к противовоспалительному действию [5]. Розмариновая кислота, также идентифицированная в растении, обладает противомикробным и антибактериальным действием, способна подавлять рост патогенной микрофлоры [6].

Для получения фитопрепаратов с воспроизводимым фармакологическим эффектом важным этапом является оптимизация технологии экстракции с целью максимизации извлечения веществ из растительного сырья. На выход целевых БАС (флавоноидов, ГКК) критически влияют параметры процесса: степень измельчения сырья, природа и концентрация экстрагента, соотношение «сырье – экстрагент», а также температура, время и число циклов экстракции [7].

**Цель работы** – подбор технологических параметров экстракции вещества из травы синяка обыкновенного для максимизации извлечения целевых БАС.

## Материалы и методы

В качестве образцов для исследований использовали траву *Echium vulgare* L., собранную в фазу цветения в 2025 году на остепненных лугах, прилегающих к сосновому лесу, в окрестностях села Морозово (54°45'58" с.ш. 83°14'14" в.д.) Искитимского района Новосибирской области. После заготовки проводили первичную обработку сырья и доводили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре в помещении.

Растительное сырье измельчали в ножевых мельницах и разделяли на фракции с применением набора сит (ТУ 3618-001-39436682-98, ГК «Экрос», Россия) с размерами ячеек 5,0; 3,0; 1,0; 0,5; 0,315; 0,2 мм. От каждой фракции брали точную навеску 1,0 г, помещали в колбу и заливали 50 мл 70%-го этилового спирта, затем колбы нагревали на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 30 мин. Полученные извлечения фильтровали и анализировали. В качестве экстрагентов использовали воду очищенную и водно-спиртовые смеси с концентрацией этанола 20, 40, 60, 70, 80 и 95 %. Для максимизации выхода БАС навеску и экстрагент брали в соотношениях 1:10, 1:20, 1:30, 1:50 и 1:100.

Процессы массопереноса зависят от температуры и времени. Для минимизации числа экспериментов исследование было решено проводить с использованием D-оптимального плана 2-го порядка (таблица 1), минимизирующего обобщенную дисперсию оценок параметров [8].

За факторы  $X_1$  и  $X_2$  были приняты время (t) и температура экстракции (t) соответственно. Пересчет кодированных значений факторов ( $X_i$ ) в реальные, физически измеряемые параметры  $Z$  осуществлялся по стандартной формуле:

$$Z_i = Z_{i0} + \Delta Z_i \cdot X_i$$

где  $Z_{i0} = \frac{Z_{i\min} + Z_{i\max}}{2}$  – центральный уровень фактора;  $\Delta Z_i = \frac{Z_{i\max} - Z_{i\min}}{2}$  – половина интервала варьирования.

**Таблица 1. D-оптимальный план 2-го порядка**

**Table 1. D-optimal second-order design**

| Опыт<br>Trial | $X_1$ | $X_2$ |
|---------------|-------|-------|
| 1             | –1    | –1    |
| 2             | –1    | –0,3  |
| 3             | –1    | 1     |
| 4             | –0,6  | 0,5   |
| 5             | 0     | –1    |
| 6             | 0     | 1     |
| 7             | 0,6   | 0,5   |
| 8             | 1     | –1    |
| 9             | 1     | –0,3  |
| 10            | 1     | 1     |

Таблица предоставлена авторами

The table was provided by the authors

Интервалы варьирования были выбраны следующими:  $Z_{1\min} = 10$  мин и  $Z_{1\max} = 70$  мин, а  $Z_{2\min} = 40$  °C и  $Z_{2\max} = 100$  °C.

Содержание флавоноидов и ГКК определяли с использованием спектрофотометра СФ-56 (АО «ЛОМО», Россия). Анализ содержания флавоноидов проводили методом дифференциальной спектрофотометрии, основанным на поглощении УФ-света хромогенным комплексом, образованным при добавлении спиртового 2%-го раствора алюминия хлорида (алюминия хлорида гексагидрат, CAS 7446-70-0, ч.д.а., ООО «АО РЕАХИМ», Россия), в 90%-м этаноле при длине волны 410 нм. Содержание ГКК определяли методом прямой спектрофотометрии в пересчете на розмариновую кислоту путем измерения оптической плотности исходного извлечения при длине волны 330 нм, используя в качестве раствора сравнения 70%-й этанол. Кроме того, определялась сумма экстрактивных веществ для оценки массопереноса в целом, а для оценки степени загрязненности сырья минеральными включениями были также определены зола общая и зола, нерастворимая в 10%-й кислоте хлористоводородной, в соответствии с принятыми фармакопейными методиками<sup>1</sup>. Все определения проводились в 5 повторностях, рассчитывались средние значения и их среднеквадратические отклонения. Значимость различий проверялась по крите-

<sup>1</sup> Государственная фармакопея РФ. XV изд. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>  
Ссылка активна на 26.03.2026.

риям Стьюдента, Фишера при доверительной вероятности 95 %. Однородность выборок проверялась с использованием Q-Q-plot-теста [9].

## Результаты и обсуждение

На первом этапе определялся оптимальный фракционный состав сырья, и результаты приведены в таблице 2.

При уменьшении размера частиц до 1,0 мм растет извлекаемость БАС, возрастает и выходит на участок насыщения (фракция 0,2–1,0 мм), что, вероятно, связано с увеличением поверхности твердой фазы. Значимо меньшая извлекаемость БАС из фракции с размером частиц сырья менее 0,2 мм обусловлена ростом числа разрушенных клеточных структур, которые слипаются при экстракции, приводя к снижению массопереноса.

Анализ зольности показывает, наоборот, что наиболее высокое содержание обоих видов золы наблюдается у фракции с размерами частиц менее 0,2 мм. Следует отметить, что при измельчении растительного материала ножевыми мельницами органическая часть сырья характеризуется структурной анизотропией, при которой прочность материала вдоль волокон выше, чем перпендикулярно им, и в результате преобладают резание и сдвиг как основные механизмы разрушения [10]. Измельченные растительные частицы имеют большую вытянутую или пластинчатую форму, благодаря которой задерживаются на более крупных ситах, в то время как минеральные включения за счет своей сферической структуры проходят до самой малой фракции, и в тонкодисперсную фракцию может попадать значительное количество минеральных примесей, что свидетельствует о мак-

симальном загрязнении данной фракции почвой [11], и поэтому отброс самой мелкой фракции уменьшает контаминацию сырья.

Зависимость содержания флавоноидов и гидроксикоричных кислот от концентрации этанола в экстрагенте (рисунок 1) имеет экстремальный характер (колоколообразная кривая), и при концентрации этанола 40–70 % наблюдается максимальная извлекаемость целевых соединений. Такая зависимость объясняется тем, что, с одной стороны, при низких концентрациях этанола извлекаемость ограничена лиофильностью фенольных соединений, а при высоких ухудшается массоперенос и растворимость полярных соединений [7].

В отличие от других гидроксикоричных кислот, розмариновая кислота характеризуется более сложной структурой и промежуточными полярными свойствами, что определяет при экстракции ее сходное с флавоноидами поведение [12]. Это позволяет рассматривать данные группы соединений как близкие по экстракционным характеристикам и обосновывает возможность поиска рациональных условий экстракции на основе показателей извлечения флавоноидов. В этой связи в дальнейших исследованиях в качестве экстрагента использовался 70%-й этанол, а в качестве отклика было выбрано содержание флавоноидов.

При исследовании зависимости степени извлечения от соотношения «сырье – экстрагент» были применены соотношения 1:10; 1:20; 1:30; 1:50 и 1:100 и было установлено, что максимальное содержание флавоноидов  $2,1 \pm 0,15$  % достигается при соотношении 1:30 и выше и снижается до  $1,47 \pm 0,1$  % при соотношении 1:10. Очевидно, что при низких соотношениях возникает затрудненность выхода веществ,

**Таблица 2. Содержание фенольных и экстрактивных соединений и показатели зольности в зависимости от фракционного состава**

**Table 2. Content of phenolic and extractive compounds and ash amount depending on fractions of raw material**

| Размер частиц,<br>мм<br>Particle size, mm | Содержание, %<br>Content, % |                                 |                 |                                                       |                                          |
|-------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                           | Флавоноиды<br>Flavonoids    | ГКК<br>Hydroxycinnamic<br>acids | Зола<br>Ash     |                                                       | Экстрактивные<br>вещества<br>Extractives |
|                                           |                             |                                 | Общая<br>Total  | Нерастворимая<br>в 10%-м HCl<br>Insoluble in 10 % HCl |                                          |
| >5,0                                      | $0,79 \pm 0,09$             | $0,61 \pm 0,04$                 | $8,5 \pm 0,68$  | $0,72 \pm 0,04$                                       | $10,74 \pm 0,75$                         |
| 3,0–5,0                                   | $1,58 \pm 0,14$             | $1,26 \pm 0,10$                 | $11,8 \pm 1,02$ | $1,02 \pm 0,07$                                       | $17,90 \pm 1,18$                         |
| 1,0–3,0                                   | $1,99 \pm 0,15$             | $1,66 \pm 0,12$                 | $14,1 \pm 1,22$ | $1,11 \pm 0,09$                                       | $18,34 \pm 1,27$                         |
| 0,5–1,0                                   | $3,56 \pm 0,33$             | $2,24 \pm 0,25$                 | $14,2 \pm 1,24$ | $1,13 \pm 0,09$                                       | $21,30 \pm 1,30$                         |
| 0,315–0,5                                 | $3,44 \pm 0,34$             | $2,04 \pm 0,17$                 | $15,7 \pm 1,26$ | $1,35 \pm 0,12$                                       | $22,28 \pm 1,37$                         |
| 0,2–0,315                                 | $3,42 \pm 0,31$             | $2,08 \pm 0,17$                 | $16,2 \pm 1,19$ | $1,53 \pm 0,12$                                       | $20,87 \pm 1,11$                         |
| 0–0,2                                     | $2,02 \pm 0,27$             | $1,69 \pm 0,21$                 | $19,2 \pm 1,58$ | $2,73 \pm 0,14$                                       | $13,81 \pm 0,85$                         |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

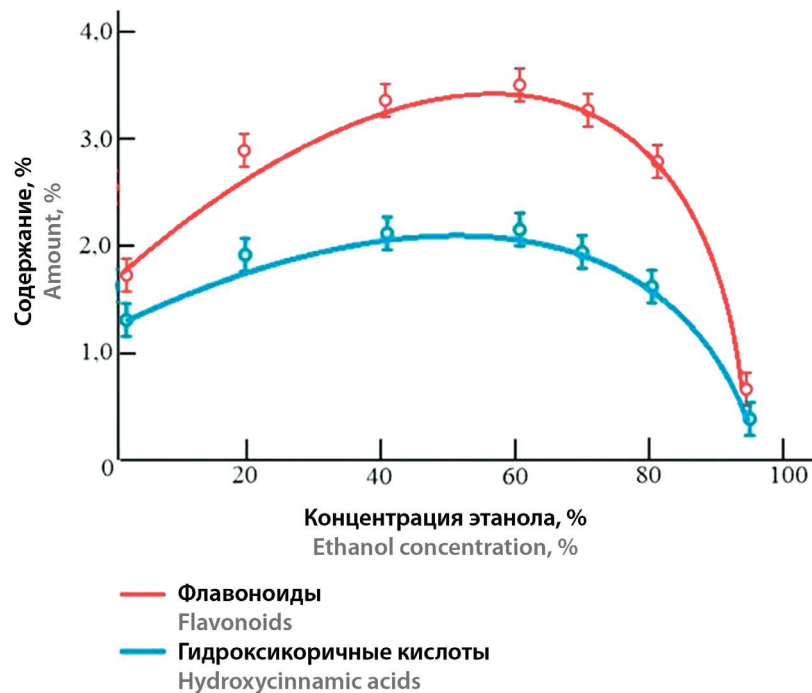


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 1.** Зависимость содержания флавоноидов и гидроксикоричных кислот от концентрации этанола в экстрагенте

**Figure 1.** Dependence of flavonoids and hydroxycinnamic acids amount on the concentration of ethanol in the extractant

поскольку очень быстро на границе фаз между сырьем и экстрагентом возрастает концентрация. Образовавшийся диффузионный слой препятствует активности массообменных процессов [7].

По результатам обработки экспериментальных данных оптимизации температурно-временного режима экстракции была построена модель массопереноса второго порядка в исследуемом диапазоне варьирования температуры и времени с использованием метода наименьших квадратов [9]. Для повышения устойчивости модели к влиянию выбросов и экспериментальных погрешностей была применена робастная регрессия [14].

$$Y = 3,098 + 0,236 \cdot X_1 + 0,801 \cdot X_2 - 0,247 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,171 \cdot X_1^2 - 0,104 \cdot X_2^2.$$

По полученной модели была построена поверхность отклика (рисунок 2).

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) составил 0,97, то есть модель описывает 97 % вариаций отклика. Проверка по критерию Фишера показала отсутствие статистически значимого расхождения между экспериментальными и расчетными значениями (при  $p = 0,05$ ), что свидетельствует об адекватности модели. Для оценки нормальности распределения отклонений и корректности применения метода наименьших квад-

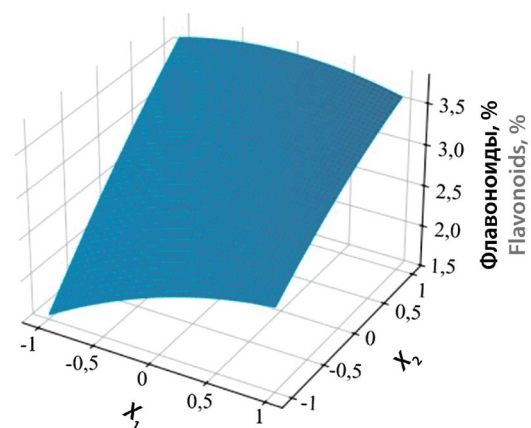


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 2.** Поверхность отклика при варьировании температуры и времени

**Figure 2.** Response surface for varying temperature and time

ратов была оценена его гомоскедастичность, характеризующая однородность дисперсии случайной ошибки регрессионной модели. Оценка была проведена с использованием Q-Q-plot-теста (рисунок 3).

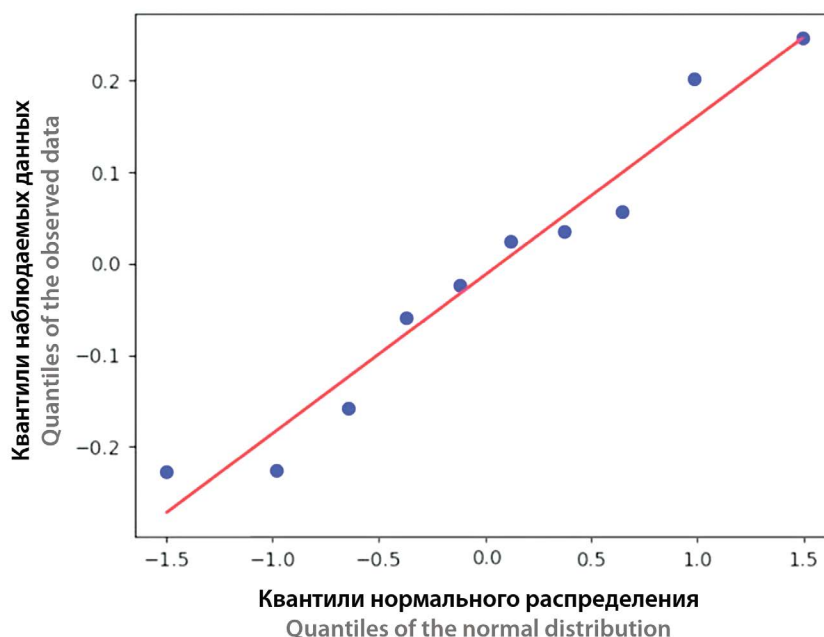


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

Рисунок 3. Q-Q-plot тест

Figure 3. Q-Q plot test

Анализ остатков показал их случайное распределение относительно нулевого уровня без выраженного тренда, что свидетельствует о соблюдении условия гомоскедастичности. Нормальный вероятностный график (Q-Q plot) продемонстрировал близость распределения остатков к нормальному закону. Существенных выбросов и систематических отклонений не выявлено, что подтверждает корректность и устойчивость построенной модели.

Значения коэффициентов при линейных членах показывают, что температура ( $X_2$ ) оказывает существенно более выраженное влияние на выход флавоноидов по сравнению со временем ( $X_1$ ). На рисунке 4 приведены зависимости содержания флавоноидов от времени экстракции при разных температурах.

Естественно, что при повышении температуры происходит ускорение всех стадий массопереноса, что приводит к увеличению скорости извлечения. Однако при длительном воздействии температуры и времени процесс переходит в режим, ограниченный внутренней диффузией и равновесием системы. Дополнительно при 80–100 °C возможно разрушение клеточных структур, что ускоряет начальную стадию экстракции, но одновременно может способствовать деградации термолабильных соединений.

При длительном нагреве скорость разрушения отдельных компонентов становится сопоставимой со скоростью их извлечения, что приводит к стабилизации или незначительному снижению концентрации в извлечении, что и наблюдается при увеличении вре-

мени экстракции до значений более 45 мин при температурах экстракции более 80 °C. Дополнительное влияние могут оказывать процессы реадсорбции и образования труднорастворимых комплексов с компонентами растительной матрицы, также уменьшающие извлекаемость флавоноидов [15].

На основании полученных результатов можно сформулировать оптимальные температурно-временные параметры экстракции флавоноидов из травы *Echium vulgare* L.: температура – 80–100 °C, время – 20–40 мин.

В оптимальных режимах было проведено исследование зависимости извлекаемости флавоноидов от числа циклов экстракции и было установлено, что за 4 цикла достигается полная экстракция целевых групп БАС. При этом за один цикл извлекается 71,9 %, за два – 92,0 %, за три – 98,5 %, и оптимально проводить экстракцию в два цикла, поскольку таким образом достигается выход более 90 % веществ и минимизируется их термическая деградация.

## Закключение

На основании полученных результатов можно сформулировать оптимальные технологические параметры экстракции фенольных соединений из травы *Echium vulgare* L.: фракционный состав сырья – 0,2–1 мм, экстрагент – 40–70 % этанол; соотношение «сырье – экстрагент» – 1:30 – 1:50, число экстракций – 2 цикла, температура – 80–100 °C, время – 20–40 мин.

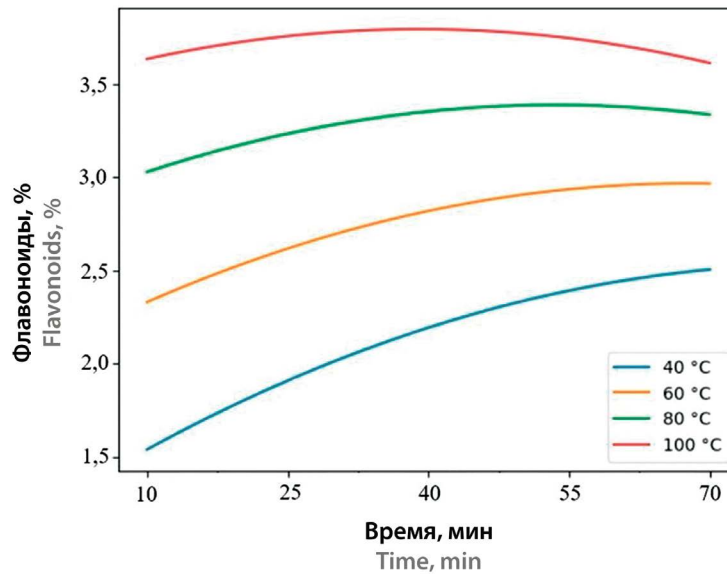


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 4. Зависимость содержания флавоноидов от времени экстракции**

**Figure 4. Dependence of flavonoid amount on extraction time**

При данных условиях достигается максимальный выход целевых соединений при сохранении технологической эффективности процесса.

### Литература

- Sheydaei P., Amaral M. E., Duarte A. P. Genus *Echium* L.: Phytochemical Characterization and Bioactivity Evaluation for Drug Discovery. *Plants*. 2025;14(16):2548. <https://doi.org/10.3390/plants14162548>
- Kararenk A. C., Sönmez H. R., Asgarli T., Tekman E., Dişli F. T., Yuca H., Yaman M. E., Atila A., Çeçen Ö., Bona M., Karakaya S., Kiliç C. S., Duman H., Güvenalp Z. Comprehensive Analysis of Elemental and Metabolite Composition in *Boraginaceae* Species From Türkiye. *Chemistry & Biodiversity*. 2025;22(5):e202402331. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202402331>
- Богданов А. В., Круглов Д. С., Величко В. В. Содержание фенольных соединений в траве *Echium vulgare* L. в онтогенезе. В сб.: Всероссийская научно-практическая конференция «Создание конкурентоспособных лекарств – приоритетное направление развития фармацевтической науки». Пермь: ПГФА; 2025. С.128–131
- Корулькин Д. Ю., Абилов Ж. А., Музычкина Р. А., Толстиков Г. А. Природные флавоноиды. Новосибирск: Гео; 2007. 232 с.
- Ganeshpurkar A., Saluja A. K. The Pharmacological Potential of Rutin. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2017;25(2):149–164. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.04.025>
- Zhang J., Cui X., Zhang M., Bai B., Yang Y., Fan S. The antibacterial mechanism of perilla rosmarinic acid. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2022;69(4):1757–1764. <https://doi.org/10.1002/bab.2248>
- Azmir J., Zaidul I. S. M., Rahman M. M., Sharif K. M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M. H. A., Ghafoor K., Norulaini N. A. N., Omar A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*. 2013;117(4):426–436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
- Shpilev P. V. D-optimal designs for a multidimensional second-degree polynomial model with no intercept. *Statistics & Probability Letters*. 2024;215:110228. <https://doi.org/10.1016/j.spl.2024.110228>
- Montgomery D. C. Design and Analysis of Experiments. 10th ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2019. 688 p.
- Williams O., Lester E., Kingman S., Giddings D., Lormor S., Eastwick C. Benefits of dry comminution of biomass pellets in a knife mill. *Biosystems Engineering*. 2017;160:42–54. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.05.011>
- Круглов Д. С. Исключение влияния экзогенного загрязнения на микроэлементный состав лекарственных растений. *Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств*. 2024;14(6):698–706. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2024-617>
- Dai J., Mumper R. J. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*. 2010;15(10):7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- Li Q. Using R for Data Analysis in Social Sciences: A Research Project-Oriented Approach. Oxford: Oxford University Press; 2018. 304 p.
- Rousseeuw P. J., Hubert M. Anomaly detection by robust statistics. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2018;8(2):e1236. <https://doi.org/10.1002/widm.1236>

15. Zhang Q.-W., Lin L.-G., Ye W.-C. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Medicine*. 2018;13:20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>

## References

1. Sheydaei P., Amaral M. E., Duarte A. P. Genus *Echium* L.: Phytochemical Characterization and Bioactivity Evaluation for Drug Discovery. *Plants*. 2025;14(16):2548. <https://doi.org/10.3390/plants14162548>
2. Kararenk A. C., Sönmez H. R., Asgarli T., Tekman E., Dişli F. T., Yuca H., Yaman M. E., Atila A., Çeçen Ö., Bona M., Karakaya S., Kiliç C. S., Duman H., Güvenalp Z. Comprehensive Analysis of Elemental and Metabolite Composition in *Boraginaceae* Species From Türkiye. *Chemistry & Biodiversity*. 2025;22(5):e202402331. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202402331>
3. Bogdanov A. V., Kruglov D. S., Velichko V. V. Content of phenolic compounds in the grass *Echium vulgare* L. during ontogenesis. In: All-Russian scientific and practical conference «Creation of competitive drugs – a priority direction in the development of pharmaceutical science». Perm: PGFA; 2025. P. 128–131. (In Russ.)
4. Korulkin D. Yu., Abilov Zh. A., Muzychkina R. A., Tolstikov G. A. Natural flavonoids. Novosibirsk: Geo; 2007. 232 p. (In Russ.)
5. Ganeshpurkar A., Saluja A. K. The Pharmacological Potential of Rutin. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2017;25(2):149–164. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.04.025>
6. Zhang J., Cui X., Zhang M., Bai B., Yang Y., Fan S. The antibacterial mechanism of perilla rosmarinic acid. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2022;69(4):1757–1764. <https://doi.org/10.1002/bab.2248>
7. Azmir J., Zaidul I. S. M., Rahman M. M., Sharif K. M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M. H. A., Ghafoor K., Norulaini N. A. N., Omar A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*. 2013;117(4):426–436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
8. Shpilev P. V. D-optimal designs for a multidimensional second-degree polynomial model with no intercept. *Statistics & Probability Letters*. 2024;215:110228. <https://doi.org/10.1016/j.spl.2024.110228>
9. Montgomery D. C. Design and Analysis of Experiments. 10th ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2019. 688 p.
10. Williams O., Lester E., Kingman S., Giddings D., Lormor S., Eastwick C. Benefits of dry comminution of biomass pellets in a knife mill. *Biosystems Engineering*. 2017;160:42–54. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.05.011>
11. Kruglov D. S. Elimination of Exogenous Pollution Influence on the Microelement Composition of Medicinal Plants. *Regulatory Research and Medicine Evaluation*. 2024;14(6):698–706. (In Russ.) <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2024-617>
12. Dai J., Mumper R. J. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*. 2010;15(10):7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
13. Li Q. Using R for Data Analysis in Social Sciences: A Research Project-Oriented Approach. Oxford: Oxford University Press; 2018. 304 p.
14. Rousseeuw P. J., Hubert M. Anomaly detection by robust statistics. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2018;8(2):e1236. <https://doi.org/10.1002/widm.1236>
15. Zhang Q.-W., Lin L.-G., Ye W.-C. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Medicine*. 2018;13:20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>

УДК 615.322

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-90>

## О возможности прессования растительного сырья корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

А. С. Гуленков<sup>1, 3</sup> , А. Н. Цицилин<sup>1</sup> , И. А. Липчак<sup>2</sup> ,  
П. Г. Мизина<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ «ВИЛАР»). 117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7, стр. 1

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева). 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., д. 49

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» (РХТУ им. Д. И. Менделеева; ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева; РХТУ). 125047, Россия, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

✉ **Контактное лицо:** Гуленков Александр Сергеевич. **E-mail:** gulenkovas@yandex.ru

### Резюме

**Введение.** Проблема выделения микро- и наночастиц пластика (микропластика) из фильтр-пакетов при приготовлении настоев и отваров из растительного сырья представляет собой актуальную медико-социальную задачу. Одним из перспективных решений является отказ от фильтр-пакетов в пользу дозированных брикетов, полученных методом прямого прессования растительного сырья.

**Цель.** Установить оптимальный диапазон давления прессования измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.), обеспечивающий получение технологичной продукции, пригодной для применения в пищевой и фармацевтической промышленности.

**Материалы и методы.** Исследовали три фракции измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (с размером частиц 500–1000, 180–250 и 50–100 мкм). Проводили комплексную фармацевтико-технологическую оценку сырья (насыпная плотность, сыпучесть, влажность и др.). Брикет массой 100 мг получали при давлении прессования от 31 до 311 МПа. Для анализа прессуемости использовали метод SeDeM, уравнения Хеккеля и Кавакиты. Оценивали прочность брикетов и время их распадаемости в воде очищенной свежeproкипяченной.

**Результаты и обсуждение.** Индекс хорошего прессования (GCI) по методу SeDeM был ниже порогового значения (5,0) для всех фракций, однако крупная фракция (500–1000 мкм) показала наилучший результат (4,55). С помощью моделей Хеккеля и Кавакиты установлены оптимальные диапазоны давления прессования для каждой фракции. Для наиболее оптимальной по технологическим показателям фракции 500–1000 мкм этот диапазон составил 0,687–222,2 МПа. Экспериментально установлено, что давление 30 МПа является оптимальным, обеспечивая получение прочных брикетов с временем распадаемости в воде очищенной свежeproкипяченной менее 60 с, что приемлемо для потребителя.

**Заключение.** Установлено, что оптимальной для брикетирования является фракция частиц измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) размером 500–1000 мкм. Оптимальное давление прессования для получения брикетов, быстро распадающихся в воде очищенной свежeproкипяченной, составляет 30 МПа. Измельченные корни цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) могут выступать в качестве технологического компонента, улучшающего сыпучесть, в составе комбинированных растительных сборов для брикетирования.

**Ключевые слова:** корни цикория обыкновенного, прессование растительного сырья, брикетирование растительного сырья, таблетки из растительного сырья, таблетки из растений, микропластик, брикеты из растительного сырья, SeDeM

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

© Гуленков А. С., Цицилин А. Н., Липчак И. А., Мизина П. Г., 2026

© Издатель ООО «Центр Фармацевтической Аналитики», 2026

© Gulenkov A. S., Tsitsilin A. N., Lipchak I. A., Mizina P. G., 2026

© Publisher LLC "Center of Pharmaceutical Analytics", 2026

**Вклад авторов.** А. С. Гуленков, А. Н. Цицилин и П. Г. Мизина разработали дизайн эксперимента. А. Н. Цицилин и И. А. Липчак заготовили растительное сырье. А. С. Гуленков и И. А. Липчак провели лабораторные испытания. А. С. Гуленков написал первичный вариант рукописи. Все авторы принимали участие в обсуждении финальной версии публикации.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках темы FGUU-2025-0002 (ФГБНУ ВИЛАР).

**Для цитирования:** Гуленков А. С., Цицилин А. Н., Липчак И. А., Мизина П. Г. О возможности прессования растительного сырья корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Гербарум*. 2026;3(3):27–39. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-90>

**Поступила в редакцию:** 28.04.2026

**Поступила после рецензирования:** 26.06.2026

**Принята к публикации:** 16.07.2026

## On the possibility of compressing herbal raw material from *Cichorium intybus* L. roots

Alexander S. Gulenkov<sup>1, 3</sup> , Andrey N. Tsitsilin<sup>1</sup> , Ivan A. Lipchak<sup>2</sup> ,  
Praskovya G. Mizina<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. 7/1 Grina str., Moscow, 117216, Russia

<sup>2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 49, Timiryazevskaya str., Moscow, 127434, Russia

<sup>3</sup> Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (Mendeleev University; MUCTR). 9, Miusskaya ploshchad', Moscow, 125047, Russia

✉ **Corresponding author:** Alexander S. Gulenkov. **E-mail:** [gulenkovas@yandex.ru](mailto:gulenkovas@yandex.ru)

### Abstract

**Introduction.** The release of micro- and nanoplastic particles (microplastics) from filter bags during the preparation of infusions and decoctions from plant materials is a relevant medical and social problem. One promising solution is to replace filter bags with dosed briquettes obtained by direct compression of plant materials.

**Aim.** To establish the optimal pressure range for compressing ground *Cichorium intybus* L. roots, ensuring the production of a technological product suitable for use in the food and pharmaceutical industries.

**Materials and methods.** Three fractions of ground *Cichorium intybus* L. roots (with particle sizes of 500–1000, 180–250, and 50–100 µm) were studied. A comprehensive pharmaceutical-technological assessment of the raw material was carried out (bulk density, flowability, moisture content, etc.). Briquettes weighing 100 mg were obtained at compression pressures ranging from 31 to 311 MPa. The SeDeM method, Heckel and Kawakita equations were used to analyze compressibility. Briquette strength and disintegration time in freshly boiled purified water were evaluated.

**Results and discussion.** The Good Compression Index (GCI) according to the SeDeM method was below the threshold value (5.0) for all fractions; however, the coarse fraction (500–1000 µm) showed the best result (4.55). Using Heckel and Kawakita models, optimal compression pressure ranges for each fraction were established. For the most technologically optimal fraction of 500–1000 µm, this range was 0.687–222.2 MPa. It was experimentally determined that a pressure of 30 MPa is optimal, ensuring the production of strong briquettes with a disintegration time in freshly boiled purified water of less than 60 seconds, which is acceptable for the consumer.

**Conclusion.** It was established that the optimal fraction for briquetting is ground *Cichorium intybus* L. roots with a particle size of 500–1000 µm. The optimal compression pressure for obtaining rapidly disintegrating briquettes in freshly boiled purified water is 30 MPa. Ground *Cichorium intybus* L. roots can serve as a technological component to improve flowability in combined herbal mixtures intended for briquetting.

**Keywords:** *Cichorium intybus* L. roots, herbal raw material compaction, herbal material briquetting, compressed herbal tablets, plant-derived tablets, microplastics, herbal briquettes, SeDeM expert system

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Contribution of the authors.** The experiment was designed by Alexander S. Gulenkov, Andrey N. Tsitsilin, and Praskovya G. Mizina. The plant material was prepared by Andrey N. Tsitsilin and Ivan A. Lipchak. Laboratory tests were conducted by Alexander S. Gulenkov and Ivan A. Lipchak. The initial draft of the manuscript was written by Alexander S. Gulenkov. All authors contributed to the discussion of the final version of the publication.

**Funding.** This work was carried out within the framework of project FGUU-2025-0002 (FGBNU VILAR).

**For citation:** Gulenkov A. S., Tsitsilin A. N., Lipchak I. A., Mizina P. G. On the possibility of compressing herbal raw material from *Cichorium intybus* L. roots. *Herbarium*. 2026;3(3):27–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-90>

**Received:** 28.04.2026

**Revised:** 26.06.2026

**Accepted:** 16.07.2026

## Введение

Выделение микро- и наночастиц пластика (микропластик – термин введен Томпсоном в 2004 году [7]) при приготовлении настоев и отваров из растительного сырья (чай, лекарственные растения), расфасованного в фильтр-пакеты (синтетические и целлюлозные), является медицинской и социальной проблемой<sup>1</sup> [2, 4–6], которой активно занимаются различные исследователи в последние 15 лет. По данным платформы PubMed, количество научных публикаций по запросу «microplastics» начинает расти с 2012 года (16 публикаций) и достигает 4996 публикаций в 2025 году<sup>2</sup>.

Несмотря на то что научные данные о клиническом значении микропластика разнятся и нет однозначных данных о неблагоприятном воздействии на организм человека [6, 8], принцип безопасности и здоровьесбережения обязывает научное сообщество осуществлять шаги к решению данной потенциальной проблемы. Эти принципы согласуются с планом мероприятий (дорожной картой) Национальной технологической инициативы (ДК НТИ) «Хелснет» до 2035 г., утвержденным решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 20.12.2016 и подписанным председателем правительства Д. А. Медведевым 29.12.2016 года, где одним из основных направлений реализации является превентивная медицина<sup>1</sup>.

Растительное сырье россыпью (ангро) для приготовления водных извлечений (чаи, настои, отвары) обладает рядом недостатков: неточностью дозирования, неудобством использования в путешествиях и др., которые снижают потребительский интерес. Потребительское преимущество растительного сырья в фильтр-пакетах заключается в точной дозировке (обычно 1,5–2,0 г растительного сырья), простоте приготовления напитка. Однако и в этом случае воз-

никает ряд проблем (выделение микро- и наночастиц пластика), которые требуют положительного решения.

Таким образом, возникает необходимость разработки технологического подхода к получению дозированной формы растительного сырья, которая будет обладать потребительскими преимуществами, но не будет содержать фильтр-пакета, который выделяет микропластик в настой или чай.

Одним из вариантов решения данной проблемы может быть получение брикетов растительного сырья путем прессования (аналогично таблетированию).

В качестве объекта исследования выбрали растительное сырье – корни цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.), используемого как в пищевой, так и в фармацевтической промышленности.

**Цель исследования** – установить оптимальный диапазон давления прессования таблеток (брикетов) корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.), обеспечивающий получение технологичной продукции, пригодной для применения в пищевой и фармацевтической промышленности.

## Материалы и методы

### Материалы

Заготовка растительного сырья: уборку корней цикория (*Cichorium intybus* L.), выращенных на опытном поле ФГБНУ ВИЛАР в 2025 г., проводили в II декаде сентября в сухую теплую погоду до наступления заморозков. После выкопки и удаления надземной части корни очищали руками от комьев земли и взвешивали с точностью  $\pm 1$  г. Корни промывали холодной водой, нарезали на части толщиной 3–5 мм и высушивали при 60 °С до остаточной влажности не более 14 %.

Сырье измельчали на лабораторной мельнице (ЛЗМ-1, Россия) и просеивали через сита с различным размером ячеек. Для эксперимента выбрали следующие фракции:

- 1) 500–1000 мкм – традиционно используемая фракция растительного сырья (нижний диапазон) (ОФС.1.4.1.0018 «Настои и отвары»);
- 2) 180–250 мкм – фракция, на которой сохраняется оптимальная возможность микроскопической идентификации растительного сырья [3];
- 3) 50–100 мкм – пылевидная фракция сырья.

<sup>1</sup> Национальная технологическая инициатива «Хелс-Нет». Доступно по: <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/natsionalnaya-tehnologicheskaya-initsiativa-helsnet> Ссылка активна на 12.01.2026.

<sup>2</sup> National Library of Medicine. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=microplastics&sort=pubdate&timeline=expanded> Accessed: 12.01.2026.

## Методы

### Фармацевтико-технологические методы

1. Оценку **насыпной плотности** (до уплотнения (*Bulk Density*) – далее  $D_a$ , формула 1; после уплотнения (*Tapped Density*) – далее  $D_c$ , формула 2) проводили по ОФС.1.4.2.0024 «Насыпная плотность и плотность после уплотнения» на тестере насыпной плотности ETD-10 при  $(250 \pm 15)$  соскоков/мин с высоты  $(3 \pm 0,2)$  мм (Electrolab, Индия). Рассчитывали индексы Хауснера (*Hausner Index ratio* – далее  $I_H$ , формула 3) и Карра (*Carr Index* – далее  $I_C$ , формула 4), а также межчастичную пористость (*Inter-particle Porosity* – далее  $I_e$ , формула 5).

$$D_a = \frac{m}{V_a}, \quad (1)$$

где  $D_a$  – насыпная плотность до уплотнения, г/мл;  $m$  – масса образца, г;  $V_a$  – объем образца до уплотнения, мл.

$$D_c = \frac{m}{V_c}, \quad (2)$$

где  $D_c$  – насыпная плотность после уплотнения, г/мл;  $m$  – масса образца, г;  $V_c$  – объем образца после уплотнения, мл.

$$I_H = \frac{D_c}{D_a}, \quad (3)$$

где  $I_H$  – индекс Хауснера.

$$I_C = 100 \cdot \frac{D_c - D_a}{D_c}, \quad (4)$$

где  $I_C$  – индекс Карра (коэффициент сжимаемости).

$$I_e = \frac{D_c - D_a}{D_c \cdot D_a}, \quad (5)$$

где  $I_e$  – межчастичная пористость.

2. Оценку **сыпучести** (*Powder Flow* – далее  $t$ ) и **угла естественного откоса** (*Angle of Repose* – далее  $\alpha$ ) проводили по ОФС.1.4.2.0016 «Сыпучесть порошков» на ручном тестере для измерения сыпучести EFT-01 (Electrolab, Индия). Тип воронки – бункер, диаметр выпускного отверстия – 25 мм, 15 мм, 10 мм, при проведении испытаний вибрация не допускалась.
3. **Прессование брикетов** проводили на ручном таблеточном прессе ПРГ-1-50 (ВНИР, Россия) при различном давлении прессования. Диаметр матричного отверстия – 6 мм, масса сырья – 100 мг. Наложение давления производили с одинаковой скоростью от 31 до 311 МПа, выдерживая его в

течение 15 с. Брикеты оставляли на 60 мин для осуществления процесса релаксации [1], после чего изучали различные фармацевтико-технологические показатели.

4. Испытание **прочности таблеток на раздавливание** проводили по ОФС.1.1.1.0017 «Прочность таблеток на раздавливание» на тестере прочности РТВ 420 (Pharma Test, Германия).
5. **Механическую прочность брикетов** проверяли путем свободного падения с высоты 1 м на деревянную поверхность. Брикет считали достаточно прочным в случае отсутствия видимых сколов и разрушения формы.
6. Оценку **распадаемости брикетов растительного сырья** проводили путем помещения в воду очищенную свежeproкипяченную ( $100^\circ\text{C}$ ) и фиксации времени полной распадаемости (деструкции) формы.
7. Определение **влажности** проводили на влагомере весовом ML-50 (A&D, Япония) по ОФС.1.5.3.0007.
8. **Гигроскопичность** определяли по ОФС.1.1.0042.
9. Определение **фракционного состава** проводили по ОФС.1.4.2.0032 «Ситовой анализ» с комплектом фармакопейных сит (размер ячеек – 1000 мкм, 500 мкм, 315 мкм, 200 мкм, 100 мкм, 50 мкм) (ООО «Крафт», Россия).
10. **Истинную плотность** устанавливали методом вытеснения жидкости с использованием несмешивающегося растворителя (гексан, ООО «АЛЬДО-СА», Россия) [1].

## Математические методы

### SeDeM expert system

Метод заключается в экспериментальной оценке 12 технологических показателей сыпучего материала, их преобразовании в радиусы SeDeM-диаграмм со значением от 0 до 10, по которым рассчитываются 5 факторов и индекс хорошего прессования (GCI), характеризующие пригодность сыпучего материала для прямого прессования (таблица 1) [9].

В настоящей работе были исключены такие технологические параметры, как содержание частиц менее 50 мкм и индекс гомогенности, поскольку для изучения выбраны изолированные фракции измельченного сырья.

Для оценки пригодности порошка для прямого прессования рассчитывают следующие индексы.

1. **Параметрический индекс** (*Parameter Index, IP*):

$$IP = \frac{n^{\circ}P \geq 5}{n^{\circ}Pt}, \quad (6)$$

где  $n^{\circ}P \geq 5$  – количество параметров с радиусом  $\geq 5$ ;  $n^{\circ}Pt$  – количество исследуемых параметров.

Таблица 1. Технологические параметры и способы их преобразования в радиусы SeDeM

Table 1. Technological parameters and the corresponding conversion formulas for calculating SeDeM radii

| Фактор<br>Incidence factor                        | Технологический параметр<br>Parameter                   | Символ<br>Symbol | Ед. изм.<br>Unit | Расчетная формула<br>Formula       | Пределные значения<br>технологического<br>показателя (V)<br>Acceptable ranges (V) | Формула расчета радиуса<br>SeDeM-диаграмм (r)<br>Equation to convert values to<br>SeDeM radius values (r) |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Объемный фактор, ID<br>Dimension, ID              | Насыпная плотность до уплотнения<br>Bulk Density        | Da               | г/мл             | $Da = m/Va^*$                      | 0–1 г/мл                                                                          | 10v                                                                                                       |
|                                                   | Насыпная плотность после уплотнения<br>Tapped Density   | Dc               | г/мл             | $Dc = m/Vc^*$                      | 0–1 г/мл                                                                          | 10v                                                                                                       |
| Сжимаемость, IC<br>Compressibility, IC            | Межчастичная пористость<br>Inter-particle Porosity      | le               | –                | $le = (Dc - Da)/(Dc \cdot Da)$     | 0,0–1,2                                                                           | 10v/1,2                                                                                                   |
|                                                   | Индекс Карра<br>Carr Index                              | IC               | %                | $IC = (Dc - Da)/(Dc \cdot 100)$    | 0,0–50,0 %                                                                        | v/5                                                                                                       |
|                                                   | Прессуемость<br>Cohesion Index                          | Icd              | H                | экспериментально<br>experimentally | 0,0–200,0 H                                                                       | v/20                                                                                                      |
| Сыпучесть, IF<br>Flowability / Powder<br>Flow, IF | Индекс Хауснера<br>Hausner Index ratio                  | IH               | –                | $IH = Dc/Da$                       | 3–1                                                                               | (30–10v)/2                                                                                                |
|                                                   | Угол естественного откоса<br>Angle of Repose            | $\alpha$         | °                | $tg \alpha = h/r^*$                | 50–0°                                                                             | 10–(v/5)                                                                                                  |
|                                                   | Сыпучесть<br>Powder Flow                                | t                | с                | экспериментально<br>experimentally | 20–0 с                                                                            | 10–(v/2)                                                                                                  |
| Устойчивость, IS<br>Stability, IS                 | Влажность<br>Loss on Drying                             | %LoD / %HR       | %                | экспериментально<br>experimentally | 10–0 %                                                                            | 10–(10v/2,5)                                                                                              |
|                                                   | Гигроскопичность<br>Hygroscopicity                      | %H               | %                | экспериментально<br>experimentally | 20–0 %                                                                            | 10–(v/2)                                                                                                  |
| Дозирование, IDos<br>Dosage, IDos                 | Содержание частиц менее 50 мкм<br>Particles <50 $\mu m$ | %Pf              | %                | экспериментально<br>experimentally | 50–0 %                                                                            | 10–(v/5)                                                                                                  |
|                                                   | Индекс гомогенности<br>Homogeneity Index                | IO               | –                | $IO = Fm/100 + \Delta Fmn^a$       | 0–2 · 10 <sup>–2</sup>                                                            | (5 · 10 <sup>2</sup> )v                                                                                   |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

2. Параметрический индекс профиля (Parameter Profile Index, IPP):

$$IPP = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n^0 Pt}, \quad (7)$$

где  $r_i$  – значения радиусов изучаемых параметров;  
 $n^0 Pt$  – количество исследуемых параметров.

3. Индекс хорошего прессования (Good Compression Index, GCI):

$$GCI = IPP \cdot f, \quad (8)$$

где  $f$  – фактор надежности (reliability factor).

Фактор надежности ( $f$ ) прямо пропорционален количеству учитываемых параметров. Теоретически при учете бесконечного количества параметров график должен принять форму круга и иметь максимально возможную площадь, при этом фактор надежности будет равен 1. В реальности при учете  $n$  параметров график приобретает форму правильно-го  $n$ -угольника.

Для расчета фактора надежности использовали формулы площадей круга и правильного многоугольника.

Площадь круга:

$$S = \pi R^2. \quad (9)$$

Площадь правильного  $n$ -угольника:

$$S_n = \frac{1}{2} R^2 \cdot n \cdot \sin \frac{360^\circ}{n}, \quad (10)$$

где  $R$  – радиус описанной окружности;  $n$  – количество углов.

Приравнивая площадь круга ( $S$ ) к фактору надежности ( $f$ ), получаем, что  $S$  будет равна 1. Тогда из формулы 9 следует, что  $R^2 = 1/\pi$ . Подставляя  $R^2$  в уравнение площади правильного  $n$ -угольника (формула 10), выводим формулу для вычисления фактора надежности для  $n$  учитываемых параметров (формула 11 и рисунок 1):

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot n \cdot \sin \frac{360^\circ}{n}, \quad (11)$$

где  $n$  – количество учитываемых параметров.

SeDeM-диаграммы строили и математически обрабатывали с использованием программного обеспечения MS Office Excel 2021.

### Модель Хеккеля

Модель Хеккеля, описываемая уравнением (12), дает возможность проанализировать взаимосвязь между приложенным давлением и пористостью спрессованных брикетов.

$$n \frac{1}{E} = kP + A. \quad (12)$$

Анализ линейного участка графика (зависимость  $\ln(1/E)$  от силы прессования  $P$ ) дает понимание поведения частиц в процессе прессования. Выделяют три основных этапа: на первой стадии происходит в основном перемещение и переупаковка частиц; на второй – необратимая пластическая деформация; на третьей стадии – разрушение (фрагментация) частиц под действием экстремальных нагрузок [1].

Для построения графика Хеккеля необходимо произвести расчеты по формулам 13 и 14:

$$D = \frac{\rho_{\text{см}}}{\rho_{\text{ист}}}, \quad (13)$$

где  $D$  – относительная плотность;  $\rho_{\text{см}}$  – относительная плотность спрессованного материала, г/мл;  $\rho_{\text{ист.}}$  – истинная плотность порошка, г/мл.

$$E = 1 - D, \quad (14)$$

где  $E$  – пористость.

Зависимость  $\ln(1/E)$  от  $P$  строили и математически обрабатывали с использованием программного обеспечения MS Office Excel 2021.

### Модель Кавакиты

Модель Кавакиты, описывающая уменьшение объема прессуемого материала (порошка) при сжатии, представлена уравнением 15 [10]:

$$\frac{P}{C} = \frac{P}{a} + \frac{1}{a \cdot b}, \quad (15)$$

где  $P$  – приложенное давление, МПа;  $C$  – степень уменьшения объема порошка;  $a$  и  $b$  – константы, где  $a$  представляет максимальную степень сжатия, а  $1/b$  ( $P_k$ ) – давление, необходимое для достижения порошком половины максимального уменьшения объема (или  $a/2$ ) (уравнение 16).

$$P_k = \frac{1}{b}, \quad (16)$$

$$C = \frac{V_0 - V_p}{V_0} = \frac{a \cdot b \cdot P}{(1 + b \cdot P)}, \quad (17)$$

где  $V_0$  – начальный объем порошка, мл;  $V_p$  – объем порошка (брикета/таблетки) при давлении  $P$ , мл.

$$V_0 = \frac{m_{\text{табл.}}}{Da}, \quad (18)$$

где  $Da$  – насыпная плотность до уплотнения, г/мл.

$$V_p = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h, \quad (19)$$

где  $d$  – диаметр таблетки при конкретном значении  $P$ , см;  $h$  – высота таблетки при конкретном значении  $P$ , см.

Зависимость  $P/C$  от  $P$  строили и математически обрабатывали с помощью программного обеспечения MS Office Excel 2021.

## Результаты и обсуждение

Полученные результаты фармацевтико-технологических показателей различных фракций измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) представлены в таблице 2.

Оценили пригодность к прямому прессованию различных фракций измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) с помощью метода SeDeM (рисунок 1).

Индекс хорошего прессования (GCI) для всех образцов менее 5, что указывает на технологические сложности, которые могут возникнуть при использовании таких порошков для прессования.

Факторы SeDeM-диаграмм представлены на рисунке 2.

**Таблица 2. Фармацевтико-технологические показатели различных фракций  
измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)****Table 2. Pharmaceutical-technological parameters of different fractions of ground *Cichorium intybus* L. roots**

| Показатель<br>Parameter                                           | Фракции корней цикория обыкновенного ( <i>Cichorium intybus</i> L.), мкм<br>Fractions of <i>Cichorium intybus</i> L. roots, μm |               |               |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
|                                                                   | 500–1000                                                                                                                       | 180–250       | 50–100        |
| Насыпная плотность до уплотнения, г/мл<br>Bulk Density, g/mL      | 0,461 ± 0,002                                                                                                                  | 0,350 ± 0,001 | 0,285 ± 0,001 |
| Насыпная плотность после уплотнения, г/мл<br>Tapped Density, g/mL | 0,562 ± 0,001                                                                                                                  | 0,427 ± 0,000 | 0,394 ± 0,001 |
| Межчастичная пористость<br>Inter-particle Porosity                | 0,389 ± 0,000                                                                                                                  | 0,514 ± 0,000 | 0,966 ± 0,000 |
| Индекс Карра, %<br>Carr Index, %                                  | 17,92 ± 0,21                                                                                                                   | 18,00 ± 0,13  | 27,55 ± 0,34  |
| Прессуемость, Н<br>Cohesion Index, N                              | 104,8 ± 3,6                                                                                                                    | 82,5 ± 4,9    | 97,5 ± 3,7    |
| Индекс Хауснера<br>Hausner Index ratio                            | 1,22 ± 0,00                                                                                                                    | 1,22 ± 0,00   | 1,38 ± 0,02   |
| Угол естественного откоса, град (°)<br>Angle of Repose, deg (°)   | 28,42 ± 0,33                                                                                                                   | 28,66 ± 0,46  | 28,71 ± 0,79  |
| Сыпучесть, с/100 г<br>Powder Flow, s/100 g                        |                                                                                                                                |               |               |
| 10 мм<br>10 mm                                                    | 13,01 ± 0,42                                                                                                                   | 21,30 ± 2,46  | 39,49 ± 4,41  |
| 15 мм<br>15 mm                                                    | 6,21 ± 0,50                                                                                                                    | 9,97 ± 0,32   | 16,39 ± 1,47  |
| 25 мм<br>25 mm                                                    | 2,58 ± 0,33                                                                                                                    | 5,22 ± 0,32   | 7,94 ± 0,71   |
| Влажность, %<br>Loss on Drying, %                                 | 6,3 ± 0,0                                                                                                                      | 6,8 ± 0,0     | 7,0 ± 0,0     |
| Гигроскопичность, %<br>Hygroscopicity, %                          | 14,2 ± 0,3                                                                                                                     | 15,9 ± 0,2    | 16,3 ± 0,3    |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

Установили, что по мере уменьшения размера частиц растительного сырья корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) уменьшается объемный фактор, сыпучесть и устойчивость, а также увеличивается сжимаемость. Наибольшие значения для всех фракций измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) имеет фактор сыпучести, что позволяет использовать их в составе растительных сборов для повышения сыпучести всей смеси. Индекс хорошего прессования имеет вариативность, увеличение показателя для мелкой фракции связано с повышением фактора сжимаемости за счет роста значения межчастичной пористости.

Оценили прессуемость брикетов из измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). На основании полученных данных построили

кривые Хеккеля (рисунок 3, А) и Кавакиты (рисунок 3, Б).

Значения коэффициентов уравнений Хеккеля и Кавакиты для различных фракций корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) представлены в таблице 3.

Установили, что для фракции измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) 500–1000 мкм оптимальный диапазон прессования – 0,687–222,2 МПа, для фракции 180–250 мкм – 0,700–158,7 МПа, для фракции 50–100 мкм – 0,703–147,1 МПа. Выявили уменьшение верхнего давления прессования с уменьшением размера фракций сырья.

Внешний вид полученных брикетов сырья корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) разных фракций, полученных при различном давлении прессования, представлен на рисунках 4–6.

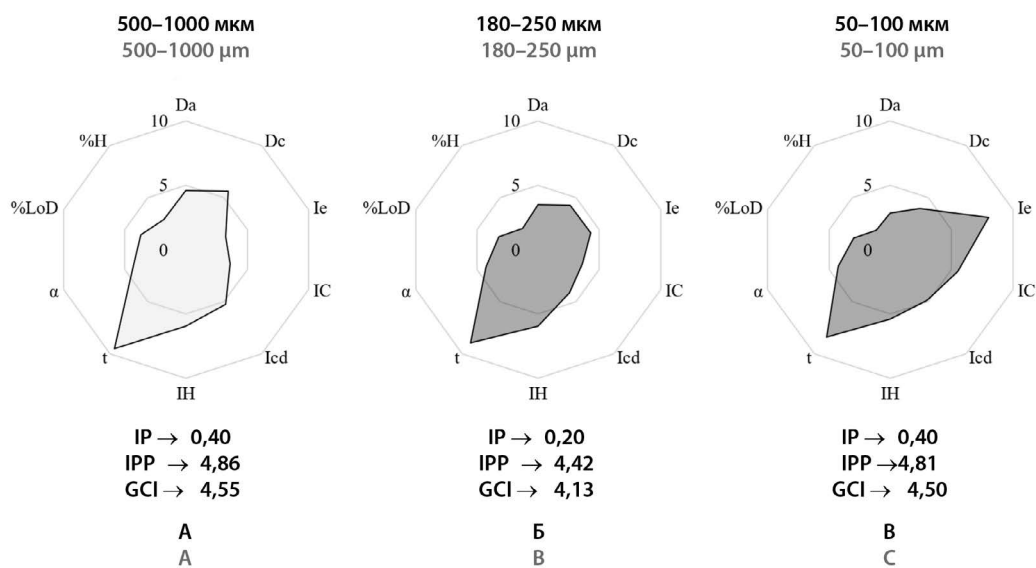


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 1.** SeDeM-диаграммы для различных фракций измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (10 показателей, фактор надежности  $f = 0,935$ )

**Figure 1.** SeDeM diagrams for different fractions of ground *Cichorium intybus* L. roots (10 indicators, reliability factor  $f = 0.935$ )

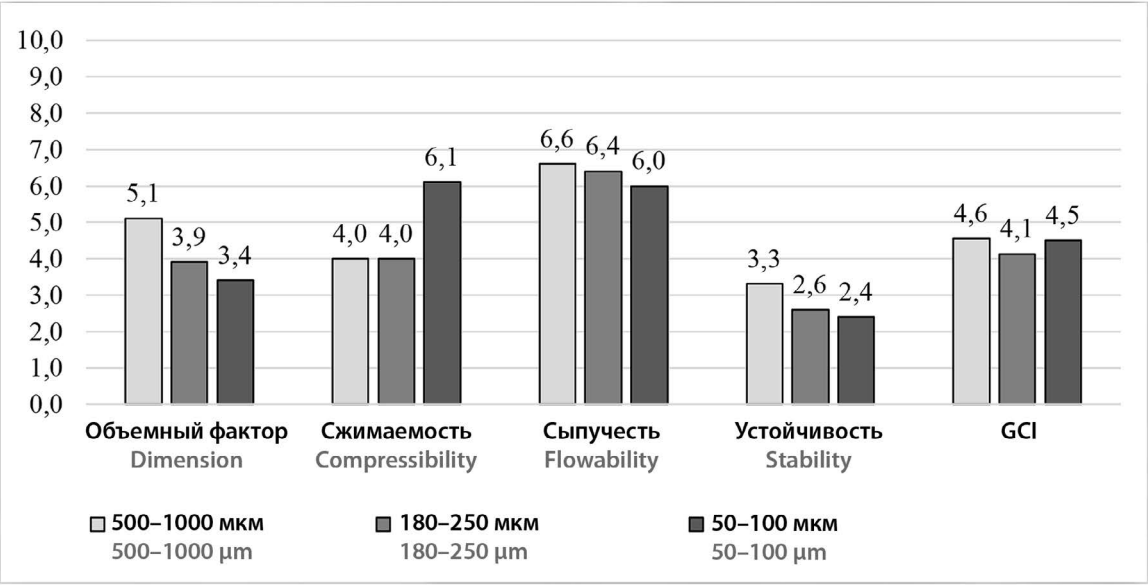


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 2.** Факторы SeDeM-диаграмм для различных измельченных фракций корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

**Figure 2.** SeDeM factors for various fractions of ground *Cichorium intybus* L. roots

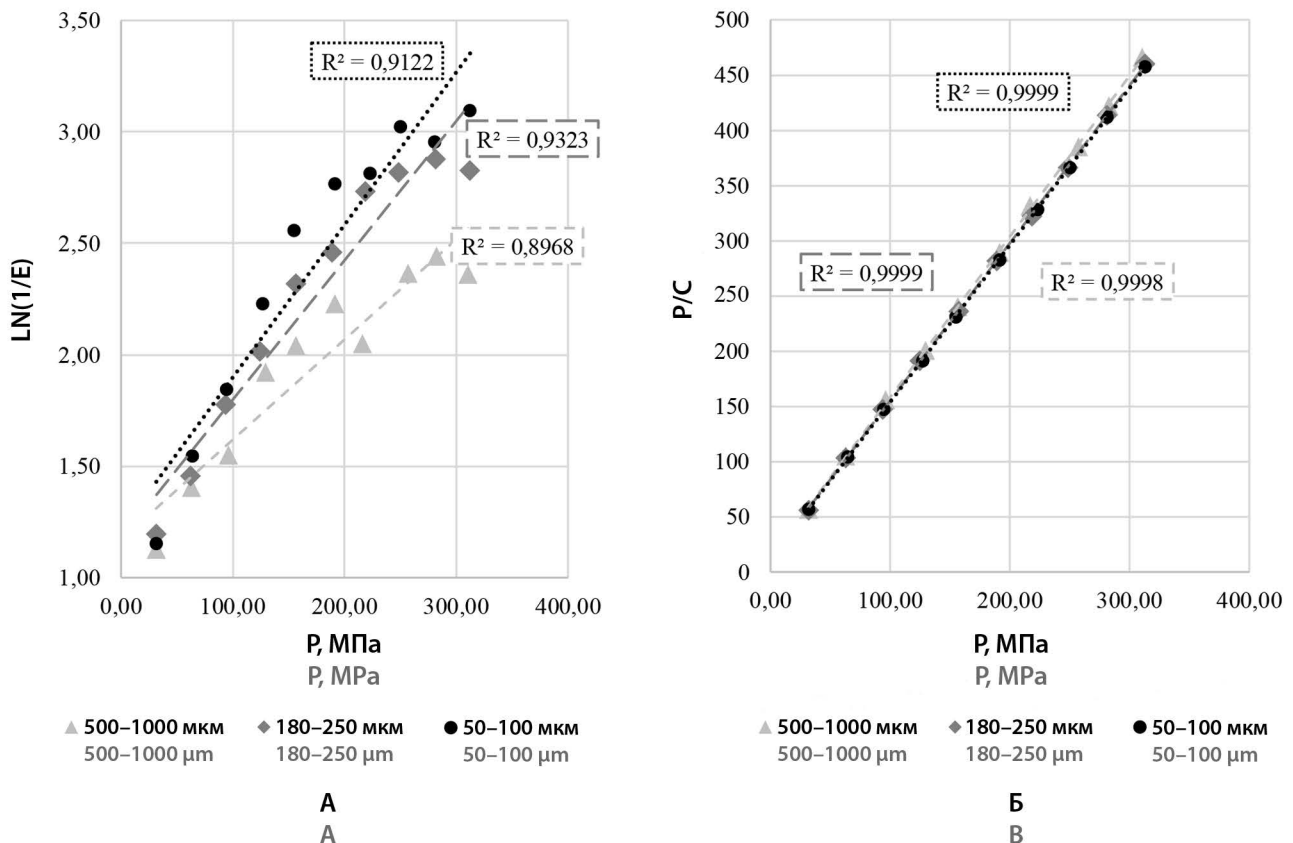


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 3. Кривые прессования для различных фракций измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.):**

**А – кривые Хеккеля; Б – кривые Кавакита**

**Figure 3. Pressing curves for different fractions of ground *Cichorium intybus* L. roots:**

**A – Heckel curves; B – Kawakita curves**

Все брикеты всех фракций выдержали испытание на механическую прочность без видимых разрушений формы.

Поскольку получаемые брикеты корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) предполагают использование конечным потребителем для приготовления водного извлечения, изучили время распадаемости (полная потеря формы) при добавлении воды очищенной свежeproкипяченной 100 °C (рисунок 7). Результаты более 900 с (15 мин) были удалены с графика, поскольку такая длительная распадаемость является нецелесообразной.

Установили зависимость, что с повышением давления прессования повышается время распадаемости брикетов из измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). В связи с этим целесообразно использовать минимальное давление прессования для обеспечения возможности применения конечными потребителями получаемых брикетов для приготовления настоев и отваров.

## Закключение

Установили, что наилучшими значениями индекса хорошего прессования ( $GCI = 4,55/10,00$ ) по методу SeDeM обладает самая крупная из исследуемых фракций измельченного сырья корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (500–1000 мкм).

Установили с использованием уравнений Хеккеля и Кавакиты, что оптимальный диапазон прессования для фракции измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) 500–1000 мкм находится в интервале 0,687–222,2 МПа.

Оптимальным давлением прессования для получения быстрораспадающихся брикетов измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (менее 60 с) является 30 МПа.

Технологические свойства измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) указывают на то, что их можно вводить в состав растительных сборов для брикетирования для повышения сыпучести.

**Таблица 3.** Значения коэффициентов уравнений Хеккеля и Кавакиты для различных фракций измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

**Table 3.** Values of the coefficients of the Heckel and Kawakita equations for various fractions of ground *Cichorium intybus* L. roots

| Образец<br>Sample                               | Уравнение<br>Equation  | A      | k(b)   | 1/b   |
|-------------------------------------------------|------------------------|--------|--------|-------|
| <b>Уравнение Хеккеля<br/>Heckel equation</b>    |                        |        |        |       |
| 500–1000 мкм<br>500–1000 µm                     | $y = 0,0045x + 1,1694$ | 1,1694 | 0,0045 | 222,2 |
| 180–250 мкм<br>180–250 µm                       | $y = 0,0063x + 1,1737$ | 1,1737 | 0,0063 | 158,7 |
| 50–100 мкм<br>50–100 µm                         | $y = 0,0068x + 1,214$  | 1,214  | 0,0068 | 147,1 |
| <b>Уравнение Кавакиты<br/>Kawakita equation</b> |                        |        |        |       |
| 500–1000 мкм<br>500–1000 µm                     | $y = 1,4549x + 12,843$ | 12,843 | 1,4549 | 0,687 |
| 180–250 мкм<br>180–250 µm                       | $y = 1,4276x + 12,384$ | 12,384 | 1,4276 | 0,700 |
| 50–100 мкм<br>50–100 µm                         | $y = 1,4217x + 11,721$ | 11,721 | 1,4217 | 0,703 |

Таблица предоставлена авторами  
The table was provided by the authors

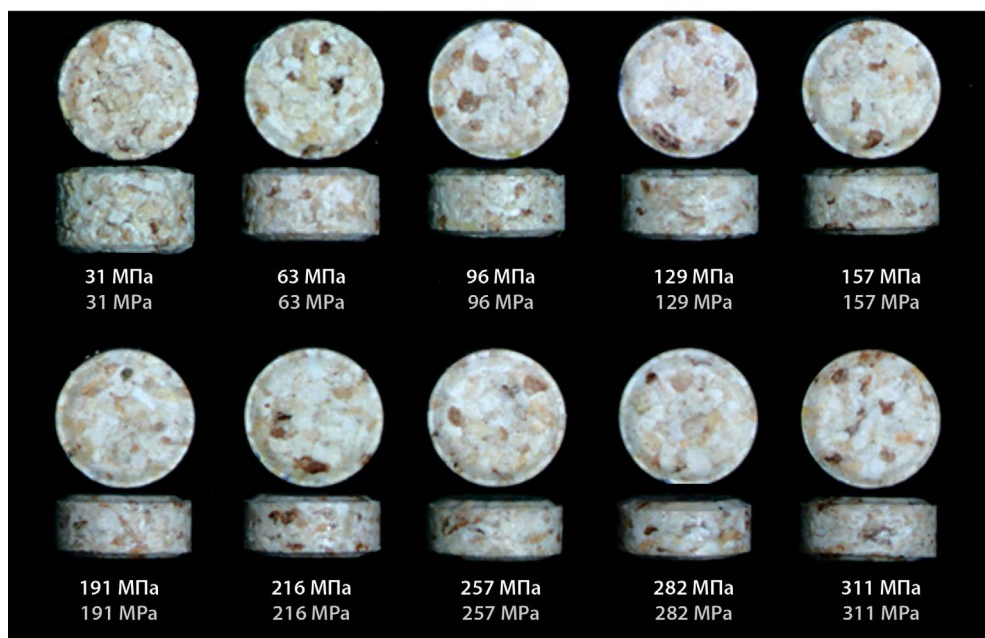


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 4.** Брикеты измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (фракция 500–1000 мкм), полученные при различном давлении прессования

**Figure 4.** Briquettes of ground *Cichorium intybus* L. roots (fraction 500–1000 µm) obtained at different compression pressures

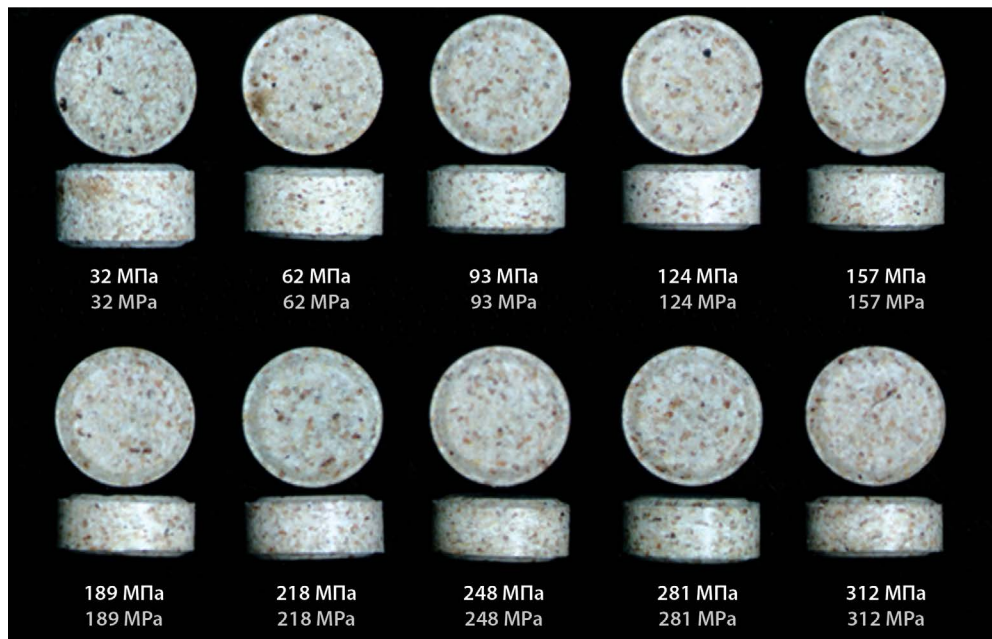


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 5.** Брикеты измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (фракция 180–250 мкм), полученные при различном давлении прессования

**Figure 5.** Briquettes of ground *Cichorium intybus* L. roots (fraction 180–250 μm) obtained at different compression pressures



Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 6.** Брикеты измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (фракция 50–100 мкм), полученные при различном давлении прессования

**Figure 6.** Briquettes of ground *Cichorium intybus* L. roots (fraction 50–100 μm) obtained at different compression pressures

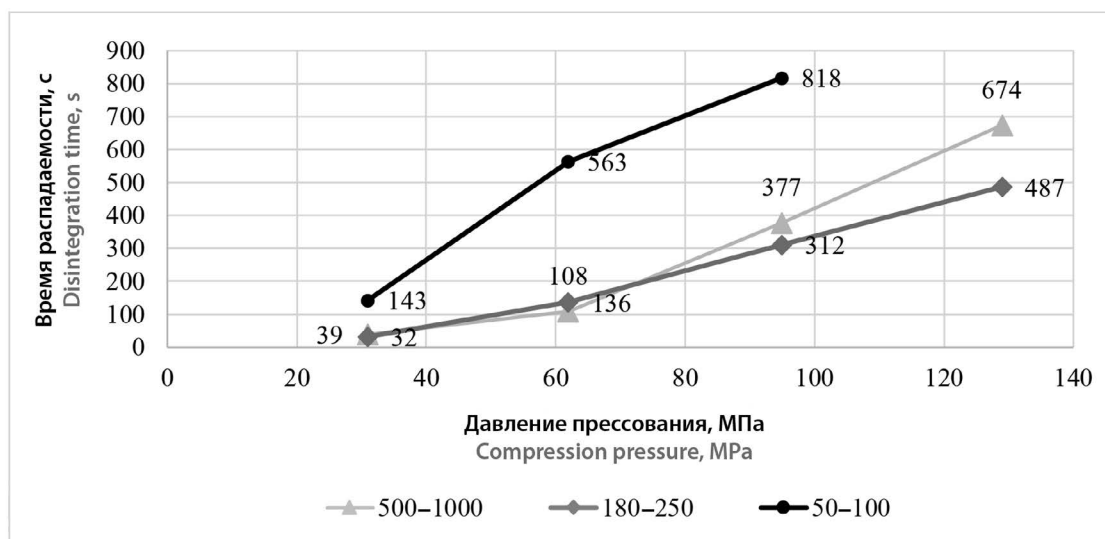


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 7.** Время распадаемости брикетов измельченных корней цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) в воде очищенной свежeproкипяченной (100 °C)

**Figure 7.** Disintegration time of ground *Cichorium intybus* L. root briquettes in freshly boiled purified water (100 °C)

## Литература

- Блынская Е. В., Юдина Д. В., Алексеев К. В., Алексеев В. К., Минаев С. В. Сравнительное изучение прессуемости таблеточных смесей ГМЛ-1, полученных технологией влажного гранулирования. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2019;3:49–54.
- Корнилов К. Н., Роева Н. Н. Определение эмиссии частиц из микропластика при заваривании чайных пакетиков. *Health, Food & Biotechnology*. 2021;3(3):25–32. <https://doi.org/10.36107/hfb.2021.i3.s113>
- Бобкова Н. В., Ермакова В. А. Идентификация растительного сырья как фармацевтической субстанции в комплексных лекарственных средствах традиционной китайской медицины. В сб.: Научно-практическая конференция, посвященная 70-летию Ботанического сада Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова «Лекарственные растения Ботанического сада». 21–22 сентября 2016. Москва. Доступно по: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_26745166\\_89919717.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26745166_89919717.pdf) Ссылка активна на 28.04.2026.
- Hernandez L. M., Xu E. G., Larsson H. C. E., Tahara R., Maisuria V. B., Tufenkji N. Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environmental Science & Technology*. 2019;53(21):12300–12310. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540>
- Winiarska E., Jutel M., Zemelka-Wiacek M. The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks. *Environmental Research*. 2024;251:118535. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118535>
- Yaroslavov A. A., Efimova A. A., Grokhovskaya T. E., Badikova A. G., Spiridonov V. V., Pozdyshev D. V., Lyulin S. V., Kenny J. M. Evolution of Microplastics Released from Tea Bags into Water. *Polymers*. 2025;17(19):2700. <https://doi.org/10.3390/polym17192700>
- Thompson R. C., Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G., McGonigle D., Russell A. E. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*. 2004;304(5672):838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Kumar V., Verma P. Unveiling the hidden threat of microplastic in paper cups and tea bags: a critical review of their exacerbation and alarming concern in India. *Discover Applied Sciences*. 2025;7(6):527. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07121-y>
- Pérez P., Suñé-Negre J. M., Miñarro M., Roig M., Fuster R., García-Montoya E., Hernández C., Ruhí R., Ticó J. R. A new expert systems (SeDeM diagram) for control batch powder formulation and preformulation drug products. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2006;64(3):351–359. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2006.06.008>
- Rashid I., Haddadin R. R., Alkafaween A. A., Alkaraki R. N., Alkasasbeh R. M. Understanding the implication of Kawakita model parameters using in-die force-displacement curve analysis for compacted and non-compacted API powders. *AAPS Open*. 2022;8(1):6 <https://doi.org/10.1186/s41120-022-00053-6>

## References

- Blynskaya E. V., Yudina D. V., Alekseyev K. V., Alekseyev V. K., Minaev S. V. Comparative compressibility study of tablet GML-1 mixtures obtained by wet granulation technology. *Volgograd scientific and medical journal*. 2019;3:49–54. (In Russ.)

2. Kornilov K.N., Roeva N.N. Determination of the Microplastic Particle Release by Tea Bags During Brewing. *Health, Food & Biotechnology*. 2021;3(3):25–32. (In Russ.) <https://doi.org/10.36107/hfb.2021.i3.s113>
3. Bobkova N.V., Ermakova V.A. Identification of plant raw materials as pharmaceutical substances in complex Traditional Chinese Medicine preparations. In: Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the Botanical Garden of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University: «Medicinal Plants of the Botanical Garden». 21–22 September 2016. Moscow. Available at: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_26745166\\_89919717.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26745166_89919717.pdf) Accessed: 28.04.2026. (In Russ.)
4. Hernandez L.M., Xu E.G., Larsson H.C.E., Tahara R., Maisuria V.B., Tufenkji N. Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environmental Science & Technology*. 2019;53(21):12300–12310. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540>
5. Winiarska E., Jutel M., Zemelka-Wiacek M. The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks. *Environmental Research*. 2024;251:118535. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118535>
6. Yaroslavov A.A., Efimova A.A., Grokhovskaya T.E., Badikova A.G., Spiridonov V.V., Pozdyshev D.V., Lyulin S.V., Kenny J.M. Evolution of Microplastics Released from Tea Bags into Water. *Polymers*. 2025;17(19):2700. <https://doi.org/10.3390/polym17192700>
7. Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., McGonigle D., Russell A.E. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*. 2004;304(5672):838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
8. Kumar V., Verma P. Unveiling the hidden threat of microplastic in paper cups and tea bags: a critical review of their exacerbation and alarming concern in India. *Discover Applied Sciences*. 2025;7(6):527. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07121-y>
9. Pérez P., Suñé-Negre J.M., Miñarro M., Roig M., Fuster R., García-Montoya E., Hernández C., Ruhí R., Ticó J.R. A new expert systems (SeDeM diagram) for control batch powder formulation and preformulation drug products. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2006;64(3):351–359. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2006.06.008>
10. Rashid I., Haddadin R.R., Alkafaween A.A., Alkaraki R.N., Alkasasbeh R.M. Understanding the implication of Kawakita model parameters using in-die force-displacement curve analysis for compacted and non-compacted API powders. *AAPS Open*. 2022;8(1):6 <https://doi.org/10.1186/s41120-022-00053-6>

UDC 615.322; 615.9

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-69>

## Hepatoprotective properties and acute toxicity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim.

Visolaxon M. Nosirova , Vakhobjon U. Khujayev , Obidjon Turdiboev 

Kokand State University. 23, Turon str., Kokand, 150700, Uzbekistan

 **Corresponding author:** Visolaxon M. Nosirova. **E-mail:** [nosirovavisola1995@gmail.com](mailto:nosirovavisola1995@gmail.com)

### Abstract

**Introduction.** The genus *Lagotis* (*Plantaginaceae*) comprises species traditionally used for treating liver disorders. *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim., despite its potential, remains phytochemically and pharmacologically underexplored, particularly regarding its safety and hepatoprotective properties.

**Aim.** This study aimed to evaluate the acute oral toxicity and hepatoprotective efficacy of an extract from *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. in experimental models.

**Materials and methods.** Acute toxicity was assessed in albino mice following GOST 32644-2014 and Stefanov's guidelines, administering single oral doses up to 10,000 mg/kg. Hepatoprotective activity was investigated in male albino rats with paracetamol-induced acute hepatitis (1000 mg/kg for 2 days). Treatment groups received the plant extract orally at doses of 50, 100, and 200 mg/kg for 7 consecutive days post-intoxication. Evaluations included observation of general condition, mortality, hematological analysis (complete blood count), and blood biochemical parameters (ALT, AST, bilirubin, total protein, etc.).

**Results and discussion.** The median lethal dose ( $LD_{50}$ ) of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract exceeded 10,000 mg/kg, classifying it as practically non-toxic (Class V). In the hepatotoxicity model, the extract dose-dependently ameliorated paracetamol-induced alterations. The 50 mg/kg dose demonstrated the highest activity, significantly reducing plasma ALT (by 4 %), AST (by 27 %), and direct bilirubin (by 39 %) levels while increasing total protein (by 17 %) compared to the intoxicated control group. Positive normalization of erythrocyte, hemoglobin, and leukocyte counts was also observed.

**Conclusion.** *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract possesses a high safety profile and exhibits significant, dose-dependent hepatoprotective effects against paracetamol-induced liver damage, with the 50 mg/kg dose showing optimal efficacy. These findings support its potential as a source for developing safe and effective hepatoprotective phytomedicines.

**Keywords:** median lethal dose ( $LD_{50}$ ), erythrocyte, hemoglobin, leukocyte, paracetamol-induced hepatitis, biochemical markers

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Contribution of the authors.** Visolaxon M. Nosirova – conceived the experiment, developed the methodology, and provided scientific supervision. Vakhobjon U. Khujayev, Obidjon Turdiboev – reviewed the literature, collected data, and conducted the experiments.

**For citation:** Nosirova V. M., Khujayev V. U., Turdiboev O. Hepatoprotective properties and acute toxicity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. *Herbarium*. 2026;3(3):40–45. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-69>

**Received:** 27.01.2026

**Revised:** 18.03.2026

**Accepted:** 03.07.2026

© Nosirova V. M., Khujayev V. U., Turdiboev O., 2026  
© Publisher LLC "Center of Pharmaceutical Analytics", 2026  
© Носирова В. М., Хужаев В. У., Турдибоев О., 2026  
© Издатель ООО «Центр Фармацевтической Аналитики», 2026

## Гепатопротекторные свойства и острая токсичность *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim.

В. М. Носирова , В. У. Хужаев , О. Турдибоев 

Кокандский государственный университет. 150700, Узбекистан, г. Коканд, ул. Турон, д. 23

✉ **Контактное лицо:** Носирова Висолахон Мирзаюнусжон кизи. **E-mail:** nosirovavisola1995@gmail.com

### Резюме

**Введение.** Род *Lagotis* (*Plantaginaceae*) включает виды, традиционно применяемые для лечения заболеваний печени. Несмотря на свой потенциал, лаготис Королькова (*Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim.) остается недостаточно изученным в фитохимическом и фармакологическом отношении, особенно в части его безопасности и гепатопротекторных свойств.

**Цель.** Оценка острой пероральной токсичности и гепатопротекторной эффективности экстракта *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. на экспериментальных моделях.

**Материалы и методы.** Острую токсичность оценивали на мышах-альбиносах в соответствии с ГОСТ 32644-2014 и руководством А. В. Стефанова, применяя разовые пероральные дозы до 10 000 мг/кг. Гепатопротекторную активность исследовали на крысах-самцах с моделью острого парацетамолиндуцированного гепатита (1000 мг/кг в течение 2 дней). Группы лечения получали экстракт растения перорально в дозах 50, 100 и 200 мг/кг в течение 7 дней после интоксикации. Проводили оценку общего состояния, показателей гематологического (общий анализ крови) и биохимического (АЛТ, АСТ, билирубин, общий белок и др.) анализов крови.

**Результаты и обсуждение.** Средняя летальная доза ( $LD_{50}$ ) экстракта *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. превысила 10 000 мг/кг, что позволяет классифицировать его как практически нетоксичное вещество (V класс). В модели гепатотоксичности экстракт дозозависимо уменьшал вызванные парацетамолом нарушения. Доза 50 мг/кг продемонстрировала наибольшую активность, достоверно снижая уровни АЛТ (на 4 %), АСТ (на 27 %) и прямого билирубина (на 39 %) в плазме, а также повышая уровень общего белка (на 17 %) по сравнению с группой интоксикации. Также наблюдалась положительная динамика в нормализации количества эритроцитов, уровня гемоглобина и лейкоцитов.

**Заключение.** Экстракт *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. обладает высоким профилем безопасности и проявляет значительные дозозависимые гепатопротекторные эффекты против повреждения печени, индуцированного парацетамолом, при этом доза 50 мг/кг показала оптимальную эффективность. Полученные данные подтверждают его потенциал в качестве источника для разработки безопасных и эффективных гепатопротекторных фитопрепаратов.

**Ключевые слова:** средняя летальная доза ( $LD_{50}$ ), эритроцит, гемоглобин, лейкоцит, парацетамолиндуцированный гепатит, биохимические маркеры

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** В. М. Носирова – идея проведения эксперимента, методология и научное руководство. В. У. Хужаев, О. Турдибоев – обзор литературных данных, сбор материалов, проведение экспериментов.

**Для цитирования:** Носирова В. М., Хужаев В. У., Турдибоев О. Гепатопротекторные свойства и острая токсичность *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. *Гербарium*. 2026;3(3):40–45. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-69>

**Поступила в редакцию:** 27.01.2026

**Поступила после рецензирования:** 18.03.2026

**Принята к публикации:** 03.07.2026

### Introduction

The genus *Lagotis* (*Plantaginaceae*) comprises approximately<sup>1</sup> 30 species and is primarily distributed in mountainous regions of Asia, particularly in Central Asia, the Himalayas, and parts of China [1–3].

<sup>1</sup> POWO (2024). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Available at: <https://powo.science.kew.org/>. Accessed: 06.11.2024.

Representatives of this genus are notable for their rich content of biologically active compounds, especially flavonoids, phenolic compounds, and other secondary metabolites [1, 2].

In recent years, several species within the genus *Lagotis* have become subjects of comprehensive scientific investigation. For instance, the chemical composition and biological activity of species such as *Lagotis brevifolia* Maxim., *Lagotis integrifolia* (Willd.) Schischk.,

*Lagotis yunnanensis* W.W.Sm., *Lagotis alutacea* W.W.Sm., *Lagotis integra* W.W.Sm., *Lagotis cashmeriana* (Royle ex Benth.) Rupr., and *Lagotis brachystachya* Maxim. have been extensively studied. Numerous compounds have been isolated from these species, and their antioxidant, anti-inflammatory, and hepatoprotective properties have been confirmed [3–6]. Flavonoids and phenolic compounds [7, 8] identified in these species have been reported to play a significant role in protecting liver cells from oxidative stress and toxic agents [9, 10]. Pre-clinical studies on certain phytocompositions further demonstrated antifibrotic activity and safety in animal models [11].

Despite the remarkable biological activity exhibited by many representatives of the genus *Lagotis*, the chemical composition of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. remained largely unexplored for a long time. To address this gap, we conducted the first comprehensive investigation into the chemical composition of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. [12, 13]. This study confirmed the presence of biologically active compounds in the plant, demonstrating its pharmacological potential.

The findings on the chemical composition highlighted the need for deeper investigation into the biological activity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. Accordingly, it was decided to proceed with experimental studies aimed at assessing the safety of extracts from this plant and determining its hepatoprotective activity.

**Aim.** The aim of this study was to evaluate the acute toxicity and hepatoprotective activity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract under experimental conditions.

## Materials and Methods

For the study, we used the dried herb of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim., which was collected in the Namangan region in 2025 and dried to a residual moisture content not exceeding 14 %.

The acute toxicity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. plant extract was evaluated according to GOST 32644-2014 and the methodological guidelines of A.V. Stefanov [14] using male albino mice with a body weight of 19–22 g. The extract was dissolved in distilled water to prepare 5 %, 10 %, and 50 % solutions. It was administered orally via a metal probe at doses of 500, 1000, 5000, and 10,000 mg/kg. The animals were observed closely for the first 3–4 hours, then over 24 hours, and subsequently once daily for 14 days. During the observation period, the following parameters were assessed: the condition of the fur, motor activity, food and water consumption, body weight, respiration, heart rate, and any observable mortality.

## Assessment of hepatoprotective activity of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract in albino rats

### Experimental Animals

The study was conducted on 25 adult male albino rats (Wistar strain) weighing 200–270 g. The animals were obtained from a certified laboratory animal breeding center. Before the experiment, the animals were acclimatized for 7 days under standard laboratory conditions.

The rats were housed in polypropylene cages under controlled environmental conditions: temperature  $22 \pm 2$  °C, relative humidity 55–60 %, and a 12 h light / 12 h dark cycle. The animals had free access to standard pelleted diet and drinking water ad libitum.

All experimental procedures were carried out in accordance with international guidelines for the care and use of laboratory animals and were approved by the local bioethics committee [15,16].

### Experimental Design

Acute toxic hepatitis was induced by oral administration of paracetamol at a dose of 1000 mg/kg body weight for two consecutive days.

After induction of hepatitis, the animals were randomly divided into five groups ( $n = 5$  per group):

**Group I (Intact control):** healthy animals without treatment.

**Group II (Negative control):** animals with paracetamol-induced hepatitis without treatment.

**Group III:** paracetamol + *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract at a dose of 50 mg/kg for 7 days.

**Group IV:** paracetamol + *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract at a dose of 100 mg/kg for 7 days.

**Group V:** paracetamol + *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract at a dose of 200 mg/kg for 7 days.

The plant extract was administered orally once daily for 7 days.

Upon completion of the experiments, the animals were anesthetized using ether anesthesia. A comparative study of complete blood count and blood biochemical analysis was conducted among the intact, control, and experimental groups using modern hematological and biochemical analyzers.

Statistical processing of the obtained data was performed in accordance with statistical tables for the accelerated quantitative assessment of pharmacological effect [17].

## Results and discussion

The conducted experiments demonstrated that a single oral administration at doses of 500, 1000, and 5000 mg/kg had virtually no effect on the physical

and functional state of the experimental animals, nor on their water and food intake. The condition of the mice remained active, and no signs of intoxication were recorded. The animals showed adequate responses to pain, tactile, and sound stimuli. The heart rate and respiratory movements remained within normal limits. At a dose of 10,000 mg/kg, a state of reduced mobility and weakness was observed 30 minutes to 3–4 hours after substance administration. Starting from the second day of the experiment, the general condition of the animals returned to normal. Food and water intake was normal, and no signs of intoxication or mortality were observed throughout the 14-day period. It was proven that the median lethal dose ( $LD_{50}$ ) of *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. plant extract is above 10,000 mg/kg.

It is known that the liver serves as the central biochemical laboratory of the body. It facilitates intensive metabolic processes, including protein, lipid, and carbohydrate metabolism. An increase in white blood cell count indicates inflammation of liver cells. A decrease in erythrocyte and hemoglobin levels suggests that liver damage has subsequently affected hematopoiesis. Considering that erythrocytes – formed elements of the blood – are produced and degraded in the liver, and that bile formation is based on this process, the prevention of anemia formation in toxic hepatitis is of significant importance. Taking these factors into account, the blood samples collected on the final day of the experiment were analyzed using a hematological analyzer. In the control group of experimental animals with induced toxic hepatitis, we observed a decrease in the count of blood cells – erythrocytes and platelets. This, in turn, led to a reduction in hemoglobin and hematocrit levels, while causing an increase in leukocyte count. Based on the obtained results, it is evident that pathological changes in the formed elements were observed in albino rats with induced toxic hepatitis. Upon administering *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.)

Maxim. plant extract at doses of 50, 100, and 200 mg/kg for 7 days, positive dynamic changes in the main formed blood elements were observed. The obtained results are presented in Table 1.

As can be seen from the table, administration of the *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. plant extract orally at doses of 50 and 100 mg/kg resulted in a positive shift in the pathological changes observed in the blood cells compared to the control and intact groups. Subsequent investigations focused on blood biochemical analysis, evaluating the levels of total protein, ALT, AST, bilirubin, glucose, urea, and creatinine in the blood plasma.

In the paracetamol-induced model of toxic hepatitis, a decrease in total protein and an increase in ALT, AST, and bilirubin levels – indicative of intensified cytolysis in liver cells – were identified in the control group. An increase in direct bilirubin levels in the plasma indicates damage to liver cells.

The *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. plant extract at a dose of 50 mg/kg was observed to reduce plasma ALT levels by 4 %, AST by 27 %, and direct bilirubin by 39 %, while increasing total protein by 17 % compared to the control group.

At a dose of 100 mg/kg, it was found that plasma ALT levels decreased by 14 %, AST by 54 %, direct bilirubin by 35 %, while total protein increased by 8 %.

At a dose of 200 mg/kg, a reduction in ALT by 3 %, AST by 31 %, and direct bilirubin by 48 % was recorded compared to the control group, with total protein increasing by 7 %. The obtained results are presented in Table 2.

## Conclusion

The conducted experimental studies demonstrate that the acute toxicity of the *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. plant extract, in accordance with GOST 32644–2014 and the A.V. Stefanov methodology, classifies it as a practically non-toxic substance (Class V).

**Table 1. Results of Complete Blood Count Parameters for the Studied Substances**

| Parameters<br>Groups      | Intact            | Control           | 50 mg/kg           | 100 mg/kg          | 200 mg/kg         |
|---------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Erythrocytes, $10^{12}/L$ | $7.80 \pm 0.61$   | $6.80 \pm 3.24$   | $9.89 \pm 1.21^*$  | $9.13 \pm 0.64^*$  | $7.85 \pm 0.97^*$ |
| Hemoglobin, g/L           | $130.8 \pm 10.45$ | $120.8 \pm 48.95$ | $132.75 \pm 4.9^*$ | $145.5 \pm 9.3^*$  | $136.0 \pm 12^*$  |
| Hematocrit, %             | $38.8 \pm 2.03$   | $34.82 \pm 14.36$ | $37.53 \pm 1.16^*$ | $41.25 \pm 2.7^*$  | $39.25 \pm 3.47$  |
| Leukocytes, $10^9/L$      | $8.44 \pm 1.46$   | $10.50 \pm 5.23$  | $9.71 \pm 2.16^*$  | $9.59 \pm 3.60^*$  | $8.75 \pm 0.62^*$ |
| Platelets, $10^9/L$       | $942 \pm 56.8$    | $822 \pm 93.8$    | $912 \pm 24.8^*$   | $940.5 \pm 47.3^*$ | $912 \pm 45.8^*$  |

**Note.** \*  $p \leq 0.05$  compared to the control group.

The table was provided by the authors

Table 2. Results of Blood Biochemical Analysis Parameters for the Studied Substances

| Parameterses<br>Groups     | Intact       | Control      | 50 mg/kg      | 100 mg/kg     | 200 mg/kg      |
|----------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| Total Protein, g/L         | 73.1 ± 8.25  | 84.26 ± 9.35 | 69.74 ± 7.7*  | 77.5 ± 9.9*   | 90.6 ± 11.55*  |
| ALT, E/L                   | 64.6 ± 6.6   | 72.6 ± 7.15  | 62.6 ± 4.95*  | 70.2 ± 8.8*   | 70.4 ± 7.15*   |
| AST, E/L                   | 164.8 ± 15.4 | 284.8 ± 17.6 | 132.2 ± 9.35* | 208.4 ± 14.3* | 197.6 ± 12.65* |
| Total bilirubin, µmol/L    | 15.8 ± 2.75  | 24.86 ± 4.4  | 16.68 ± 3.85* | 16.54 ± 3.85* | 17.24 ± 4.4*   |
| Direct bilirubin, µmol/L   | 2.26 ± 0.55  | 7.4 ± 1.1    | 4.52 ± 0.55*  | 4.8 ± 0.55*   | 3.84 ± 0.55*   |
| Indirect bilirubin, µmol/L | 13.58 ± 1.65 | 17.46 ± 2.2  | 12.16 ± 1.65* | 11.74 ± 1.65* | 13.36 ± 2.2*   |
| Glucose, mmol/L            | 5.38 ± 1.1   | 3.93 ± 0.55  | 4.47 ± 0.55*  | 4.66 ± 0.55*  | 4.3 ± 0.55*    |
| Creatinine, µmol/L         | 60.2 ± 6.6   | 54.4 ± 6.05  | 52.4 ± 5.5    | 51.6 ± 5.5    | 53.0 ± 3.85    |
| Urea, mmol/L               | 4.56 ± 1.1   | 3.06 ± 0.55  | 3.08 ± 0.55   | 4.08 ± 0.55   | 2.78 ± 0.55    |

Note. \*  $p < 0.05$  — statistically significant difference compared to the control group.

The table was provided by the authors

Its median lethal dose ( $LD_{50}$ ) upon oral administration exceeds 10,000 mg/kg, confirming a high safety profile for potential therapeutic use.

Analysis of hematological and blood biochemical parameters revealed a pronounced hepatoprotective effect of the *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract in a paracetamol-induced acute toxic hepatitis model. The extract, particularly at a dose of 50 mg/kg, significantly reduced key markers of liver cytotoxicity (ALT, AST, bilirubin) and contributed to the restoration of total protein levels, thereby protecting the functional integrity of hepatocytes.

Thus, the obtained results justify the potential of the *Lagotis korolkowii* (Regel & Schmalh.) Maxim. extract as a promising natural hepatoprotective agent characterized by low toxicity and high biological activity. The 50 mg/kg dose stands out as the most optimal therapeutic candidate for subsequent preclinical and clinical investigations.

References

1. Li W., Tojibaev K. S. Checklist of vascular plants in Central Asia. Les Ulis: EDP Sciences; 2024. 508 p. <https://doi.org/10.1051/978-2-7598-3669-7>

2. Ganie A. H., Butt T. A., Khuroo A. A., Rasool N., Ahmad R., Basharat S., Reshi Z. A. Taxonomy and threat assessment of *Lagotis kunawurens* Rupr. (Plantaginaceae), an endemic medicinal plant species of the Himalaya, India. *Journal of Threatened Taxa*. 2022;14(6):21239–21245. <https://doi.org/10.11609/jott.5977.14.6.21239-21245>

3. Ma H., Wang B., Yang X., Zhou G. Predicting the potential distribution of *Lagotis* medicinal plants on the Qinghai-Xizang Plateau with a maximum entropy model.

*Ecology and Evolution*. 2025;15(4):e71319. <https://doi.org/10.1002/ece3.71319>

4. Zhu J.-X., Yang H.-Y., Hu W.-Q., Cheng J., Liu Y., Yi L.-T., Cheng H.-Y. Active components from *Lagotis brachystachya* maintain uric acid homeostasis by inhibiting renal TLR4-NLRP3 signaling in hyperuricemic mice. *Inflammopharmacology*. 2021;29(4):1187–1200. <https://doi.org/10.1007/s10787-021-00844-5>

5. Zhu J.-X., Guo M.-X., Zhou L., Yi L.-T., Huang H.-L., Wang H.-L., Cheng H.-Y. Evaluation of the anti-inflammatory material basis of *Lagotis brachystachya* in HepG2 and THP-1 cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 2024;318(Pt B):117055. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117055>

6. Mohidin R., Ganie S. A., Shiekh F. A., Malik A. H., Bhat O. M., Dar A. H., Qureshi S. H., Wani N. A., Zargar M. A. Bioactive potential of *Lagotis cashmeriana*: morphology, phytochemicals, and antioxidant activity. *Natural Product Research*. 2025;39(17):5076–5080. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2355587>

7. Gonfa Y. H., Bachheti A., Semwal P., Rai N., Singab A. N., Bachheti R. K. Hepatoprotective activity of medicinal plants, their phytochemistry, and safety concerns: a systematic review. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 2024;80(3–4):61–73. <https://doi.org/10.1515/znc-2024-0116>

8. Mittal G., Prashanth A., Dhali A., Prasad R., Yogesh S., Nuran K. M., Găman M.-A. Plant extracts with antioxidant and hepatoprotective benefits for liver health: a bibliometric analysis of drug delivery systems. *World Journal of Gastroenterology*. 2025;31(18):105836. <https://doi.org/10.3748/wjg.v31.i18.105836>

9. Xiang Y., Huaixiu W., Jianqiang Z., Jun D., Zenggen L., Qiangqiang S., Yun S., Lijuan M., Yanduo T. Phytochemical and chemotaxonomic study on *Lagotis brevifolia*

- (Scrophulariaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*. 2016;66:8–11. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.02.025>
10. Guo M.-X., Zhang M.-M., Yang H.-Y., Zhang C.-L., Cheng H.-Y., Li N.-Z., Yi L.-T., Zhu J.-X. *Lagotis brachystachya* Maxim attenuates chronic alcoholic liver injury combined with gouty arthritis in rats via its anti-inflammatory activity. *Frontiers in Pharmacology*. 2022;13:995777. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.995777>
  11. Zhang D., Tan L., Yao L., Tao W., Gong R., LuoRong Q., Cao W. In vitro and in vivo antioxidative activity against radiation-induced damage and the systematic chemical components of different extracts of *Lagotis brevifolia* Maxim. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2020;2020:9726431. <https://doi.org/10.1155/2020/9726431>
  12. Aripov A. N., Akhunzhanova L. L., Nabiev A. U., Aripov O. A., Khamroev T. T. Evaluation of antifibrotic activity of a combination of a new phytocomposition and proanthocyanidins in rats. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2024;17(4):2739–2749. <https://doi.org/10.13005/bpj/3063>
  13. Nosirova V. M., Xujayev V. U., Askarov I. R. *Lagotis korolkowii* plant and analysis of its macro and microelements. *Journal of chemistry of goods and traditional medicine*. 2024;3(3):141–144. <https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.307>
  14. Nosirova V. M., Khujayev V. U., Turdiboev O., Matchanov A. D. Analysis of the chemical compounds of the plant *Lagotis korolkowii* (Plantaginaceae). *Chemistry of plant raw material*. 2025;4:311–316. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250416338>
  15. Stefanov A. V., editor. Preclinical Studies of Medicinal Products. Methodological Recommendations. Kiev: Avicenna Publishing House; 2002. 357 p. (In Russ.)
  16. Mironov A. N. Guidelines for Conducting Preclinical Studies of Medicinal Products. Moscow: Grif i K.; 2012. 944 p. (In Russ.)
  17. Strelkov R. B. Statistical Tables for Accelerated Quantitative Assessment of the Pharmacological Effect. *Farmakologiya i toksikologiya*. 1986;49(4):100–104. (In Russ.)

УДК 615.322; 616.36-002-085

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-76>

## Молекулярные механизмы гепатопротекторного действия силимарина при токсических и метаболических поражениях печени

Е. Е. Падерина , М. А. Тихая 

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России). 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Аптекарский остров, ул. Профессора Попова, д. 14, лит. А

✉ **Контактное лицо:** Падерина Екатерина Евгеньевна. E-mail: kati2-02@mail.ru

### Резюме

**Введение.** Хронические заболевания печени, включая вирусные гепатиты, неалкогольную жировую болезнь печени (НАЖБП), алкогольную болезнь печени и лекарственные поражения, остаются значимой медико-социальной проблемой. В патогенезе гепатопатий ключевую роль играют окислительный стресс, хроническое воспаление и активация фиброгенеза. Растительные биологически активные вещества, в частности силимарин из расторопши пятнистой, рассматриваются как перспективные средства комплексной терапии заболеваний печени различного происхождения.

**Цель.** Проанализировать современные данные о механизмах гепатопротекторного, антиоксидантного и противовоспалительного действия силимарина при токсических и метаболических поражениях печени.

**Материалы и методы.** Поиск публикаций проводился в базе данных PubMed за период 2020–2025 гг. с использованием ключевых слов: «silymarin», «silybin», «NAFLD», «liver fibrosis», «oxidative stress», «clinical trial». Проводилась количественная оценка публикационной активности и описательная статистическая обработка данных (частота выявления эффектов, доля клинических исследований). Осуществлялся целенаправленный отбор пятнадцати наиболее релевантных и свежих оригинальных публикаций с детальным анализом данных, представленных в этих статьях.

**Результаты и обсуждение.** По первичному поиску выявлено 210 публикаций, после удаления дубликатов и исключения нерелевантных источников в анализ включено 48 исследований, в том числе 17 рандомизированных клинических испытаний. В 71 % анализируемых работ отмечено статистически значимое снижение уровней АЛТ и АСТ. Экспериментальные исследования подтверждают ингибирование NF-κB, модуляцию сигнальных путей MAPK, снижение продукции TNF-α и IL-6, а также уменьшение выраженности фиброза в моделях CCl<sub>4</sub>-индуцированного поражения печени.

**Заключение.** Силимарин обладает многофакторным механизмом действия, включающим антиоксидантные, противовоспалительные, антифибротические и антиканцерогенные эффекты. Современные лекарственные формы (фосфолипидные комплексы, водорастворимые производные, наночастицы) направлены на повышение его биодоступности и клинической эффективности. Дальнейшие клинические исследования необходимы для определения оптимальных режимов дозирования и отдаленных результатов.

**Ключевые слова:** расторопша пятнистая, силимарин, силибин, гепатопротектор, неалкогольная жировая болезнь печени, окислительный стресс, сигнальные пути, фиброз печени, антиоксиданты

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Е. Е. Падерина, М. А. Тихая – написание текста статьи, поиск публикаций и анализ научных статей.

**Для цитирования:** Падерина Е. Е., Тихая М. А. Молекулярные механизмы гепатопротекторного действия силимарина при токсических и метаболических поражениях печени. *Гербариум*. 2026;3(3):46–52. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-76>

**Поступила в редакцию:** 27.02.2026

**Поступила после рецензирования:** 05.06.2026

**Принята к публикации:** 10.07.2026

© Падерина Е. Е., Тихая М. А., 2026

© Издатель ООО «Центр Фармацевтической Аналитики», 2026

© Paderina E. E., Tikhaya M. A., 2026

© Publisher LLC "Center of Pharmaceutical Analytics", 2026

## Molecular mechanisms of the hepatoprotective action of silymarin in toxic and metabolic liver injury

Ekaterina E. Paderina , Maria A. Tikhaya 

Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University (SPCPU). 14A, Professora Popova str., Aptekarsky Ostrov Municipal Okrug, Saint Petersburg, 197022, Russia

✉ **Corresponding author:** Ekaterina E. Paderina. **E-mail:** kati2-02@mail.ru

### Abstract

**Introduction.** Chronic liver diseases, including viral hepatitis, non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), alcoholic liver disease, and drug-induced liver injury, remain a significant global health concern. Oxidative stress, chronic inflammation, and activation of fibrogenesis play key roles in their pathogenesis. Plant-derived bioactive compounds, particularly silymarin from milk thistle, are considered promising agents for adjunctive therapy of liver diseases of various origins.

**Aim.** To analyze current data on the hepatoprotective, antioxidant, and anti-inflammatory mechanisms of silymarin in toxic and metabolic liver injury.

**Materials and methods.** A literature search was conducted in the PubMed database for the period 2020–2025 using the keywords: "silymarin", "silybin", "NAFLD", "liver fibrosis", "oxidative stress", "clinical trial". A quantitative assessment of publication activity and descriptive statistical analysis of the data (frequency of effect detection, proportion of clinical studies) were performed. A targeted selection of the fifteen most relevant and recent original publications was carried out, followed by a detailed analysis of the data presented in these articles.

**Results and discussion.** The initial search identified 210 publications; after removing duplicates and excluding irrelevant sources, 48 studies were included in the analysis, comprising 17 randomized clinical trials. In 71 % of the analyzed studies, a statistically significant reduction in ALT and AST levels was observed. Experimental studies confirm the inhibition of NF- $\kappa$ B, modulation of MAPK signaling pathways, reduction in TNF- $\alpha$  and IL-6 production, as well as a decrease in the severity of fibrosis in models of CCl<sub>4</sub>-induced liver injury.

**Conclusion.** Silymarin exerts multifactorial hepatoprotective effects, including antioxidant, anti-inflammatory, antifibrotic, and anticancer activities. Modern pharmaceutical formulations (phospholipid complexes, water-soluble derivatives, nanoparticles) aim to enhance its bioavailability and therapeutic efficacy. Further well-designed clinical studies are required to determine optimal dosing regimens and long-term outcomes.

**Keywords:** milk thistle, silymarin, silybin, hepatoprotector, non-alcoholic fatty liver disease, oxidative stress, signaling, liver fibrosis, antioxidants

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Contribution of the authors.** Ekaterina E. Paderina and Maria A. Tikhaya contributed to writing the text of the article, searching for publications, and analyzing scientific articles.

**For citation:** Paderina E. E., Tikhaya M. A. Molecular mechanisms of the hepatoprotective action of silymarin in toxic and metabolic liver injury. *Herbarium*. 2026;3(3):46–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-76>

**Received:** 27.02.2026

**Revised:** 05.06.2026

**Accepted:** 10.07.2026

### Введение

**Х**ронические заболевания печени, включая вирусные гепатиты, неалкогольную жировую болезнь печени (НАЖБП), алкогольную болезнь печени и лекарственно-индуцированные поражения, остаются одной из наиболее значимых медико-социальных проблем во всем мире. Рост их распространенности обусловлен увеличением частоты метаболических нарушений, воздействием гепатотоксичных факторов окружающей среды и широким при-

менением лекарственных средств, например гепатотоксичных антибиотиков, статинов и анальгетиков. Прогрессирование этих состояний ассоциировано с формированием фиброза, цирроза и гепатоцеллюлярной карциномы [1].

Патогенез большинства хронических гепатопатий основан на сходных механизмах клеточного повреждения, включающих избыточную генерацию активных форм кислорода и развитие окислительного стресса, персистирующее воспаление с активацией провоспалительных цитокинов, а также стимуляцию

фиброгенеза при участии звездчатых клеток печени [2, 3]. Дисбаланс между прооксидантными и антиоксидантными системами приводит к структурному повреждению мембран гепатоцитов, нарушению митохондриальной функции и индукции апоптоза, что способствует прогрессированию патологического процесса.

В связи с этим растительные биологически активные вещества рассматриваются как перспективное направление в комплексной терапии хронических заболеваний печени [4]. Их терапевтический потенциал обусловлен способностью одновременно воздействовать на несколько звеньев патогенеза: уменьшать выраженность окислительного стресса, модулировать воспалительный ответ и замедлять развитие фибротических изменений. Среди природных соединений с доказанной гепатопротекторной активностью особое место занимает силимарин, выделяемый из растения расторопша пятнистая (*Silybum marianum*) [2, 4], известного также как молочный чертополох. Это однолетнее или двулетнее травянистое растение семейства астровых (Asteraceae), традиционно применяемое в фитотерапии при заболеваниях печени и желчевыводящих путей.

Биологическая активность расторопши преимущественно связана с содержанием силимарина – комплекса соединений, обладающих выраженными гепатопротекторными свойствами. Существенный

рост интереса к нему произошел после публикации в 1975 году данных о его эффективности при профилактическом применении перед интоксикацией токсинами бледной поганки (*Amanita phalloides*) [5, 6]. Было продемонстрировано, что силимарин уменьшает степень аматоксининдуцированного повреждения печени благодаря стабилизации мембран гепатоцитов и подавлению процессов перекисного окисления липидов.

С химической точки зрения силимарин представляет собой смесь флавонолигнанов, среди которых ведущую роль играет силибин (силибинин), а также изосилибин, силидианин и силихристин. Данные компоненты проявляют выраженную антиоксидантную активность, реализуемую посредством нейтрализации свободных радикалов и усиления активности эндогенных антиоксидантных ферментов. Помимо этого, силимарин оказывает противовоспалительное действие, регулируя экспрессию провоспалительных цитокинов и ингибируя активацию NF-κB. Его гепатопротекторный эффект также связывают со стабилизацией клеточных мембран, стимуляцией белкового синтеза в гепатоцитах и активацией процессов регенерации печеночной ткани [2, 7].

Основные фармакологические эффекты силимарина, его компонентный состав и современные подходы к оптимизации абсорбции представлены на рисунке 1.

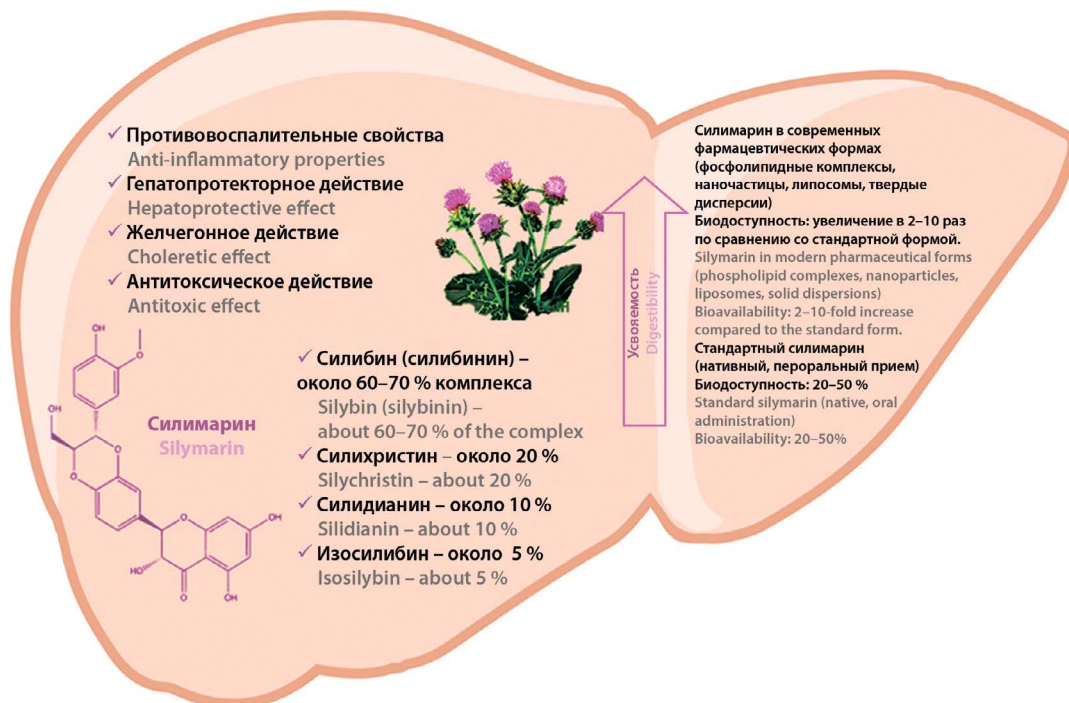


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 1. Компонентный состав силимарина, его фармакологические эффекты и современные подходы к повышению биодоступности**

**Figure 1. Composition, pharmacological effects, and bioavailability enhancement strategies of silymarin**

### Цель исследования

Целью настоящей работы является анализ современных данных о механизмах гепатопротекторного, антиоксидантного и противовоспалительного действия силимарина при токсических и метаболических поражениях печени.

### Материалы и методы

На первом этапе исследования был проведен систематический поиск публикаций за период 2020–2025 гг. в базе данных PubMed.

Для автоматизации отбора релевантных источников использовался алгоритмизированный поисковый запрос, сформированный по следующей структуре: (silymarin OR silybin) AND (NAFLD OR «liver fibrosis» OR «oxidative stress») AND («clinical trial» [Publication Type] OR «randomized controlled trial» [Publication Type]).

Выделение рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) осуществлялось с применением встроенного фильтра PubMed «Randomized Controlled Trial».

Клиническая значимость применения силимарина оценивалась по динамике биохимических показателей функции печени – уровней аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ).

Дополнительно проводилась количественная оценка публикационной активности, включавшая определение общего числа работ и доли РКИ, а также описательная статистическая обработка данных с расчетом частоты выявления клинически значимых эффектов. Пятнадцать оригинальных, новых и содержащих публикации были отобраны для подробного анализа.

Для анализа тематической структуры исследований, посвященных применению силимарина/силибина при НАЖБП, выполнен анализ совместной встречаемости ключевых слов (co-occurrence analysis) с использованием программного обеспечения VOSviewer (версия 1.6.20).

### Результаты и обсуждение

#### Общая характеристика публикаций

В результате выполнения поискового запроса в базе данных PubMed было выявлено 210 публикаций. После применения критериев включения и исключения, а также удаления дублирующихся источников в итоговый анализ вошли 48 статей.

Среди них 17 работ представляли собой рандомизированные клинические исследования.

Библиометрический анализ совместной встречаемости ключевых слов (рисунок 2) позволил выделить три тематических кластера.

Красный кластер включал термины: «nafld patient», «nonalcoholic fatty liver disease», «silibinin», отражающие клиническую направленность исследований.

Синий кластер характеризовал дизайн исследований и объединял понятия «placebo group» и «silymarin group».

Зеленый кластер содержал термины «nonalcoholic fatty liver disease patient» и «silybin», что указывает на активное изучение силибина в терапии НАЖБП.

Анализ клинических результатов показал, что в 12 из 17 РКИ (71 %) отмечалось статистически значимое снижение активности аминотрансфераз (АЛТ и АСТ).

Систематический обзор продемонстрировал снижение уровней АЛТ, АСТ и ЩФ в 65,5 % исследований, особенно у пациентов с НАЖБП и НАСГ [8]. Метаанализ 17 РКИ подтвердил эффективность силимарина при НАЖБП, вирусных гепатитах и алкогольной болезни печени, при этом при алкогольном циррозе и лекарственно-индуцированных поражениях печени выраженность эффекта была менее значительной [3].

#### Антиоксидантные механизмы действия

Окислительный стресс является одним из ведущих факторов повреждения гепатоцитов и прогрессирования фиброза.

Силимарин ингибирует перекисное окисление липидов, стабилизирует мембраны клеток печени, индуцирует активность супероксиддисмутазы (SOD), усиливает функцию каталазы (CAT) и глутатионпероксидазы (GPx), подавляет активность 5-липоксигеназы и препятствует истощению внутриклеточного глутатиона, тем самым уменьшая образование активных форм кислорода.

Дополнительные данные свидетельствуют о способности силимарина активировать транскрипционный фактор Nrf2, что сопровождается усилением экспрессии генов антиоксидантной защиты и повышением устойчивости гепатоцитов к оксидативному повреждению [7, 14].

В модели фиброза печени, индуцированного тетрахлорметаном (CCl<sub>4</sub>), у крыс силимарин снижал уровни АСТ на 41 %, АЛТ – на 39 % и щелочной фосфатазы – на 31 %, повышал концентрацию альбумина на 22 %, усиливал активность антиоксидантных ферментов и уменьшал уровень малонового диальдегида (MDA) и TNF-α [10].

Обобщенные результаты экспериментальных исследований на различных лабораторных животных подтверждают, что гепатопротекторный эффект силимарина реализуется через комплексное влияние на антиоксидантные системы, регуляцию воспалительных медиаторов и стабилизацию клеточных структур, что сопровождается уменьшением некротических и фибротических изменений печеночной ткани [12, 13].

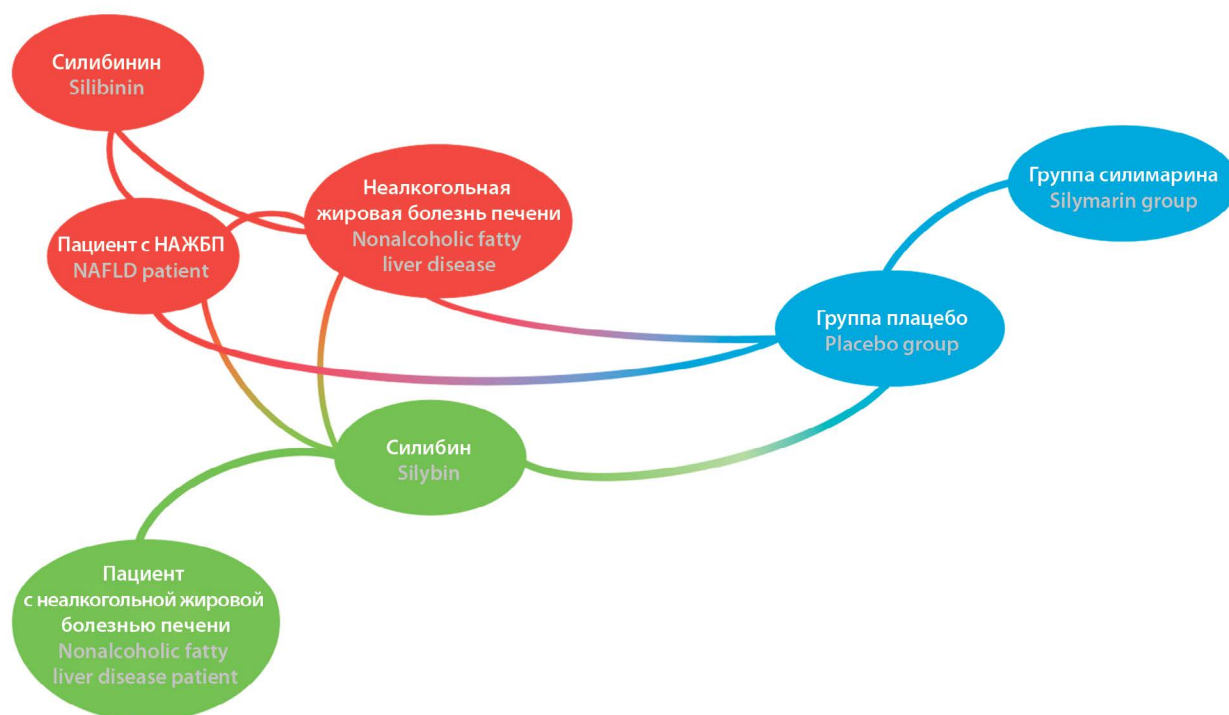


Рисунок предоставлен авторами  
The figure was provided by the authors

**Рисунок 2.** Библиометрическая карта совместной встречаемости ключевых слов, отражающая основные тематические направления исследований, посвященных применению силимарина и силибинина при неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП)

**Figure 2.** Bibliometric keyword co-occurrence map reflecting the main thematic areas of research on the application of silymarin and silibinin in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD)

### Противовоспалительные механизмы

Силимарин подавляет активацию NF-κB за счет ингибирования фосфорилирования IκB-α и предотвращения транслокации NF-κB в ядро клетки. Это сопровождается снижением продукции провоспалительных цитокинов TNF-α, IL-1β, IL-6, IFN-γ, IL-2 и IL-4 [2, 14].

Кроме того, ингибируется активация инфламмосомы NLRP3 и модулируются сигнальные пути MAPK (p38, JNK, ERK), что приводит к уменьшению воспалительной реакции, снижению апоптоза и ограничению окислительного повреждения гепатоцитов [2, 7].

### Антифибротические и метаболические эффекты

При стеатозе, индуцированном высококалорийной диетой, силибин А снижает уровень триглицеридов, уменьшает количество липидных включений и увеличивает содержание фосфолипидов (PC, PE, PS, PI).

В экспериментальных моделях НАЖБП показано, что силибин способен индуцировать перестройку липидного метаболизма с переключением синтеза триглицеридов в сторону образования структурных фос-

фолипидов, что сопровождается уменьшением внутриклеточного накопления липидов и снижением выраженности стеатоза [13].

Клинические исследования комбинированной терапии (силимарин в сочетании с α-липоевой кислотой на фоне средиземноморской диеты) продемонстрировали улучшение показателей метаболической дисфункции и уменьшение степени стеатоза печени по данным инструментальной диагностики [11].

Дополнительно установлено, что силимарин регулирует продукцию оксида азота (NO), ингибируя индуцируемую NO-синтазу, нормализует митохондриальную гиперэкспрессию SOD2 и тем самым снижает выраженность некротических и воспалительных изменений по гистологическим данным.

### Антиканцерогенный потенциал

Силимарин проявляет антиканцерогенные свойства, включая подавление опухолевого роста, ингибирование ангиогенеза и метастазирования. Он модулирует молекулярные пути, регулирующие апоптоз, клеточную пролиферацию и инвазивность опухолевых клеток, а также снижает гепатотоксичность противоопухолевой терапии [4].

### Современные лекарственные формы и биодоступность

Из-за выраженной липофильности силимарина его пероральная биодоступность остается ограниченной и составляет в среднем 20–50 %. Низкая растворимость в водной среде и эффект «первого прохождения» через печень уменьшают степень системной абсорбции.

Для повышения биодоступности и клинической эффективности разрабатываются современные лекарственные формы, включая фосфолипидные комплексы (фитосомы), наночастицы, липосомальные системы доставки и твердые дисперсии, улучшающие растворимость и всасывание действующего вещества [15].

В клинической практике и исследованиях используются различные фармацевтические формы силимарина:

- **Legalon** – водорастворимое производное силимарина, продемонстрировавшее эффективность и безопасность во II фазе клинических исследований при хроническом гепатите С и циррозе печени.
- **Siliphos** – фосфолипидный комплекс силибина (фитосомальная форма), прошедший II фазу клинических испытаний при НАСГ и I фазу при гепатите С.
- **Realsil** – комбинированный препарат на основе силибина, завершивший III фазу клинических исследований при фиброзе печени, стеатозе и НАСГ.

Разработка и совершенствование данных лекарственных форм направлены на преодоление фармакокинетических ограничений силимарина и расширение возможностей его клинического применения при хронических заболеваниях печени.

### Заключение

На сегодняшний день ведутся активные исследования по расширению спектра применения силимарина, который используется в комплексной терапии заболеваний печени различной этиологии. Его фармакологическое действие является многофакторным и реализуется через антиоксидантные, противовоспалительные, антифибротические и антиканцерогенные механизмы. Соединение снижает интенсивность перекисного окисления липидов, регулирует активность провоспалительных цитокинов и сигнальных каскадов (включая NF- $\kappa$ B), стабилизирует мембраны гепатоцитов и активирует синтез белка, тем самым поддерживая регенераторный потенциал печеночной ткани. Комплексность его действия обуславливает влияние сразу на несколько ключевых звеньев патогенеза хронических гепатопатий.

Наряду с антиоксидантным и иммуномодулирующим эффектами силимарин демонстрирует выраженные антифибротические свойства, связанные с ингибированием активации звездчатых клеток печени и

снижением избыточного синтеза компонентов внеклеточного матрикса. Дополнительно описаны его противоопухолевые эффекты, реализуемые через регуляцию процессов апоптоза, ангиогенеза и клеточного метаболизма. В клинической практике применение силимарина сопровождается положительной динамикой биохимических показателей функции печени – снижением уровней АЛТ и АСТ, а также уменьшением выраженности воспалительных и некротических изменений, что подтверждается морфологическими исследованиями печеночной ткани.

В настоящее время разработаны различные лекарственные формы силимарина, направленные на повышение его биодоступности и усиление терапевтического ответа, что обусловлено исходно низкой растворимостью и ограниченной абсорбцией действующего вещества в желудочно-кишечном тракте. Водорастворимые производные, представленные препаратом Legalon, успешно прошли вторую фазу клинических исследований при гепатите С и циррозе печени. Фосфолипидный комплекс Siliphos завершил вторую фазу клинических испытаний при неалкогольном стеатогепатите (НАСГ), а также первую фазу при гепатите С и гепатоцеллюлярной карциноме. Другой фосфолипидный комплекс – Realsil – прошел третью фазу клинических исследований при фиброзе печени, стеатозе и НАСГ, продемонстрировав перспективность стратегии повышения биодоступности путем формирования липидных комплексов.

Совокупность экспериментальных и клинических данных подтверждает значительный терапевтический потенциал силимарина в качестве вспомогательного средства при хронических заболеваниях печени. В то же время сохраняется необходимость проведения крупных рандомизированных контролируемых исследований, направленных на уточнение оптимальных режимов дозирования, продолжительности терапии, критериев отбора пациентов и оценки долгосрочной клинической эффективности различных лекарственных форм силимарина.

### Литература / References

1. Angelico F. Chronic liver disease and management with silymarin: an introductory review of a clinical case collection. *Drugs in Context*. 2024;13:2023–7–4. <https://doi.org/10.7573/dic.2023-7-4>
2. Jaffar H. M., Al-Asmari F., Khan F. A., Rahim M. A., Zongo E. Silymarin: Unveiling its pharmacological spectrum and therapeutic potential in liver diseases—A comprehensive narrative review. *Food Science & Nutrition*. 2024;12(5):3097–3111. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4010>
3. Shahsavari K., Ardekani S. S., Ardekani M. R. S., Esfahani M. M., Kazemizadeh H., Jamialahmadi T., Iranshahi M., Khanavi M., Hasanzpour M. Are alterations needed in *Silybum marianum* (Silymarin) administration practices? A novel outlook and meta-analysis on randomized trials targeting liver injury. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2025;25(1):134. <https://doi.org/10.1186/s12906-025-04886-y>

4. Koltai T., Fliegel L. Role of Silymarin in Cancer Treatment: Facts, Hypotheses, and Questions. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*. 2022;27:2515690X211068826. <https://doi.org/10.1177/2515690X211068826>
5. Okiljević B., Martić N., Govedarica S., Višnjić B. A., Bosanac M., Baljak J., Pavlić B., Milanović I., Rašković A. Cardioprotective and Hepatoprotective Potential of Silymarin in Paracetamol-Induced Oxidative Stress. *Pharmaceutics*. 2024;16(4):520. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16040520>
6. Alharbi F. K. Silymarin alleviates diclofenac-induced hepatotoxicity in male Wistar rats: Histopathological investigation. *Open Veterinary Journal*. 2025;15(4):1790–1797. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i4.31>
7. Dhande D., Dhok A., Anjankar A., Nagpure S. Silymarin as an Antioxidant Therapy in Chronic Liver Diseases: A Comprehensive Review. *Cureus*. 2024;16(8):e67083. <https://doi.org/10.7759/cureus.67083>
8. Martinez E. C., Herrera D., Mogan S., Hameed Z., Jangda A. A., Khan T. J., Mroke P., Sajid S., Shah Y. R., Baig I. Impact of Silymarin Supplements on Liver Enzyme Levels: A Systematic Review. *Cureus*. 2023;15(10):e47608. <https://doi.org/10.7759/cureus.47608>
9. Khalil M. R., El-Demerdash R. S., Elminshawy H. H., Mehanna E. T., Mesbah N. M., Abo-Elmatty D. M. Therapeutic effect of bone marrow mesenchymal stem cells in a rat model of carbon tetrachloride induced liver fibrosis. *Biomedical Journal*. 2021;44(5):598–610. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.04.011>
10. Jiang G., Sun C., Wang X., Mei J., Li C., Zhan H., Liao Y., Zhu Y., Mao J. Hepatoprotective mechanism of *Silybum marianum* on nonalcoholic fatty liver disease based on network pharmacology and experimental verification. *Bioengineered*. 2022;13(3):5216–5235. <https://doi.org/10.1080/21655979.2022.2037374>
11. Cano Contreras A. D., Del Rocio Francisco M., Vargas Bascuro J. L., Gonzalez-Gomez K. D., Amieva-Balmori M., Roesch Dietlen F., Remes-Troche J. M. Effect of alpha-lipoic acid and *Silybum marianum* supplementation with a Mediterranean diet on metabolic dysfunction-associated steatosis. *World Journal of Hepatology*. 2025;17(1):101704. <https://doi.org/10.4254/wjh.v17.i1.101704>
12. Khazaei R., Seidavi A., Bouyeh M. A review on the mechanisms of the effect of silymarin in milk thistle (*Silybum marianum*) on some laboratory animals. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;8(1):289–301. <https://doi.org/10.1002/vms3.641>
13. Koeberle S. C., Thürmer M., Su F., Werner M., Grander J., Hofer L., Gollowitzer A., Xuan L. L., Benschaid F. J., Bonyadi Rad E., Zarrelli A., Di Fabio G., Werz O., Romanucci V., Lupp A., Koeberle A. Silybin A from *Silybum marianum* reprograms lipid metabolism to induce a cell fate-dependent class switch from triglycerides to phospholipids. *Theranostics*. 2025;15(5):2006–2034. <https://doi.org/10.7150/thno.99562>
14. Zhao Y., Zhou Y., Gong T., Liu Z., Yang W., Xiong Y., Xiao D., Cifuentes A., Ibáñez E., Lu W. The clinical anti-inflammatory effects and underlying mechanisms of silymarin. *iScience*. 2024;27(11):111109. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111109>
15. Selc M., Macova R., Babelova A. Novel Strategies Enhancing Bioavailability and Therapeutic Potential of Silybinin for Treatment of Liver Disorders. *Drug Design, Development and Therapy*. 2024;18:4629–4659. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S483140>

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-3-53-55>



## Растровая электронная микроскопия в анализе просвирника низкого травя

А. А. Гудкова, А. П. Лычагин, К. А. Дубровина, А. А. Горохова

Гербариум. 2025;2(4):17–23. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-53> Статья опубликована: 10.10.2025.

На странице 18 в исходную версию статьи редакция внесла изменение в английский заголовок статьи.

### Вместо:

Scanning electron microscopy in the analysis of a low-level prosvirnik

### Исправлено на:

Scanning electron microscopy in the analysis of *Malva pusilla* Sm.

На этой же странице в исходную версию статьи редакция внесла изменение в Abstract.

### Вместо:

**Introduction.** As an additional method to clarify the topography and structural features of structures that are important in assessing the authenticity of a plant object, modern high-precision methods have recently been resorted to, which include scanning electron microscopy.

**Aim.** The purpose of the work was to analysis of the morphology of the surface of the *Málva pusilla* by scanning electron microscopy.

**Materials and methods.** The study was conducted the *Málva pusilla*, an herb growing in the Voronezh Region and harvested during mass flowering in 2023. The morphology of the surface of the *Málva pusilla*, after spraying a graphite nanofilm on it in vacuum with a carbon filament, was performed by scanning electron microscopy (JSM-6510LV JEOL electron microscope, Japan).

**Results and discussion.** Scanning electron microscopy made it possible to study the surface relief of the object under study. The topography of the trichomes of the upper side of the leaf and the structure of the base, consisting of a rosette of epidermal cells slightly elevated above the epidermis, have been clarified. On the underside of the leaf, the presence of numerous glandular trichomes was revealed, including a single or bicellular pedicle and a multicellular head, the cells of which collapse during drying of plant raw materials. The epidermal cells of the sepals are strongly sinuous, and the cell walls have clearly visible thickenings. The stomata are large, numerous, and occur on both sides of the leaf and the sepals of the provender low. With the help of microregenstruktural analysis, it was established that potassium and calcium are the major elements. Potassium and magnesium are mainly localized in the tissues of the upper side and petals of the calyx, calcium and sulfur in the tissues of the lower side of the leaf, phosphorus in the tissues of the petals of the calyx.

**Conclusion.** The paper clarifies and supplements the description of morphological features, and also presents for the first time the results of a study of the *Málva pusilla* grass using scanning electron microscopy. Thanks to the use of a high-precision analysis method, the main morphological features of the *Málva pusilla* have been visualized and topographed, and the structure of diagnostically significant structures has been clarified. Microroentgenstruktural analysis in a specific area of the facility made it possible to identify the composition of the main macro- and microelements and establish the prevailing amount of potassium and calcium.

### Исправлено на:

**Introduction.** As an additional method to clarify the topography and structural features of structures that are important in assessing the authenticity of a plant object, modern high-precision methods have recently been resorted to, which include scanning electron microscopy.

**Aim.** The purpose of the work was to analyse the morphology of the surface of the *Malva pusilla* Sm. by scanning electron microscopy.

**Materials and methods.** The study was conducted on the *Malva pusilla* Sm., an herb growing in the Voronezh Region and harvested during mass flowering in 2023. The morphology of the surface of *Malva pusilla* Sm. was performed by scanning electron microscopy (JSM-6510LV JEOL electron microscope, Japan) after spraying a graphite nanofilm onto it in vacuum using a carbon filament.

**Results and discussion.** Scanning electron microscopy made it possible to study the surface relief of the object under study. The topography of the trichomes of the upper side of the leaf and the structure of the base, consisting of a rosette of epidermal cells slightly elevated above the epidermis, have been clarified. On the underside of the leaf, the presence of numerous glandular trichomes was revealed, including a single or bicellular pedicle and a multicellular head, the cells of which collapse during drying of plant raw materials. The epidermal cells of the sepals are strongly sinuous, and the cell walls have clearly visible thickenings. The stomata are large, numerous, and occur on both sides of the leaf and the sepals of the plant. With the help of micro-X-ray structural analysis, it was established that potassium and calcium are the major elements.

Potassium and magnesium are mainly localized in the tissues of the upper side and petals of the calyx, calcium and sulfur in the tissues of the lower side of the leaf, phosphorus in the tissues of the petals of the calyx.

**Conclusion.** The paper clarifies and supplements the description of morphological features, and also presents for the first time the results of a study of the *Malva pusilla* Sm. grass using scanning electron microscopy. Thanks to the use of a high-precision analysis method, the main morphological features of the *Malva pusilla* Sm. have been visualized and topographed, and the structure of diagnostically significant structures has been clarified. Microrentgenstructural analysis in a specific area of the facility made it possible to identify the composition of the main macro- and microelements and establish the prevailing amount of potassium and calcium.

На 18 странице в исходную версию статьи редакция внесла изменение в Keywords.

**Вместо:**

**Keywords:** *Málva pusilla*, morphological features, scanning electron microscopy, authenticity, microrentgenstructural analysis

**Исправлено на:**

**Keywords:** *Malva pusilla* Sm., morphological features, scanning electron microscopy, authenticity, micro-X-ray structural analysis

На 18 странице в исходную версию статьи редакция внесла изменение в For citation.

**Вместо:**

**For citation:** Gudkova A. A., Lychagin A. P., Dubrovina K. A., Gorokhova A. A. Scanning electron microscopy in the analysis of a low-level prosvirnik. *Herbarium*. 2025;2(4):17–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-53>

**Исправлено на:**

**For citation:** Gudkova A. A., Lychagin A. P., Dubrovina K. A., Gorokhova A. A. Scanning electron microscopy in the analysis of *Malva pusilla* Sm. *Herbarium*. 2025;2(4):17–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-53>

Внесение исправление не повлияло на содержание статьи.

Обновлена онлайн-версия статьи на сайте журнала.

## Scanning electron microscopy in the analysis of *Malva pusilla* Sm.

Alevtina A. Gudkova, Alexey P. Lychagin, Ksenia A. Dubrovina, Arina A. Gorokhova

*Herbarium*. 2025;2(4):17–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-53> Published: 10.10.2025.

On page 18 of the original version of the article, the editors made a change to the English title of the article.

**Instead:**

Scanning electron microscopy in the analysis of a low-level prosvirnik

**Corrected to:**

Scanning electron microscopy in the analysis of *Malva pusilla* Sm.

On the same page, the editors made a change to the Abstract in the original version of the article.

**Instead:**

**Introduction.** As an additional method to clarify the topography and structural features of structures that are important in assessing the authenticity of a plant object, modern high-precision methods have recently been resorted to, which include scanning electron microscopy.

**Aim.** The purpose of the work was to analysis of the morphology of the surface of the *Málva pusilla* by scanning electron microscopy.

**Materials and methods.** The study was conducted the *Málva pusilla*, an herb growing in the Voronezh Region and harvested during mass flowering in 2023. The morphology of the surface of the *Málva pusilla*, after spraying a graphite nanofilm on it in vacuum with a carbon filament, was performed by scanning electron microscopy (JSM-6510LV JEOL electron microscope, Japan).

**Results and discussion.** Scanning electron microscopy made it possible to study the surface relief of the object under study. The topography of the trichomes of the upper side of the leaf and the structure of the base, consisting of a rosette of epidermal

cells slightly elevated above the epidermis, have been clarified. On the underside of the leaf, the presence of numerous glandular trichomes was revealed, including a single or bicellular pedicle and a multicellular head, the cells of which collapse during drying of plant raw materials. The epidermal cells of the sepals are strongly sinuous, and the cell walls have clearly visible thickenings. The stomata are large, numerous, and occur on both sides of the leaf and the sepals of the provender low. With the help of microregenstruktural analysis, it was established that potassium and calcium are the major elements. Potassium and magnesium are mainly localized in the tissues of the upper side and petals of the calyx, calcium and sulfur in the tissues of the lower side of the leaf, phosphorus in the tissues of the petals of the calyx.

**Conclusion.** The paper clarifies and supplements the description of morphological features, and also presents for the first time the results of a study of the *Málva pusilla* grass using scanning electron microscopy. Thanks to the use of a high-precision analysis method, the main morphological features of the *Málva pusilla* have been visualized and topographed, and the structure of diagnostically significant structures has been clarified. Microrentgenstruktural analysis in a specific area of the facility made it possible to identify the composition of the main macro- and microelements and establish the prevailing amount of potassium and calcium.

#### Corrected to:

**Introduction.** As an additional method to clarify the topography and structural features of structures that are important in assessing the authenticity of a plant object, modern high-precision methods have recently been resorted to, which include scanning electron microscopy.

**Aim.** The purpose of the work was to analyse of the morphology of the surface of the *Malva pusilla* Sm. by scanning electron microscopy.

**Materials and methods.** The study was conducted the on *Malva pusilla* Sm., an herb growing in the Voronezh Region and harvested during mass flowering in 2023. The morphology of the surface of *Malva pusilla* Sm. was performed by scanning electron microscopy (JSM-6510LV JEOL electron microscope, Japan) after spraying a graphite nanofilm onto it in vacuum using a carbon filament.

**Results and discussion.** Scanning electron microscopy made it possible to study the surface relief of the object under study. The topography of the trichomes of the upper side of the leaf and the structure of the base, consisting of a rosette of epidermal cells slightly elevated above the epidermis, have been clarified. On the underside of the leaf, the presence of numerous glandular trichomes was revealed, including a single or bicellular pedicle and a multicellular head, the cells of which collapse during drying of plant raw materials. The epidermal cells of the sepals are strongly sinuous, and the cell walls have clearly visible thickenings. The stomata are large, numerous, and occur on both sides of the leaf and the sepals of the plant. With the help of micro-X-ray structural analysis, it was established that potassium and calcium are the major elements. Potassium and magnesium are mainly localized in the tissues of the upper side and petals of the calyx, calcium and sulfur in the tissues of the lower side of the leaf, phosphorus in the tissues of the petals of the calyx.

**Conclusion.** The paper clarifies and supplements the description of morphological features, and also presents for the first time the results of a study of the *Malva pusilla* Sm. grass using scanning electron microscopy. Thanks to the use of a high-precision analysis method, the main morphological features of the *Malva pusilla* Sm. have been visualized and topographed, and the structure of diagnostically significant structures has been clarified. Microrentgenstruktural analysis in a specific area of the facility made it possible to identify the composition of the main macro- and microelements and establish the prevailing amount of potassium and calcium.

On page 18 of the original version of the article, the editors made a change to the Keywords.

#### Instead:

**Keywords:** *Málva pusilla*, morphological features, scanning electron microscopy, authenticity, microrentgenstruktural analysis

#### Corrected to:

**Keywords:** *Malva pusilla* Sm., morphological features, scanning electron microscopy, authenticity, micro-X-ray structural analysis

On page 18 of the original version of the article, the editors made a change to For citation.

#### Instead:

**For citation:** Gudkova A. A., Lychagin A. P., Dubrovina K. A., Gorokhova A. A. Scanning electron microscopy in the analysis of a low-level prosvirnik. *Herbarium*. 2025;2(4):17–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-53>

#### Corrected to:

**For citation:** Gudkova A. A., Lychagin A. P., Dubrovina K. A., Gorokhova A. A. Scanning electron microscopy in the analysis of *Malva pusilla* Sm. *Herbarium*. 2025;2(4):17–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-53>

The correction did not affect the content of the article.

The online version of the article on the journal's website has been updated.

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

В своей редакционной политике журнал следует принципам целостности публикаций в научных журналах, соответствующим положениям авторитетных международных ассоциаций, таких как Committee on Publication Ethics (COPE), Council of Science Editors (CSE), International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), European Medical Writers Association (EMWA) и World Association of Medical Editors (WAME), устанавливающих стандарты этического поведения всех вовлеченных в публикацию сторон (авторов, редакторов журнала, рецензентов, издательства и научного общества). Журнал с помощью всестороннего, объективного и честного рецензирования стремится отбирать для публикации лишь материалы, касающиеся научных исследований наивысшего качества.

Научно-практический журнал профиля «**Гербариум**» является регулярным рецензируемым печатным изданием, отражающим результаты передовых исследований фармацевтической отрасли.

Тематика журнала многогранна и охватывает вопросы ботанико-фармакогносической характеристики фармакопейных и перспективных видов растений и грибов, в том числе культуры клеток и тканей; выделение и изучение структуры биологически активных соединений; поиск новых природных лекарственных средств и технология их получения; определение биологической активности суммарных экстрактов и очищенных веществ, в том числе *in silico*, опыт клинического применения лекарственных растительных средств; стандартизация лекарственного растительного сырья и фармацевтических субстанций растительного и иного природного происхождения; проблемы заготовки и культивирования лекарственных и ароматических растений, ресурсо-ведческие исследования.

Содержание научных работ, публикуемых в журнале, соответствуют отраслям науки: фармацевтическая химия, фармакогнозия (фармацевтические); промышленная фармация и технология получения лекарств (фармацевтические науки); фармакология, клиническая фармакология (медицинские и фармацевтические науки); ботаника (фармацевтические, биологические и сельскохозяйственные науки).

Публикуемые материалы должны соответствовать следующим критериям:

- Научная актуальность и значимость проблемы, которой посвящена статья (тематика статьи должна представлять интерес для широкого круга исследователей, занимающихся разработкой и регистрацией лекарственных средств).
- Высокая степень доказательности (современная исследовательская база, наличие сертификатов на оборудование, достаточный объем выборок и подходы к математической обработке результатов исследования).
- Концептуальный характер исследования (авторы не должны ограничиваться констатацией фактов, необходим анализ полученного материала с учетом данных литературы, должны быть высказаны новые идеи и гипотезы).

### УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

1. К рассмотрению принимаются материалы только в электронном виде, направленные в редакцию через систему на сайте в формате .doc или .docx (незащищенный формат файлов).
2. Рассматриваются только оригинальные материалы, ранее не публиковавшиеся и не нарушающие авторские права других лиц. Все статьи проходят проверку в системе «Антиплагиат»; уникальность текста статьи должна составлять не менее 75 %. При выявлении подобных текстов одного и того же автора в других печатных и электронных изданиях, статья снимается с публикации.
3. Согласно требованиям Высшей аттестационной комиссии, журнал отдает приоритет аспирантским и докторским работам, срок их публикации зависит от предполагаемой даты защиты, которую авторы должны указать в первичных документах, прилагаемых к рукописи.
4. Авторы должны заполнить и подписать Сопроводительное письмо, отсканировать и загрузить при подаче рукописи в редакцию (в формате \*.pdf или \*.jpg).

### ПОРЯДОК ПУБЛИКАЦИИ РУКОПИСЕЙ

1. Рукописи обязательно проходят первичный отбор на соответствие оформления статьи согласно требованиям журнала «Гербариум». В случае несоответствия правилам оформления Редакция вправе отказать в публикации или прислать свои

замечания к статье, которые должны быть исправлены Автором перед рецензированием.

2. Все рукописи, прошедшие первичный отбор, направляются по профилю научного исследования на экспертизу и проходят обязательное конфиденциальное рецензирование. Все рецензенты являются признанными специалистами, имеющими публикации по тематике рецензируемой статьи в течение последних 3 лет или в области обработки данных. Рецензирование проводится конфиденциально как для Автора, так и для самих рецензентов. При получении положительных рецензий работа считается принятой к рассмотрению редакционной коллегией, которая выносит решение, в каком номере журнала будет опубликована статья.
3. Все утвержденные статьи поступают в работу к редактору и корректору.

Окончательный макет статьи согласовывается с автором.

### ЕДИНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ «Гербариум»

Составлены с учетом требований Высшей аттестационной комиссии РФ и «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов.

Оригинальную версию «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов, можно посмотреть на сайте [www.ICMJE.org](http://www.ICMJE.org)

Проведение и описание всех клинических исследований должно быть в полном соответствии со стандартами CONSORT – <http://www.consort-statement.org>

### ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Электронный вариант статьи прилагается в формате A4 Microsoft Word (\*.doc), Поля 2 см, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14 пунктов через 1,5 интервала.

Объем рукописи: обзор – 15–20 страниц; оригинальные статьи – 10–12 страниц, включая литературу, таблицы и подписи к рисункам. Страницы рукописи следует нумеровать.

**Перечень документов**, подаваемый на рассмотрение в редакцию журнала «Гербариум», должен включать в себя:

1. Сопроводительное письмо.
2. Текст статьи.

### 1. СОПРОВОДИТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО

Авторы должны предоставить заполненное и подписанное сопроводительное письмо, приложив к нему указанные в тексте письма документы.

### 2. РУКОПИСЬ

#### РУССКОЯЗЫЧНЫЙ БЛОК

#### Титульный лист:

1. УДК;
2. название статьи;
3. фамилии и инициалы авторов;
4. полные названия учреждений (надстрочными арабскими цифрами отмечают соответствие учреждений, в которых работают авторы), полный почтовый адрес учреждений;
5. e-mail и телефон автора, ответственного за контакты с редакцией
6. ORCID всех авторов статьи.

#### Резюме и ключевые слова

Объем резюме должен составлять 250–300 слов.

*Резюме оригинальной статьи должно быть структурированным:*

**Введение** (введение работы в сжатой форме).

**Цель** (цель работы в сжатой форме).

**Материалы и методы** (методы исследования, если необходимо, то указать их преимущества по сравнению с ранее применявшимися методическими приемами; характеристика материала).

**Результаты** (основные результаты исследования).

**Заключение** (основные выводы).

*Резюме обзорной статьи также должно быть структурированным:*

**Введение** (введение работы в сжатой форме).

**Текст** (описание содержания текста статьи в сжатой форме)

**Заключение** (основные выводы).

Все аббревиатуры в резюме необходимо раскрывать (несмотря на то, что они будут раскрыты в основном тексте статьи). Текст

резюме должен быть связанным, с использованием слов «следовательно», «например», «в результате».

На сайте британского издательства Emerald приведены примеры качественных рефератов для различных типов статей (обзоры, научные статьи, концептуальные статьи, практические статьи – <http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/abstracts.htm?part=2&PHPSESSID=hdac5rtkb73ae013ofk4g8nrv1>)

**Ключевые слова:** (5–8) помещают под резюме после обозначения «Ключевые слова». Ключевые слова должны использовать термины из текста статьи, определяющие предметную область и способствующие индексированию статьи в поисковых системах, и не повторять название статьи.

**Вклад авторов.** Авторы должны написать информацию о их вкладе в работу (пример: Авторы X1, X2 и X3 придумали и разработали эксперимент, авторы X4 и X5 синтезировали образцы и провели их электрохимическое исследование. X3 и X4 провели исследования методом спектроскопии комбинационного рассеяния и ЯМР. Авторы X1 и X6 участвовали в обработке данных. Автор X7 проводил теоретические расчеты. Авторы X1, X2 и X7 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов).

#### АНГЛОЯЗЫЧНЫЙ БЛОК

##### Article title

Англоязычное название должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

##### Affiliation

Необходимо указывать официальное англоязычное название учреждения и почтовый адрес. Наиболее полный список названий учреждений и их официальная англоязычная версия можно найти на сайте РУНЭБ: <http://elibrary.ru>

##### Образец оформления

Mental Health Research Institute  
4, Aleutskaya Str., Tomsk, 634014, Russian Federation

##### Abstract

Резюме статьи на английском языке должно по смыслу и структуре (для оригинальной статьи: Introduction, Aim, Materials and methods, Results and discussion, Conclusion; для обзорной статьи: Introduction, Text, Conclusion) соответствовать русскоязычному, по содержанию может быть более полным. Необходимо использовать активный, а не пассивный залог. Во избежание искажения основных понятий желательно иметь соответствующие английские термины. Это особенно важно, когда приводятся названия особых заболеваний, синдромов, упоминаются авторы или конкретные методы.

##### Keywords

Для выбора ключевых слов на английском языке следует использовать тезаурус Национальной медицинской библиотеки США – Medical Subject Headings (MeSH).

**Contribution of the authors.** Вклад авторов на английском языке должен соответствовать русскоязычному.

#### ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

Оригинальные статьи должны иметь следующую структуру: а) введение; б) материалы и методы; в) результаты; г) обсуждение; д) заключение.

Обзорные статьи должны иметь следующую структуру а) введение; б) текст; д) заключение.

Текст обзорной статьи следует разделять на соответствующие содержанию статьи подразделы.

Должен быть переведен текст в таблицах и в рисунках. Текст должен быть и на русском, и на английском языках.

##### Введение

В разделе дается обоснование актуальности исследования и четко формулируется цель исследования.

##### Материалы и методы

Названия лекарственных средств следует писать со строчной буквы на русском языке с обязательным указанием международного непатентованного названия, а при его отсутствии — группировочного или химического названия. Международные непатентованные названия фармацевтических субстанций и торговые наименования лекарственных средств необходимо оформлять в соответствии с Государственным реестром лекарственных средств

([grls.rosminzdrav.ru](http://grls.rosminzdrav.ru)). При описании в работе результатов клинических исследований необходимо привести номер и дату разрешения на проведение клинического исследования согласно Реестру выданных разрешений на проведение клинических исследований лекарственных препаратов.

При описании используемых общелабораторных реактивов следует приводить их наименование, класс чистоты, фирму-производителя и страну происхождения [пример: хлористоводородная кислота, х.ч. (Сигма Тек, Россия)]. При описании специфических импортных реактивов [пример: из каталога Sigma-Aldrich] необходимо дополнительно приводить каталожный номер реактива.

При описании исследуемых лекарственных средств необходимо приводить их торговое наименование, фирму-производителя, страну происхождения, серию и срок годности [пример: Синдронол таблетки пролонгированного действия, покрытые пленочной оболочкой 4 мг, производства ФАРМАТЕН С.А., Греция, серия 1100638, срок годности до 05.2013].

При описании используемых стандартных образцов необходимо приводить количественное содержание активного вещества в стандартном образце, фирму-производителя, страну происхождения, серию и срок годности [пример: римантадина гидрохлорид, субстанция-порошок, содержание римантадина 99,9 %, Чжецзян Апелоа Кангю Фармацевтикал Ко.Лтд, Китай, серия KY-RH-M20110116, годен до 27.01.2016 г.].

При описании используемого аналитического оборудования необходимо указывать его название, фирму-производителя и страну происхождения [пример: прибор для теста «Растворение» DT-720 (ERWEKA GmbH, Германия)].

При описании используемого программного обеспечения необходимо указывать его название, версию, фирму-производителя, страну происхождения [пример: ChemStation (ver. B.04.03), Agilent Technologies, США].

При приведении в работе первичных данных аналитических исследований (спектров, хроматограмм, калибровочных графиков) их необходимо приводить в цвете, в прослеживаемом формате, с четкими, разборчивыми подписями осей, пиков, спектральных максимумов и т. д.). Названия лекарственных средств следует писать со строчной буквы на русском языке с обязательным указанием международного непатентованного названия, а при его отсутствии — группировочного или химического названия.

Числовые данные необходимо указывать цифрами, в десятичных дробях использовать запятые. Математические и химические формулы писать четко, с указанием на полях букв алфавита (русский, латинский, греческий), а также прописных и строчных букв, показателей степени, индексов. К статье может быть приложено необходимое количество таблиц и рисунков. Все таблицы и рисунки должны иметь номер и название, текст статьи должен содержать ссылку на них.

Рукописи статей, в которых при достаточном объеме экспериментальных данных отсутствует статистический анализ, а также некорректно использованы или описаны применяемые статистические методы, могут быть отклонены редакцией журнала.

Необходимо давать определение всем используемым статистическим терминам, сокращениям и символическим обозначениям. Например:  $\bar{M}$  – выборочное среднее;  $m$  – ошибка среднего;  $\sigma$  – стандартное квадратичное отклонение;  $p$  – достигнутый уровень значимости и т.д. Если используется выражение типа  $M \pm m$ , указать объем выборки  $n$ . Если используются статистические критерии имеют ограничения по их применению, указать, как проверялись эти ограничения и каковы результаты проверок. При использовании параметрических критериев описывается процедура проверки закона распределения (например, нормального) и результаты этой проверки.

Точность представления результатов расчетных показателей должна соответствовать точности используемых методов измерения. Средние величины не следует приводить точнее, чем на один десятичный знак по сравнению с исходными данными. Рекомендуется проводить округление результатов (средних и показателей вариативности) измерения показателя до одинакового количества десятичных знаков, так как их разное количество может быть интерпретировано как различная точность измерений.

Согласно современным правилам, рекомендуется вместо термина «достоверность различий» использовать термин «уровень

статистической значимости различий». В каждом конкретном случае рекомендуется указывать фактическую величину достигнутого уровня значимости  $p$  для используемого статистического критерия. Если показатель может быть рассчитан разными методами и они описаны в работе, то следует указать, какой именно метод расчета применен (например, коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена, бисериальный и т. п.).

#### Результаты и обсуждение

В разделе в логической последовательности представляются результаты исследования в виде текста, таблиц или рисунков (графики, диаграммы). Следует избегать повторения в тексте данных из таблиц или рисунков. В качестве альтернативы таблицам с большим числом данных используются графики. На графиках и диаграммах рекомендуется указывать доверительный интервал или квадратичное отклонение. На графиках обязательно должны быть подписи и разметка осей, указаны единицы измерений.

В разделе следует выделить новые и важные аспекты результатов проведенного исследования, проанализировать возможные механизмы или толкования этих данных, по возможности сопоставить их с данными других исследователей. Не следует повторять сведения, уже приводившиеся в разделе «Введение», и подробные данные из раздела «Результаты». В обсуждение можно включить обоснованные рекомендации и возможное применение полученных результатов в предстоящих исследованиях.

В обзорных статьях рекомендуется описать методы и глубину поиска статей, критерии включения найденных материалов в обзор.

#### Заключение

В разделе представляются сформулированные в виде выводов результаты решения проблемы, указанной в заголовке и цели статьи. Не следует ссылаться на незавершенную работу. Выводы работы должны подтверждаться результатами проведенного статистического анализа, а не носить декларативный характер, обусловленный общими принципами.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

##### Конфликт интересов

Указать наличие так называемого конфликта интересов, то есть условий и фактов, способных повлиять на результаты исследования (например, финансирование от заинтересованных лиц и компаний, их участие в обсуждении результатов исследования, написании рукописи и т. д.).

При отсутствии таковых использовать следующую формулировку: «Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи».

##### Источник финансирования

Необходимо указывать источник финансирования как научной работы, так и процесса публикации статьи (фонд, коммерческая или государственная организация, частное лицо и др.). Указывать размер финансирования не требуется. При отсутствии источника финансирования использовать следующую формулировку: «Авторы заявляют об отсутствии финансирования».

##### Соответствие принципам этики

Научно-исследовательские проекты с участием людей должны соответствовать этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвующие в исследовании, должны дать информированное согласие на участие в исследовании. Для публикации результатов оригинальной работы необходимо указать, подписывали ли участники исследования информированное согласие.

Научно-исследовательские проекты, требующие использования экспериментальных животных, должны выполняться с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации.

В обоих случаях необходимо указать, был ли протокол исследования одобрен этическим комитетом (с приведением названия соответствующей организации, номера протокола и даты заседания комитета).

#### Благодарности

Все члены коллектива, не отвечающие критериям авторства, должны быть перечислены с их согласия с подзаголовком «Выражение признательности».

#### ССЫЛКИ В ТЕКСТЕ СТАТЬИ

В журнале применяется **ванкуверский стиль цитирования**: в списке литературы ссылки нумеруются в порядке упоминания в тексте (независимо от языка, на котором дана работа), а не по алфавиту. Библиографические ссылки в тексте статьи обозначаются цифрами в квадратных скобках (ГОСТ Р 7.0.5-2008).

Библиографическая информация должна быть современной, авторитетной и исчерпывающей. Ссылки должны даваться на первоисточники и не цитировать один обзор, где они были упомянуты. Ссылки должны быть сверены авторами с оригинальными документами.

Каждый научный факт должен сопровождаться отдельной ссылкой на источник. Если в одном предложении упоминается несколько научных фактов, после каждого из них ставится ссылка (не в конце предложения). При множественных ссылках они даются в порядке хронологии [5–9]. Необходимо убедиться в том, что все ссылки, приведенные в тексте, присутствуют в списке литературы (и наоборот).

**Не следует ссылаться:** на неопубликованные статьи, на диссертации, а также авторефераты диссертаций, правильнее ссылаться на статьи, опубликованные по материалам диссертационных исследований.

**Следует избегать** ссылок на тезисы и статьи из сборников трудов и материалов конференций, поскольку их названия по требованию зарубежных баз данных должны быть переведены на английский язык. Еще не опубликованные, но принятые к печати статьи указываются «в печати» или «готовится к выходу», с добавлением письменного разрешения автора и издательства.

**Недопустимо самоцитирование**, кроме случаев, когда это необходимо (в обзоре литературы не более 3–5 ссылок).

Документы (приказы, ГОСТы, медико-санитарные правила, методические указания, положения, постановления, санитарно-эпидемиологические правила, нормативы, федеральные законы) нужно указывать в скобках в тексте.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы под заголовком **Литература/References** размещается в конце статьи и включает библиографическое описание всех работ, которые цитируются в тексте статьи.

Библиографические списки составляются с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals). Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают.

Учитывая требования международных систем цитирования, библиографические списки входят в англоязычный блок статьи и, соответственно, должны даваться не только на языке оригинала, но и в романском алфавите (латинскими буквами). Поэтому авторы статей должны представлять англоязычные источники латиницей, а русскоязычные – кириллицей и в романском алфавите. Транслитерируются фамилии авторов и русскоязычные названия источников (выделяется курсивом). Переводятся на английский язык названия статей, монографий, сборников статей, конференций с указанием после выходных данных языка источника (In Russ.). Название русскоязычных журналов в REFERENCES дается в *транслитерации, затем ставится знак = и дается английское название журнала* (не нужно самостоятельно переводить русское название журнала на английский язык, можно указать лишь ту версию названия на английском языке, которая, как правило, имеется на англоязычном сайте этого журнала. Если же ее нет, можно ограничиться транслитерацией).

Технология подготовки описания с использованием системы автоматической транслитерации и переводчика на сайте <http://www.translit.ru>

1. Войти на сайт translit.ru. В окошке «варианты» выбрать систему транслитерации BGN (Board of Geographic Names). Вставить в специальное поле ФИО авторов, название издания на русском языке и нажать кнопку «в транслит».
2. Копировать транслитерированный текст в готовящийся список.
3. Перевести с помощью переводчика Google название книги, статьи на английский язык, перенести его в готовящийся список. Перевод, безусловно, требует редактирования, поэтому данную часть необходимо готовить человеку, понимающему английский язык.
4. Объединить транслитерируемое и переводное описания, оформляя в соответствии с принятыми правилами.
5. В конце описания в круглых скобках указывается (In Russ.).

Образец оформления списка литературы

#### Литература/References

##### 1. Литература

Насырова Р. Ф., Иванов М. В., Незнанов Н. Г. Введение в психофармакогенетику. СПб.: Издательский центр СПб НИПНИ им. В. М. Бехтерева; 2015. 272 с.

##### References

Nasyrova R. F., Ivanov M. V., Neznanov N. G. *Vvedenie v psikhofarmakogenetiku* [Introduction to psychopharmacogenetics]. St. Petersburg: Izdatel'skiy tsentr SPb NIPNI im. V. M. Bekhtereva; 2015. 272 p. (In Russ.).

##### 2. Литература

Колесник А. П. Прогностическое значение экспрессии p53 у больных с ранними стадиями немелкоклеточного рака легкого. *Онкология*. 2013;15(1):20–23

##### References

Kolesnik A. P. Prognostic value of p53 expression in patients with early non-small cell lung cancer. *Onkologiya*. 2013;15(1):20–23. (In Russ.).

##### 3. Литература

Шульженко М. Г., Василенко И. А., Уграк Б. И., Шохин И. Е., Медведев Ю. В., Малашенко Е. А. Сравнительный анализ методов определения подлинности субстанции-порошок «Даларгин». *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2020;9(3):111–117 DOI: 10.33380/2305-2066-2020-9-3-111-117.

##### References

Shulzhenko M. G., Vasilenko I. A., Ugrak B. I., Shohin I. E., Medvedev Yu. V., Malashenko E. A. Comparative analysis of methods for determining the authenticity of the substance – «Dalargin» inquiry. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv = Drug development & registration*. 2020;9(3):111–117. (In Russ.). DOI: 10.33380/2305-2066-2020-9-3-111-117.

##### 4. Литература/References

Üçok A., Gaebel W. Side effects of atypical antipsychotics: a brief overview. *World Psychiatry*. 2008;7(1):58–62. DOI: 10.1002/j.2051-5545.2008.tb00154.x.

##### 5. Литература/References

Cornier M. A., Dabelea D., Hernandez T. L., Lindstrom R. C., Steig A. J., Nicole R. S., Van Pelt R. E., Wang H., Eckel R. H. The metabolic syndrome. *Endocrine Reviews*. 2008;29(7):777–822. DOI: 10.1210/er.2008-0024.

**В библиографическом описании** каждого источника должны быть представлены ВСЕ АВТОРЫ. Список литературы должен соответствовать формату, рекомендуемому Американской Национальной Организацией по Информационным стандартам (National Information Standards Organisation – NISO), принятому National Library of Medicine (NLM) для баз данных (Library's MEDLINE/PubMed database) NLM: <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>.

Названия периодических изданий могут быть написаны в сокращенной форме в соответствии с каталогом названий базы данных MedLine (NLM Catalog). Обычно эта форма написания самостоятельно принимается изданием; ее можно узнать на сайте издательства либо в списке аббревиатур Index Medicus. Если журнал не индексируется в MedLine, необходимо указывать его полное название. Названия отечественных журналов сокращать нельзя. Недопустимо сокращать название статьи.

**Библиографические стандарты описания цитируемых публикаций**

##### Монографии

Выходные данные указываются в следующей последовательности: фамилия и инициалы автора (авторов), название монографии (полностью раскрывая все слова), номер повторного изда-

ния, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

##### Образец оформления

Для русскоязычных источников

##### Литература

Соколова Г. Н., Потапова В. Б. Клинико-патогенетические аспекты язвенной болезни желудка. М.: Анахарсис; 2009. 328 с.

##### References

Sokolova G. N., Potapova V. B. *Kliniko-patogeneticheskie aspekty yazvennoy bolezni zheludka* [Clinical and pathogenetic aspects of gastric ulcer]. Moscow: Anacharsis; 2009:328 p. (In Russ.).

Для англоязычных источников

Jenkins P. F. Making sense of the chest x-ray: a hands-on guide. New York: Oxford University Press; 2005. 194 p.

Статья из журнала

Выходные данные указываются в следующей последовательности: автор(ы) (фамилии и инициалы всех авторов). Название статьи. Название журнала (курсивом). Год; том (в скобках номер журнала); цифры первой и последней страниц.

##### Образец оформления

Для русскоязычных источников

##### Литература

Шишкин С. В., Мустафина С. В., Щербаклова Л. В., Симонова Г. И. Метаболический синдром и риск инсульта в популяции Новосибирска. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2014;13(3):53–57.

##### References

Shishkin S. V., Mustafina S. V., Shcherbakova L. V., Simonova G. I. Metabolic syndrome and risk of stroke in the population of Novosibirsk. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2014;13(3):53–57. (In Russ.).

Для англоязычных источников

Dickerson F. B., Brown C. H., Kreyenbulh J. A., Fang L., Goldberg R. W., Wohlheiter K., Dixon L. B. Obesity among individuals with serious mental illness. *Acta Psychiatrica Scand*. 2006;113(4):306–313. DOI: 10.1111/j.1600-0447.2005.00637.x.

**Варианты библиографического описания материалов конференций:** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7272/>

**Варианты библиографического описания патентов:** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7260/>

**Варианты библиографического описания ресурсов удаленного доступа:** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7274/>

##### ТАБЛИЦЫ И РИСУНКИ

Таблицы и рисунки должны быть представлены на русском и английском языках.

##### Таблицы

Таблицы следует помещать в текст статьи, они должны иметь нумерованный заголовок на русском и английском языке и четко обозначенные графы, удобные и понятные для чтения. Данные таблицы должны соответствовать цифрам в тексте, однако не должны дублировать представленную в нем информацию.

Ссылки на таблицы в тексте обязательны. Для сноски применяется символ \*. Если используются данные из другого опубликованного или неопубликованного источника, должно быть полностью приведено его название.

##### Рисунки

Все рисунки (диаграммы, фотографии) нумеруются. В тексте должна быть ссылка на соответствующий рисунок.

Каждый рисунок должен сопровождаться подрисуночной подписью на русском и английском языках. В подрисуночных подписях не должно быть аббревиатур. Внутрисуточные обозначения подписываются цифрами или латинскими буквами.

Если рисунки ранее уже публиковались, необходимо указать оригинальный источник, представить письменное разрешение на их воспроизведение от держателя прав на публикацию.

Список подрисуночных подписей на русском и английском языках размещается в конце статьи.

Рисунки представляются отдельными файлами в формате \*.tif, \*.jpg, \*.cdr, \*.ai. с разрешением не менее 300 dpi.

Каждый файл именуется по фамилии первого автора и номеру рисунка.



**Гербариум**  
*Научный журнал*

## Новый научный журнал «Гербариум»

### Разделы журнала

- ☑ Фармацевтическая ботаника
- ☑ Химия природных соединений
- ☑ Анализ и стандартизация лекарственного растительного сырья
- ☑ Технология фитопрепаратов
- ☑ Биотехнология лекарственных растений
- ☑ Биологическая активность природных субстанций
- ☑ Лекарственное растениеводство. Заготовка лекарственного растительного сырья. Ресурсоведение



Научный рецензируемый журнал «Гербариум» объединяет исследователей и производителей, работающих в области фармакогнозии, фармацевтической ботаники, а также в сфере поиска, создания и применения лекарственных средств растительного и иного природного происхождения.

### Главный редактор журнала

**Шохин Игорь Евгеньевич**



### Сайт журнала





**Электронный журнал**

**Печатный журнал**

**Информационный ресурс**

## **Фармацевтический журнал «Разработка и регистрация лекарственных средств»**

### **Наша аудитория:**

Среди наших читателей специалисты и руководители отделов разработки ЛС, контроля и обеспечения качества, специалисты по ДКИ, КИ, отделов регистрации, сотрудники аналитических лабораторий, технологи, инженеры, а также топ-менеджмент фармацевтических компаний.

### **Разделы журнала:**

- ➔ Поиск и разработка новых лекарственных средств.
- ➔ Фармацевтическая технология.
- ➔ Методы анализа лекарственных средств.

- ➔ Доклинические и клинические исследования.
- ➔ Регуляторные вопросы.

Аудитория **10 000+**  
Нас читают **Россия, СНГ**

Периодичность выхода  
журнала **4 раза в год**

**Партнер** ключевых  
мероприятий отрасли

Распространяется  
**бесплатно**

**Мы в Telegram**



По вопросам сотрудничества  
[info@pharmjournal.ru](mailto:info@pharmjournal.ru)  
[info@chpa.ru](mailto:info@chpa.ru)

Журнал является *Open Access* изданием со свободным бесплатным доступом к научным трудам ученых, с которыми читатель может ознакомиться в интернете.

Журнал предназначен для фармацевтических предприятий-производителей и их сотрудников из отделов разработки, контроля качества, регистрации, производства и развития; сотрудников лабораторных центров, контрактно-исследовательских организаций, научных и образовательных учреждений.

Основные пять тематических разделов журнала «Разработка и регистрация лекарственных средств» включают цикл развития лекарственного средства от его создания до получения регистрационного удостоверения.

**Наименование и содержание научных работ, публикуемых в журнале «Разработка и регистрация лекарственных средств», соответствует отраслям науки:**

- ✓ 3.3.6. Фармакология, клиническая фармакология (медицинские науки, фармацевтические науки, биологические науки).
- ✓ 3.4.1. Промышленная фармация и технология получения лекарств (фармацевтические науки).
- ✓ 3.4.2. Фармацевтическая химия, фармакогнозия (фармацевтические науки).

**Журнал индексируется в ведущих научных базах:**

- ✓ Scopus (Q3).
- ✓ Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ Высшая аттестационная комиссия (ВАК).
- ✓ А также ВИНТИ, Академия Google (Google Scholar), СОЦИОНЕТ, Base, РГБ, Lens.

**Издательские услуги:**

#### Английский перевод статей

- Услуга комплексного перевода.
- Производство англоязычной статьи, включающее верстку и научный перевод.

#### Специальный выпуск журнала

- При заключении договора сотрудничества возможна публикации специального выпуска журнала.  
Специальный выпуск, посвященный 10-летию ЦКП «Аналитический центр ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России», был выпущен номером Том 10, № 4 (2021).

Журнал является **Open Access** изданием со свободным бесплатным доступом к научным трудам ученых, с которыми читатель может ознакомиться в интернете.



Основатель журнала и главный редактор – д. фарм. н., генеральный директор ООО «Центр Фармацевтической Аналитики» **Шохин Игорь Евгеньевич**

По вопросам сотрудничества просьба обращаться на почту: **info@cpha.ru**