

УДК 66.061.3; 54-145.82; 615.322; 582.943; 547.814.5; 547.586.5

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-2-64>

Оптимизация экстракции флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растений рода *Lamium* по растворителю

П. А. Соболевская✉, Д. А. Шабат, В. А. Терлецкая, Р. И. Лукашов

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет» (БГМУ). 220116, Республика Беларусь, г. Минск, проспект Дзержинского, д. 83

✉ **Контактное лицо:** Соболевская Полина Андреевна. **E-mail:** poliasob@yandex.ru

ORCID: П. А. Соболевская – <https://orcid.org/0009-0005-3042-6277>;

Д. А. Шабат – <https://orcid.org/0009-0002-7392-4266>;

В. А. Терлецкая – <https://orcid.org/0009-0000-8848-4617>;

Р. И. Лукашов – <https://orcid.org/0000-0001-5234-6319>.

Статья поступила: 25.12.2025

Статья принята в печать: 16.03.2026

Статья опубликована: 20.03.2026

Резюме

Введение. Растения рода *Lamium* обладают антиоксидантной, кровоостанавливающей, спазмолитической, противовоспалительной и другими видами активности. Их свойства обусловлены содержанием различных биологически активных веществ (БАВ), а именно флавоноидов и гидроксикоричных кислот, в связи с чем целесообразно получать экстракты с повышенным содержанием данных групп БАВ.

Цель. Оптимизировать экстракцию флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растений рода *Lamium* по растворителю.

Материалы и методы. В ходе исследования была использована яснотки белой трава (*Lamii albi herba*) и яснотки пурпурной трава (*Lamii purpurei herba*), заготовленные в окрестностях г. Минска в мае 2024 года; яснотки крапчатой трава (*Lamii maculati herba*) и яснотки зеленчуковой трава (*Lamii galeobdoli herba*), заготовленные Институтом экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси в Волковысском районе в мае 2024 года. Количественное определение проводили спектрофотометрическим методом по реакции с алюминия хлоридом для флавоноидов и по реакции с реактивом Арнова для гидроксикоричных кислот.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования была проведена оптимизация экстракции флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растений рода *Lamium* по растворителю. Было определено, что наиболее эффективным экстрагентом для извлечения флавоноидов является этанол 100%-й, а для гидроксикоричных кислот – пропанол-2 40%-й.

Заключение. Установлены наиболее эффективные растворители и их концентрации для экстракции флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растений рода *Lamium*. Результаты исследования дадут возможность извлечь оптимальный объем полезных компонентов из растений рода *Lamium*, что в дальнейшем поддержит создание лекарственных средств с использованием данного лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: *Lamium album*, *Lamium purpureum*, *Lamium maculatum*, *Lamium galeobdolon*, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, спектрофотометрия

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

Вклад авторов. П. А. Соболевская и Д. А. Шабат выполнили эксперимент, участвовали в обработке полученных данных и написании текста статьи. В. А. Терлецкая и Р. И. Лукашов разработали концепцию и дизайн исследования, участвовали в редактировании текста статьи.

Для цитирования: Соболевская П. А., Шабат Д. А., Терлецкая В. А., Лукашов Р. И. Оптимизация экстракции флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растений рода *Lamium* по растворителю. *Гербариум*. 2026;3(2):30–39. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-2-64>

Optimization of the extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from the genus *Lamium* plants by solvent

Palina A. Sabaleuskaya✉, Darya A. Shabat, Viktoriya A. Tsiarletsкая, Raman I. Lukashou

Belarusian State Medical University. 83, prospekt Dzerzhinskogo, Minsk, 220116, Republic of Belarus

✉ **Corresponding author:** Palina A. Sabaleuskaya. **E-mail:** poliasob@yandex.ru

ORCID: Palina A. Sabaleuskaya – <https://orcid.org/0009-0005-3042-6277>;
Darya A. Shabat – <https://orcid.org/0009-0002-7392-4266>;
Viktoriya A. Tsiarletsкая – <https://orcid.org/0009-0000-8848-4617>;
Raman I. Lukashou – <https://orcid.org/0000-0001-5234-6319>.

Received: 25.12.2025

Accepted: 16.03.2026

Published: 20.03.2026

Abstract

Introduction. Plants of the genus *Lamium* possess antioxidant, hemostatic, antispasmodic, anti-inflammatory, and other properties. Their properties are due to the content of various biologically active substances (BAS), namely flavonoids and hydroxycinnamic acids. Therefore, it is advisable to obtain extracts with increased levels of these groups of BAS.

Aim. To optimize the extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from the genus *Lamium* plants.

Materials and methods. During the study *Lamii albi herba* and *Lamii purpurei herba*, collected in the vicinity of Minsk in May 2024, *Lamii maculati herba* and *Lamii galeobdoli herba*, collected by the V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus in the Volkovysk region in May 2024, were used. Quantitative determination was carried out by spectrophotometric method by reaction with aluminum chloride for flavonoids and by reaction with Arnov reagent for hydroxycinnamic acids.

Results and discussion. The study optimized extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from the genus *Lamium* plants. It was determined that ethanol 100 % was the most effective extractant for flavonoid extraction, while propanol-2 40 % was the most effective for hydroxycinnamic acids extraction.

Conclusion. The most effective solvents and their concentrations for extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids were established. The results of this study will enable the optimal extraction of beneficial components from the genus *Lamium* plants, which will further support the development of medicinal products using these herbal raw materials.

Keywords: *Lamium album*, *Lamium purpureum*, *Lamium maculatum*, *Lamium galeobdolon*, flavonoids, hydroxycinnamic acids, spectrophotometry

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

Contribution of the authors. Palina A. Sabaleuskaya and Darya A. Shabat performed the experiment, participated in processing the obtained data and writing the text of the article. Viktoriya A. Tsiarletsкая and Raman I. Lukashou developed the concept and design of the study and participated in editing the article.

For citation: Sabaleuskaya P. A., Shabat D. A., Tsiarletsкая V. A., Lukashou R. I. Optimization of the extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from the genus *Lamium* plants by solvent. *Herbarium*. 2026;3(2):30–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-2-64>

Введение

Растения *Lamium album*, *Lamium purpureum*, *Lamium maculatum* и *Lamium galeobdolon* широко распространены на территории стран Евразийского экономического союза и представляют интерес как потенциальное лекарственное растительное сырье. В настоящее время в фармацевтической практике используются лекарственные препараты, содержащие преимущественно *Lamium album*, не-

смотря на наличие данных о фармакологической активности других видов рода *Lamium* [1–3].

Фармакологическое действие растений рода *Lamium* связано с присутствием комплекса фенольных соединений, в частности флавоноидов (рутин, кверцетин, апигенин и их производные) и гидроксикоричных кислот (хлорогеновая, кофейная, феруловая кислоты), обуславливающих антиоксидантную, противовоспалительную, кровоостанавливающую и другие виды фармакологической активности [4–6]. При

этом данные о сравнительной эффективности экстракции указанных групп соединений для различных видов *Lamium* и при использовании разных растворителей носят фрагментарный характер.

Таким образом, для создания технологии производства лекарственных средств на основе растений рода *Lamium* необходимо оптимизировать извлечение данных веществ, так как именно они обеспечивают биологическую активность исследуемого лекарственного растительного сырья [6–9].

Цель. Оптимизировать экстракцию флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растений рода *Lamium* с использованием следующих растворителей разных концентраций: этанола, метанола, пропанола-1, пропанола-2, глицерина, этиленгликоля, пропиленгликоля и ацетона.

Материалы и методы

Для исследования была использована яснотки белой трава (*Lamii albi herba*) и яснотки пурпурной трава (*Lamii purpurei herba*), заготовленные в окрестностях г. Минска в мае 2024 года; яснотки крапчатой трава (*Lamii maculati herba*), яснотки зеленчуковой трава (*Lamii galeobdoli herba*), заготовленные Институтом экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси в Волковысском районе в мае 2024 года. Сушка собранного сырья проводилась естественным способом в защищенном от света месте.

Извлечения из *Lamium album* получены путем экстрагирования точной навески сырья измельченностью 90 мкм, массой 0,050 г водой, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100%-м (об/об) этанолом и метанолом в тех же концентрациях, 20, 40, 60, 80, 100%-м (об/об) пропанолом-1, пропанолом-2, глицерином, этиленгликолем, пропиленгликолем и ацетоном (фирмы – производители растворителей: НЕРС+, «Акрихимфарм», «Алхимгруп») в тех же концентрациях на водяной бане при температуре 60 °С, соотношении сырье : экстрагент 1 : 100 в течение 1,5 часов.

Количественное определение проводилось спектрофотометрически по реакции с алюминия хлоридом для флавоноидов и по реакции с реактивом Арнова для гидроксикоричных кислот в соответствии с методиками, представленными в Государственной фармакопее Республики Беларусь [10].

Результаты и их обсуждение

Данные, полученные в ходе исследования, были обработаны с помощью пакета «Анализ данных» Microsoft Excel (16.0 / 2019 год). Каждое измерение проводилось в трех повторностях ($n = 3$), различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Достоверность различий между группами оценивали с помощью t -критерия Стьюдента для независимых выборок.

Для *L. album*, *L. purpureum*, *L. maculatum*, *L. galeobdolon* концентрация этанола, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание флавоноидов – $1,67 \pm 0,43$ %, $1,93 \pm 0,51$ %, $1,69 \pm 0,42$ % и $1,15 \pm 0,42$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции водой, $p = 0,04$; $0,03$; $0,03$; $0,04$) (рисунок 1, А).

Для *L. album*, *L. maculatum* концентрация этанола, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 70 % (содержание ГКК – $1,06 \pm 0,02$ % и $3,06 \pm 0,02$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции водой, $p = 0,03$; $0,01$). Для *L. purpureum*, *L. galeobdolon* концентрация этанола, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 60 % (содержание ГКК – $2,23 \pm 0,06$ % и $0,37 \pm 0,01$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции водой, $p = 0,02$; $0,05$) (рисунок 1, Б).

Для *L. album*, *L. purpureum*, *L. maculatum*, *L. galeobdolon* концентрация метанола, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание флавоноидов – $1,49 \pm 0,44$ %, $1,18 \pm 0,47$ %, $0,86 \pm 0,42$ % и $0,86 \pm 0,42$ % соответственно, что говорит о имеющейся тенденции к статистически значимым различиям при сравнении с экстракцией метанолом 10%-м, $p = 0,07$; $0,09$; $0,02$; $0,02$) (рисунок 2, А).

Для *L. album*, *L. purpureum*, *L. maculatum*, *L. galeobdolon* концентрация метанола, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание ГКК – $0,77 \pm 0,02$ %, $1,85 \pm 0,01$ %, $3,53 \pm 0,02$ % и $0,78 \pm 0,09$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции метанолом 20, 70, 60 и 30%-м, $p = 0,02$; $0,009$; $0,003$; $0,05$) (рисунок 2, Б).

Для *L. album*, *L. purpureum*, *L. maculatum*, *L. galeobdolon* концентрация пропанола-1, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание флавоноидов – $1,59 \pm 0,42$ %, $1,53 \pm 0,44$ %, $1,23 \pm 0,42$ % и $1,21 \pm 0,43$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции пропанолом-1 20%-м, $p = 0,01$; $0,003$; $0,008$; $0,006$) (рисунок 3, А).

Для *L. album* концентрация пропанола-1, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 40 %, для *L. purpureum* и *L. maculatum* концентрация пропанола-1, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 20 %, а для *L. galeobdolon* концентрация пропанола-1, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание ГКК – $0,86 \pm 0,02$ %, $2,41 \pm 0,09$ %, $3,76 \pm 0,00$ % и $0,68 \pm 0,03$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции пропанолом-1 100%-м, $p = 0,03$; $0,003$; $0,03$; $0,02$) (рисунок 3, Б).

При экстракции флавоноидов концентрация глицерина, обеспечивающая наибольший выход БАВ для *L. album*, – 40 % (содержание флавоноидов – $2,07 \pm 0,42$ %, что статистически более значимо, чем при экстракции глицерином 100%-м, $p = 0,002$), и 80 % – для *L. maculatum*, *L. galeobdolon* и *L. purpureum* (содержание флавоноидов – $0,99 \pm 0,44$ % и $0,73 \pm 0,43$ %, что статистически более значимо, чем при экстракции глицерином 100%-м и 20%-м, $p = 0,04$; $0,05$; $0,03$) (рисунок 4, А).

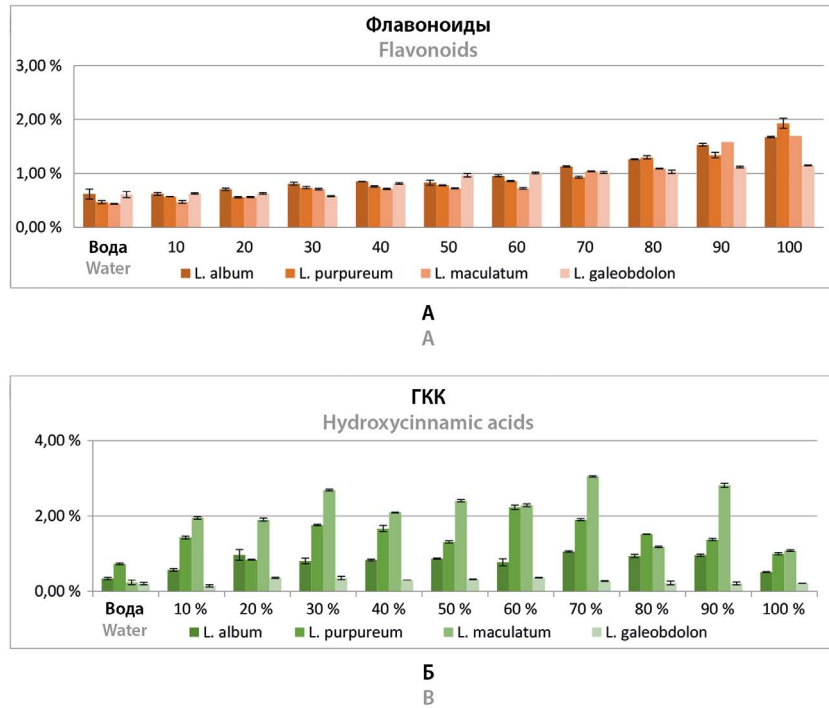


Рисунок 1. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (Б) при экстракции этанолом разных концентраций

Figure 1. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with ethanol of different concentrations

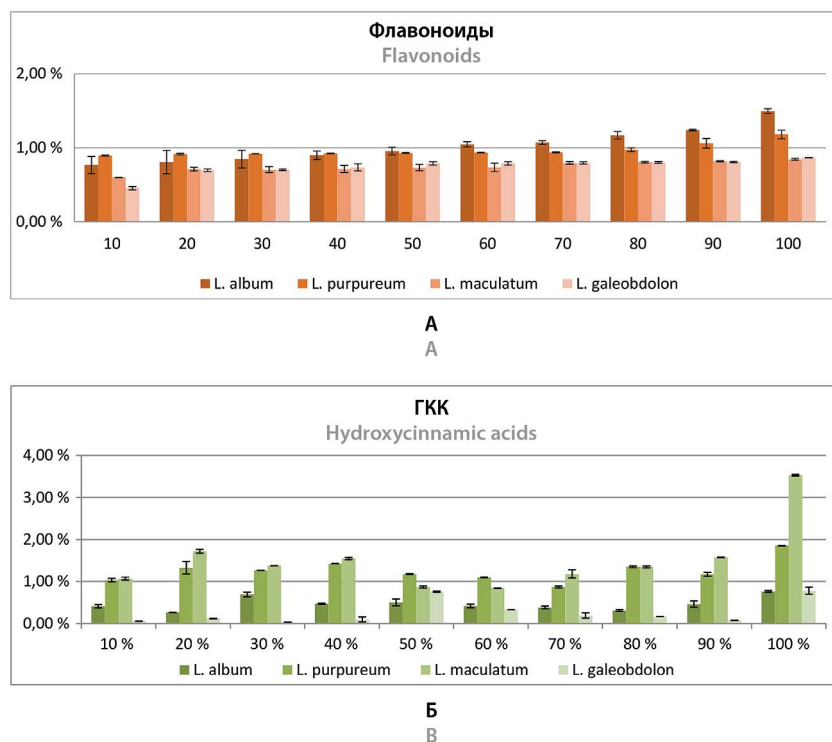


Рисунок 2. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (Б) при экстракции метанолом разных концентраций

Figure 2. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with methanol of different concentrations

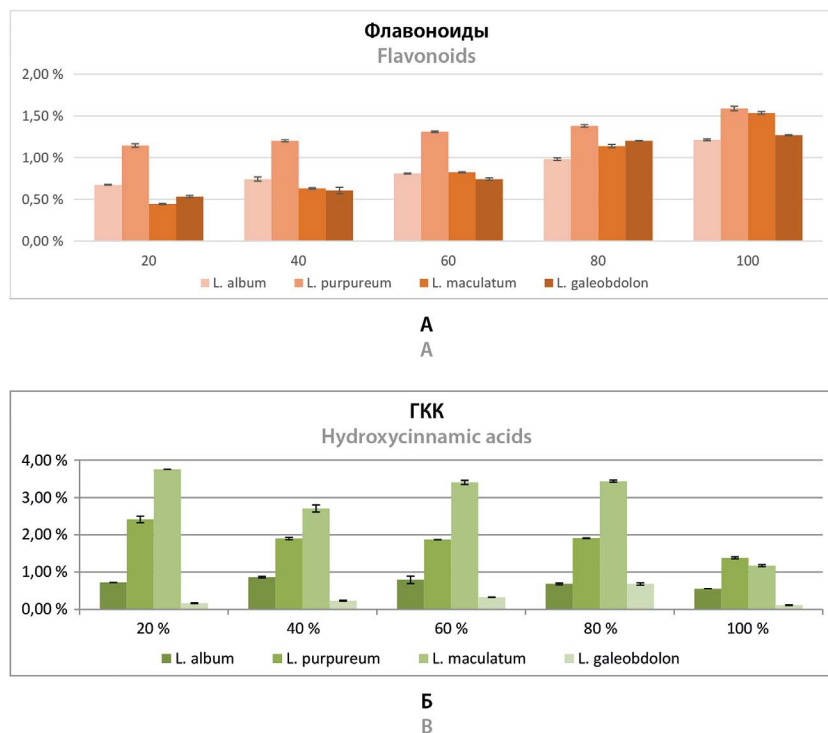


Рисунок 3. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (В) при экстракции пропанолом-1 разных концентраций

Figure 3. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with propanol-1 of different concentrations

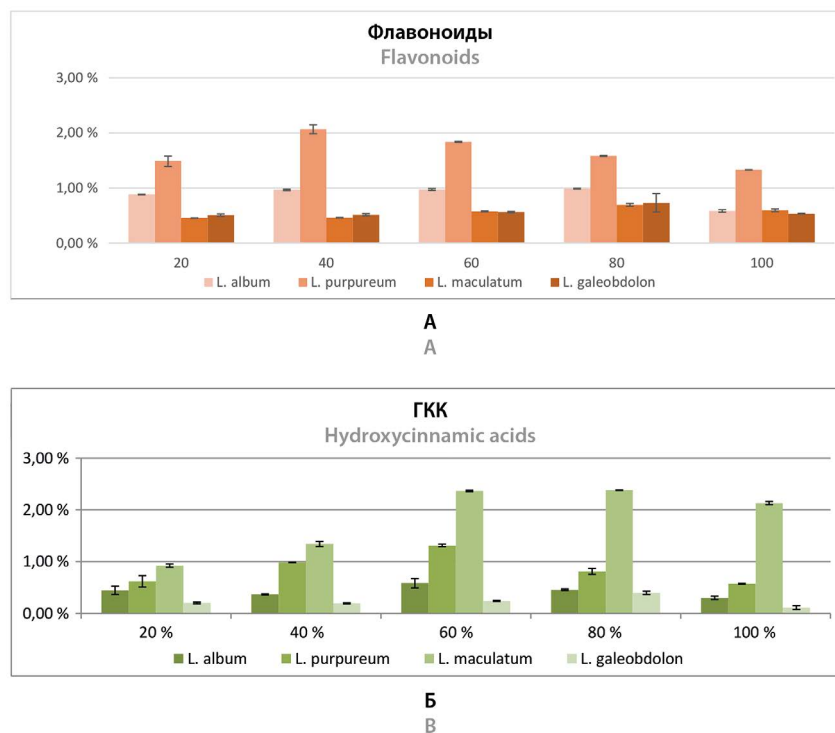


Рисунок 4. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (В) при экстракции глицерином разных концентраций

Figure 4. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with glycerin of different concentrations

Для *L. album*, *L. purpureum* наиболее эффективная концентрация глицерина – 60 % (содержание ГКК – $0,58 \pm 0,09$ % и $1,31 \pm 0,02$ % соответственно, что статистически более значимо для *L. purpureum*, чем при экстракции глицерином 100%-м, $p = 0,01$). При экстракции из *L. album* ($p = 0,15$) статистически значимых различий не наблюдается, выбор концентрации обусловлен стремлением к снижению траты экстрагента. Для *L. maculatum*, *L. galeobdolon* наиболее эффективная концентрация глицерина – 80 % (содержание ГКК – $2,38 \pm 0,00$ % и $0,40 \pm 0,03$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции глицерином 100%-м, $p = 0,01$; $0,01$) (рисунок 4, Б).

При экстракции флавоноидов концентрация пропанола-2, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание флавоноидов – $1,85 \pm 0,42$ %, $1,46 \pm 0,43$ %, $1,24 \pm 0,42$ % и $1,20 \pm 0,43$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции пропанола-2 20%-м, $p = 0,001$) (рисунок 5, А).

Для *L. album*, *L. purpureum*, *L. maculatum* концентрация пропанола-2, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 40 % (содержание ГКК – $0,71 \pm 0,01$ %, $3,55 \pm 0,05$ % и $3,35 \pm 0,23$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции пропанола-2 100%-м, $p = 0,001$; $0,0004$; $0,04$). Для *L. galeobdolon* концентрация пропанола-2, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 20 и 60 %,

однако самой эффективной будет концентрация 20 % с целью минимизации потерь экстрагента (содержание ГКК – $0,24 \pm 0,01$ %, что статистически более значимо, чем при экстракции пропанола-2 100%-м, $p = 0,04$) (рисунок 5, Б).

Для *L. album*, *L. purpureum* концентрация этиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 40 % (содержание флавоноидов – $1,18 \pm 0,42$ %, $1,08 \pm 0,44$ % соответственно, что говорит о имеющейся тенденции к статистическим различиям при сравнении с экстракцией этиленгликолем 100%-м, $p = 0,001$; $0,06$). При экстракции флавоноидов из *L. maculatum*, *L. galeobdolon* концентрация этиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 80 % (содержание флавоноидов – $1,21 \pm 0,42$ % и $0,74 \pm 0,42$ % соответственно, что говорит о имеющейся тенденции к статистическим различиям при сравнении с экстракцией этиленгликолем 100%-м и 20%-м, $p = 0,001$) (рисунок 6, А).

Для *L. album*, *L. purpureum* концентрация этиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 60 % (содержание ГКК – $0,72 \pm 0,03$ % и $2,10 \pm 0,37$ % соответственно, что говорит о имеющейся тенденции к статистически значимым различиям при сравнении с экстракцией этиленгликолем 20%-м, $p = 0,17$; $0,1$). Для *L. maculatum*, *L. galeobdolon* концентрация этиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание ГКК – $3,67 \pm 0,09$ % и $0,45 \pm$

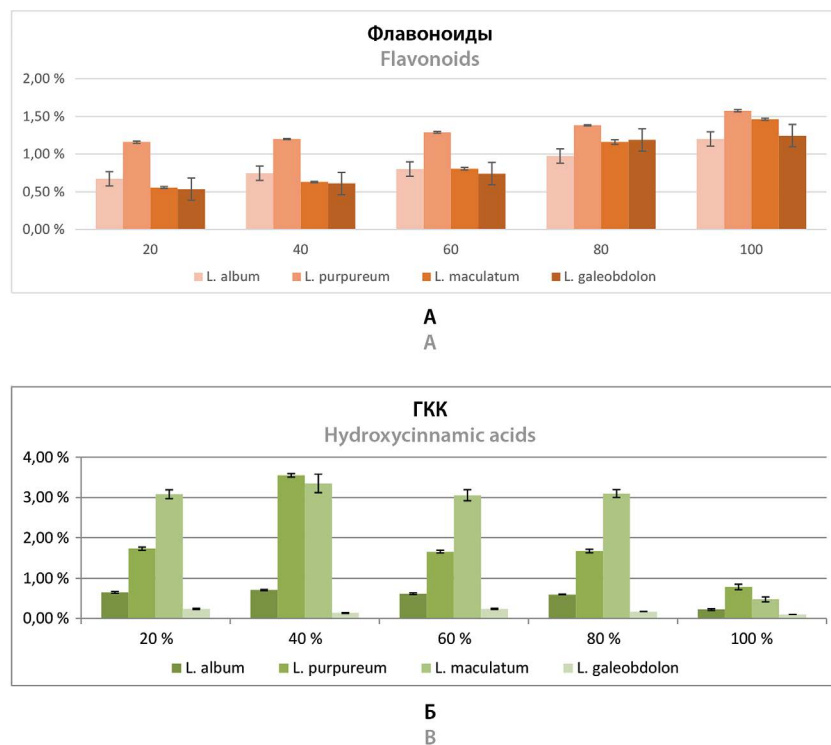


Рисунок 5. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (Б) при экстракции пропанола-2 разных концентраций

Figure 5. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with propanol-2 of different concentrations

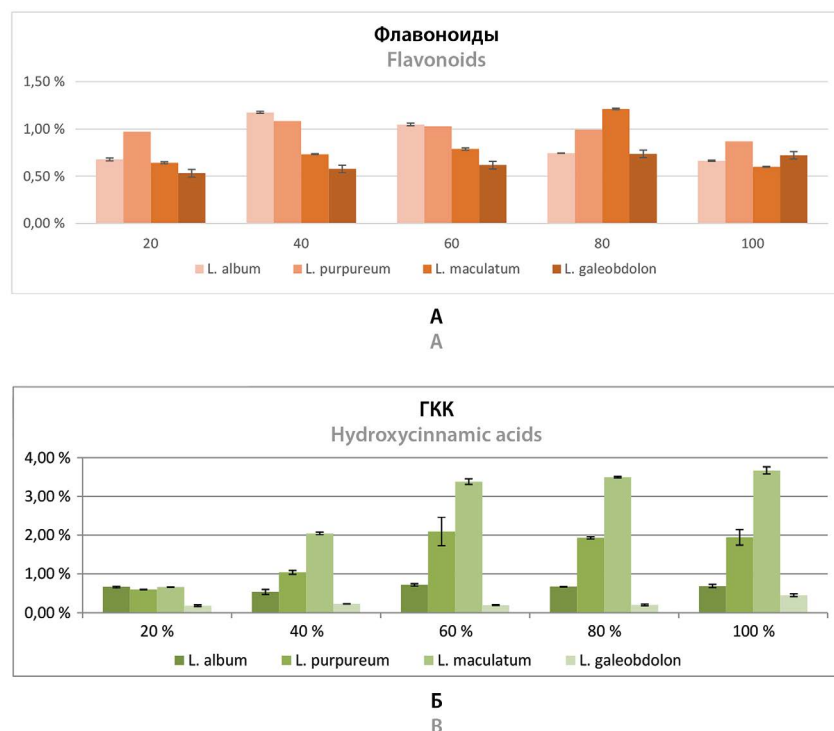


Рисунок 6. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (В) при экстракции этиленгликолем разных концентраций

Figure 6. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with ethylene glycol of different concentrations

0,04 % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции этиленгликолем 20%-м, $p = 0,01; 0,01$) (рисунок 6, Б).

При экстракции флавоноидов концентрация ацетона, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 80 % (содержание флавоноидов – $1,77 \pm 0,42$ %, $1,76 \pm 0,42$ %, $1,15 \pm 0,42$ % и $0,69 \pm 0,42$ % соответственно, что говорит о имеющейся тенденции к статистическим различиям при сравнении с экстракцией ацетоном 20%-м, $p = 0,001; 0,07$) (рисунок 7, А).

Для *L. maculatum* концентрация ацетона, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 40 % (содержание ГКК – $4,43 \pm 0,32$ %, что статистически более значимо, чем при экстракции ацетоном 100%-м, $p = 0,04$), для *L. album* и *L. galeobdolon* концентрация ацетона, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание ГКК – $0,65 \pm 0,17$ % и $0,22 \pm 0,10$ % соответственно, имеется тенденция к статистически значимым различиям при экстракции ацетоном 20%-м, $p = 0,02; 0,3$), а для *L. purpureum* концентрация ацетона, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 60 % (содержание ГКК – $1,83 \pm 0,08$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции ацетоном 100%-м, $p = 0,03$) (рисунок 7, Б).

При экстракции флавоноидов концентрация пропиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 80 % (содержание флавоноидов – $1,56 \pm 0,42$ %, $1,46 \pm 0,42$ %, $0,98 \pm 0,42$ % и $0,96 \pm 0,42$ % соответ-

венно, что говорит о имеющейся тенденции к статистическим различиям при сравнении с экстракцией пропиленгликолем 20%-м, $p = 0,01; 1,07$) (рисунок 8, А).

Для *L. album*, *L. purpureum*, *L. maculatum* концентрация пропиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 100 % (содержание ГКК – $1,83 \pm 0,06$ %, $0,71 \pm 0,01$ % и $2,45 \pm 0,15$ % соответственно, что статистически более значимо, чем при экстракции пропиленгликолем 60%-м, $p = 0,01; 0,007; 0,05$). Для *L. galeobdolon* концентрация пропиленгликоля, обеспечивающая наибольший выход БАВ, – 40 % (содержание ГКК – $0,35 \pm 0,09$ %, статистически значимые различия с другими концентрациями отсутствует, выбор концентрации связан с минимизацией затрат экстрагента) (рисунок 8, Б).

Наиболее эффективные растворители для экстракции флавоноидов и ГКК из растений рода *Lamium* представлены в таблице 1.

Наибольший объем флавоноидов был получен при экстрагировании *L. purpureum* 40%-м глицерином, а максимальное количество гидроксикоричных кислот – при экстрагировании *L. maculatum* ацетоном 40%-м.

Согласно данным результатам можно выявить ряд активности растворителей для экстракции флавоноидов и ГКК из растений рода *Lamium*. Было определено, что для наиболее эффективной экстракции

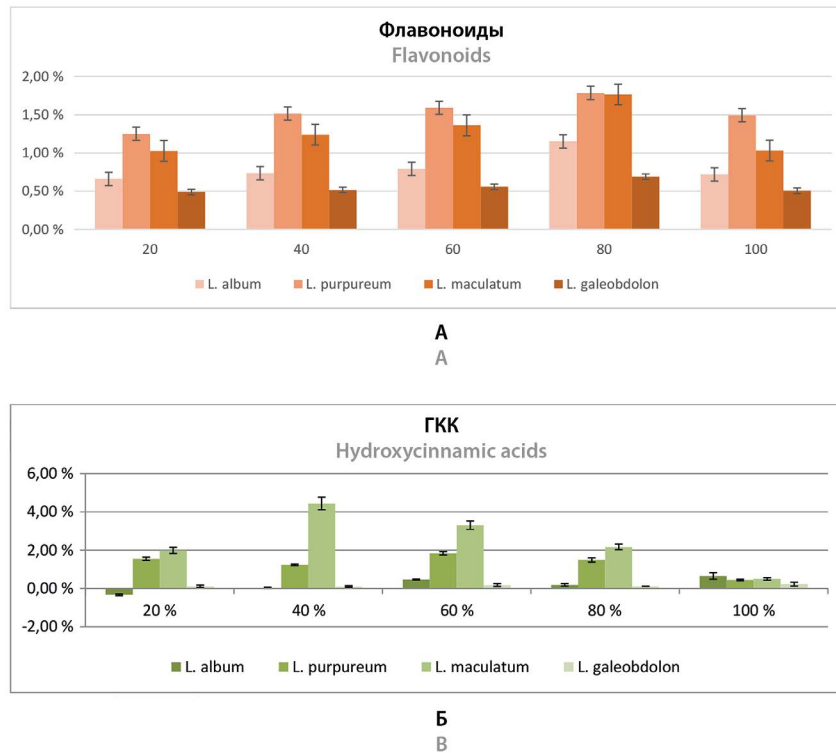


Рисунок 7. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (В) при экстракции ацетоном разных концентраций

Figure 7. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with acetone of different concentrations

Таблица 1. Наиболее эффективные растворители для экстракции флавоноидов и ГКК из растений рода *Lamium*

Table 1. The most effective solvents for the extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from the genus *Lamium* plants

Название растения Name of the plant	Наиболее оптимальный растворитель для экстракции флавоноидов The most optimal solvent for the flavonoids extraction	Наиболее оптимальный растворитель для экстракции ГКК The most optimal solvent for the hydroxycinnamic acids extraction
<i>Lamium album</i>	Этанол 100%-й (1,67 %) Ethanol 100 % (1,67 %)	Пропиленгликоль 100%-й (1,83 %) Propylene glycol 100 % (1,83 %)
<i>Lamium purpureum</i>	Глицерин 40%-й (2,07 %) Glycerin 40 % (2,07 %)	Пропанол-2 40%-й (3,55 %) Propanol-2 40 % (3,55 %)
<i>Lamium maculatum</i>	Этанол 100%-й (1,68 %) Ethanol 100 % (1,68 %)	Ацетон 40%-й (4,43 %) Acetone 40 % (4,43 %)
<i>Lamium galeobdolon</i>	Ацетон 80%-й (1,76 %) Acetone 80 % (1,76 %)	Метанол 100%-й (0,78 %) Methanol 100 % (0,78 %)

с извлечением флавоноидов самым эффективным экстрагентом является этанол, а растворитель с минимальной экстрагирующей активностью – этиленгликоль; для гидроксикоричных кислот самый эффективный растворитель – пропанол-2 и наименее эффективный – глицерин (рисунок 9).

При дополнительной сравнительной оценке растворителей с учетом их технологической применимости было определено: при интерпретации по-

лученных данных важно учитывать не только максимальный выход биологически активных веществ, но и технологическую применимость растворителей. Несмотря на высокую эффективность ацетона и метанола, их использование в производстве лекарственных средств ограничено. Напротив, этанол, глицерин и пропиленгликоль являются фармацевтически допустимыми растворителями и широко применяются в технологии фитопрепаратов, что де-

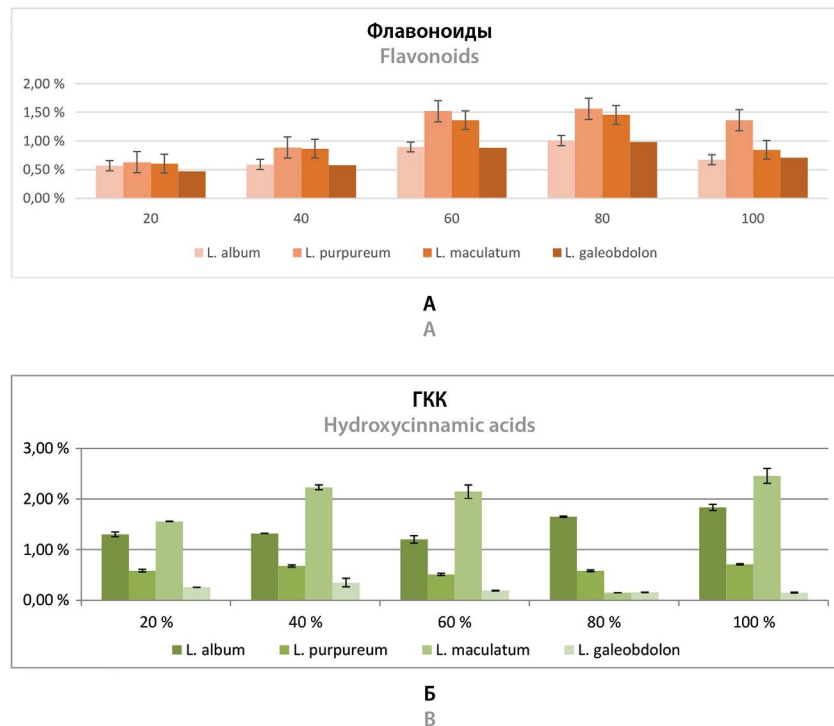


Рисунок 8. Количественное содержание флавоноидов (А) и ГКК (В) при экстракции пропиленгликолем разных концентраций

Figure 8. Quantitative content of flavonoids (A) and hydroxycinnamic acids (B) in extracts obtained with propylene glycol of different concentrations

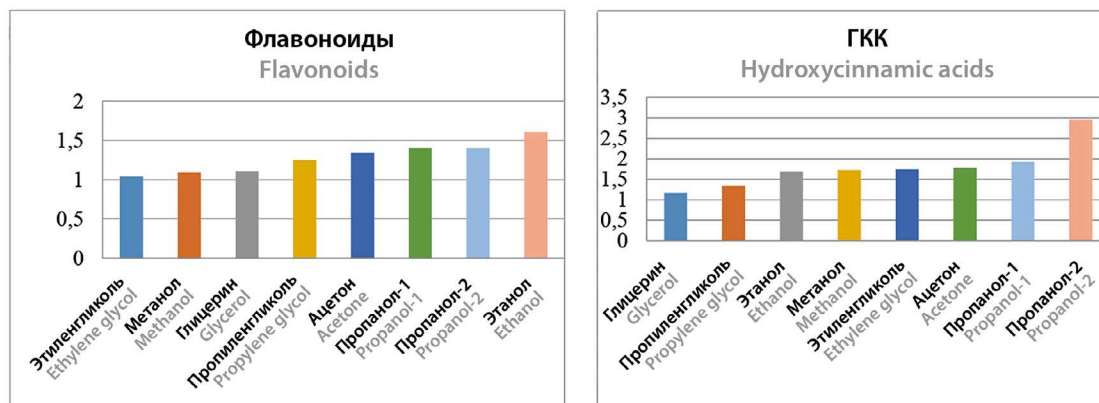


Рисунок 9. Ряды активностей растворителей для экстракции флавоноидов и ГКК из растений рода *Lamium*

Figure 9. Solvent activity series for the extraction of flavonoids and hydroxycinnamic acids from the genus *Lamium* plants

лает их наиболее перспективными для практического использования¹.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о целесообразности комплексного подхода к оптимизации экстракции, учитывающего хи-

мическую природу целевых соединений, видовую специфику сырья и требования фармацевтической технологии.

Заключение

В ходе исследования установлены оптимальные условия экстракции флавоноидов и гидроксикоричных кислот из *Lamium album*, *L. purpureum*, *L. maculatum* и *L. galeobdolon*. Максимальный выход флавонои-

¹ European Medicines Agency (EMA). Guideline on quality of herbal medicinal products. Available at: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/final-guideline-quality-herbal-medicinal-productstraditional-herbal-medicinal-products-revision-3_en.pdf. Accessed: 02.11.2025.

дов обеспечивается при экстракции 100%-м этанолом (до 2,07%), тогда как наибольшее содержание гидроксикоричных кислот достигается при использовании пропанола-2 в концентрации 40% (до 3,55%). Полученные данные могут быть использованы при разработке технологий получения экстрактов и фитопрепаратов на основе растений рода *Lamium*.

Литература / References

1. Salehi B., Armstrong L., Rescigno A., Yeskaliyeva B., Seitimova G., Beyatli A., Sharmeen J., Mahomoodally M. F., Sharopov F., Durazzo A., Lucarini M., Santini A., Abenavoli L., Capasso R., Sharifi-Rad J. *Lamium* plants – a comprehensive review on health benefits and biological activities. *Molecules*. 2019;24(10):1913. DOI: 10.3390/molecules24101913.
2. Skrypnik L., Novikova A., Tokupova E. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Lamium* species. *Plants*. 2021;10(4):789.
3. Shikov A. N., Pozharitskaya O. N., Makarov V. G. Flavonoids as biologically active compounds of medicinal plants. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2017;51(3):216–224.
4. Jovanović O., Radulović N., Stojanović G. Chemical composition and antioxidant potential of *Lamium maculatum* extracts. *Industrial Crops and Products*. 2018;112:239–246.
5. Zhang Q., Lin L., Ye W. Techniques for extraction of phenolic compounds from plant materials: a review. *Food Chemistry*. 2018;257:223–232.
6. Sytar O., Brestic M., Zivcak M. et al. The contribution of phenolic compounds to antioxidant activity of plant extracts. *Molecules*. 2018;23(5):1104.
7. Ncube B., Finnie J. F., Van Staden J. Quality from the field: the impact of extraction methods on phytochemical content. *Journal of Ethnopharmacology*. 2015;174:241–251.
8. Do Q. D., Angkawijaya A. E., Tran-Nguyen P. L., Huynh L. H., Soetaredjo F. E., Ismadji S., Ju Y.-H. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2014;22(3):296–302. DOI: 10.1016/j.jfda.2013.11.001.
9. Sharma A., Shahzad B., Rehman A. et al. Hydroxycinnamic acids: biosynthesis and biological activities. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019;18(6):1231–1244.
10. Марченко С. И., ред. Государственная Фармакопея Республики Беларусь. В 2 томах. Т. 2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья. 2-е изд. Молодечно: Победа; 2016. 1367 с. [Marchenko S. I., editor. State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus. In 2 volumes. Vol. 2. Quality control of substances for pharmaceutical use and medicinal plant materials. 2nd ed. Molodechno: Pobeda; 2016. 1367 p. (In Russ.)]