

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

BOLOTOV Alexander Nikolaevich – Academic Secretary of the Academic Council of Tver State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Applied Physics of the Department of Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: alnikbltov@rambler.ru

NOVIKOVA Olga Olegovna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of the Applied Physics, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: onvk@mail.ru

NOVIKOV Artem Vladislavovich – Master of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: artmnv75@yandex.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Bolotov A.N., Novikova O.O., Novikov A.V. Determination of the energy of activation of the synthesis of magnetic lubricant nanooils based on viscosimetric studies // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2021. No. 2 (10), pp. 85–95.

УДК 541.6

**УФ-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
ЛАНДЫША МАЙСКОГО**

М.Г. Виноградова

Тверской государственной университет (г. Тверь)

© Виноградова М.Г., 2021

Аннотация. Обсуждена возможность установления химического состава ландыша майского с помощью ультрафиолетовой спектроскопии. Проведен анализ растительного сырья популяций ландыша майского в составе фитоценозов лесов Торжокского района Тверской области. Идентифицированы фенольные соединения, входящие в состав изучаемых растений. Определена структура исследуемых флавоноидов.

Ключевые слова: УФ-спектроскопия, ландыш майский, флавоноидные соединения.

DOI: 10.46573/2658-7459-2021-95-102

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возрастает потребность здравоохранения, химико-фармацевтической промышленности в лекарственном растительном сырье для увеличения выпуска существующих препаратов, создания и внедрения новых [1–7].

Одними из самых эффективных средств, регулирующих работу сердца, являются сердечные гликозиды. Вещества этой группы есть в различных растениях, в том числе и в ландыше майском. Гликозиды ландыша нестойки и не накапливаются в организме.

Препараты из этого растения применяют при неврозах и пороках сердца, кардиосклерозе и сердечной недостаточности. Важно изыскание новых сырьевых источников и анализ состава растительного сырья ландыша майского для оценки его качества.

Цель работы – изучение химического состава листьев ландыша майского в фитоценозах лесов Торжокского района Тверской области.

Объект исследования: растение семейства спаржевых (*Asparagaceae*) – ландыш майский (*Convallaria majalis* L., 1753).

Основная задача – идентифицировать фенольные соединения в составе сырья ландыша майского.

Методами идентификации состава и определения чистоты лекарственных растений являются [8–12] метод инфракрасной (ИК) спектроскопии, метод ультрафиолетовой (УФ) спектроскопии, атомно-эмиссионный спектральный анализ, растровая электронная микроскопия. В работе используется метод УФ-спектроскопии.

Ранее нами были проведены исследования химического состава травы ландыша майского методом Фурье-ИК-спектроскопии [13, 14], а также с помощью метода растровой электронной микроскопии была дана морфологическая оценка вегетативных органов ландыша майского [15].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование популяций ландыша майского проводилось в южной части Торжокского района Тверской области, в деревнях Воропуни и Подолы (в трех биотопах – березняке разнотравном, находящемся на окраине деревни Воропуни, на всхолмлении у смешанного леса в деревне Подолы и на окраине дороги в деревне Воропуни в смешанном лесу с преобладанием ели обыкновенной).

Идентификация фенольных соединений в составе сырья ландыша майского проводилась методом УФ-спектроскопии.

Поглощение света веществом в ультрафиолетовой и видимой областях спектра зависит от электронной структуры молекулы. При этом существенными элементами, обуславливающими наличие электронных спектров, являются кратная связь и неподеленная электронная пара.

Природа полос поглощения в УФ- и видимых областях спектра одинакова и связана в основном с числом и расположением электронов в поглощающих молекулах и ионах. Определенные полосы в спектре могут указывать на наличие в структуре соединения тех или иных функциональных групп (хромофоров). Поэтому спектры веществ, содержащих, например, фенильный радикал (эфедрин, димедрол, атропин), схожи.

Однозначный вывод о структуре соединения сделать сложно, так как обычно интерпретация спектра затруднена присутствием в молекуле более чем одного хромофора, заместителей, влиянием растворителя, поведением вещества в растворе, наличием геометрической изомерии. Эти факторы могут вызвать эффекты изменения интенсивности положения максимума поглощения. Для характеристики изменения интенсивности поглощения применяют такие понятия, как «гиперхромный эффект» (усиление интенсивности) и «гипсохромный эффект» (ослабление интенсивности) [8, 12].

Для анализа содержания фенольных соединений использовались водный и спиртовой экстракты из растительного сырья. Листья и цветки ландыша были высушены по правилам заготовки лекарственного сырья и измельчены в лаборатории спектроскопии кафедры физической химии Тверского государственного университета. Водный раствор

готовился в соотношении 1 : 100 (к 100 мг измельченного сырья добавляли 9,9 мл воды), а спиртовой – в соотношении 1 : 1000 (к 5 мг сырья добавляли 4,995 мл 70 % этилового спирта). Экстракты подвергли нагреву на водяной бане в течение 30–40 мин и настаивали 24 ч в темном месте при комнатной температуре, процеживали через фильтровальную бумагу и центрифугировали. Полученный экстракт использовали для проведения анализа. Образцы разбавляли до требуемой концентрации. С помощью УФ-спектрофотометра Thermo Scientific Evolution Array были сняты спектры для всех приготовленных экстрактов на фоне 70%-го этилового спирта и воды, а в программе OriginPro 8.6 были получены графические результаты исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

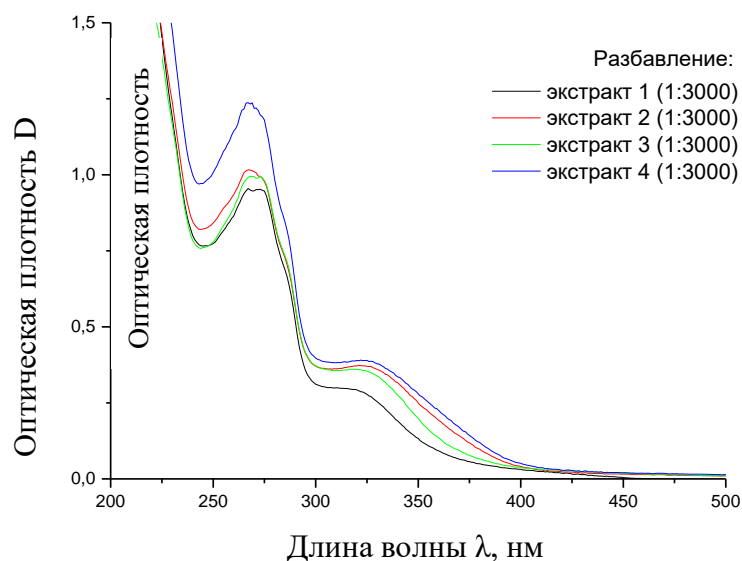
Для идентификации фенольных соединений очень часто пользуются спектрами их поглощения в УФ-области (220–400 нм).

Литературные данные о химическом составе ландыша майского, таблицы характеристических полос поглощения позволили наиболее точно изложить информацию о его строении.

Анализ водных и спиртовых растворов показал идентичные результаты полученных ранее графиков (рисунок). Исключением явилось наличие полос поглощения на спектрах спиртовых растворов в области 412 нм, но они не дали информативных данных по фенолам, так как обнаружили зеленый пигмент хлоропластов растений – хлорофилл.

Во всех спектрах жидких экстрактов травы ландыша майского наблюдаются два максимума поглощения – 267 и 320 нм (рисунок).

Максимумы поглощения основных групп фенольных соединений в УФ- и видимой областях представлены в таблице. В скобках указаны относительные размеры дополнительных максимумов поглощения.



УФ-спектры разбавленных водных экстрактов
на основе травы ландыша майского: экстракт 1 – окраина дороги в смешанном лесу;
экстракт 2 – всхолмление у смешанного леса; экстракт 3 – березняк разнотравный;
экстракт 4 – аптечная форма

Максимумы поглощения основных групп фенольных соединений
в УФ- и видимой областях

Группа соединений	Основной максимум, нм	Дополнительный максимум, нм
Простые фенолы	265–275	–
Оксибензойные кислоты	235–270, 290–305	300–350
Оксикоричные кислоты	230–240, 290–320	–
Кумарины	220–230, 310–350	≈ 260 (30 %); ≈ 300 (30 %)
Катехины	270–280	–
Лейкоантоцианидины	270–280	–
Халконы	365–390	240–280 (30 %)
Антоцианы	475–560	≈ 275–280 (55 %)
Флаваноны	275–290, 290–330	310–330 (30 %)
Ауроны	390–430	240–270 (32 %)
Флавоны	250–270, 310–350	–
Флавонолы	250–270; 350–390	≈ 300 (40 %)
Изофлавоны	255–265	310–330 (25 %)
Ксантоны	230–245, 250–265	305–330 (50 %), 340–400 (30 %)

Как видно из таблицы, отдельные группы фенольных соединений заметно отличаются друг от друга по своим спектральным характеристикам. Обычно в УФ-спектрах длинноволновый максимум (300–380 нм) связывают с поглощением кольца В, а коротковолновый (240–280 нм) – кольца А.

Таким образом, на основе данных таблицы можно сделать вывод, что идентифицированные нами фенольные соединения относятся к флавонам и кумаринам.

Флавоны представлены кверцетином, кемпферолом, гиперозидом, кверцимеритрином, биокверцетином, изобиокверцетином, трифолином, биоробином и изобиоробином.

Состав обнаруженной группы кверцетина: кверцетин, гиперозид, кверцимеритрин, биокверцетин, изобиокверцетин.

Группа кемпферола содержит кемпферол, трифолин, биоробин, изобиоробин.

Идентифицированные нами производные кумаринов представлены оксикумаринами: умбеллифероном ($C_9H_6O_3$) и скополетином ($C_{10}H_8O_4$).

Гликозиды изобиокверцетин и изобиоробин при кислотном гидролизе серной кислотой расщепляются на кверцетин и кемпферол и сахарные компоненты.

Кверцетин имеет свободные оксигруппы в 3,5,7,3',4'-, а кемпферон – в 3,5,7,4'-положениях флавоноидного ядра. В продуктах гидролиза метильных производных изобиокверцетина и изобиоробина хроматографией на бумаге обнаруживается 2,3,4,-три-0-метил-4-рамноза и 3,4,6-три-0-метил-D-галактоза. По результатам метилирования можно заключить, что сахара присоединены между собой связью 1→2 (это характерная особенность данных гликозидов).

В продуктах гидролиза изобиокверцетина обнаруживается гиперозид, а изобиоробина – трифолин. Конечным сахаром в них является L-рамноза.

Кверцетин выглядит на хроматограммах в УФ-свете как темное пятно, что говорит о замещении третьего положения кемпферола, и гидролизуется кислотами до кемпферола, D-галактозы и L-рамнозы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Идентифицированные флавоноидные соединения ландыша майского образованы флавонолами и кумаринами (вошли в диапазон поглощений 250–270 и 310–350 нм соответственно, так как наблюдались два максимума поглощения – 267 и 320 нм). Флавонолы представлены двумя агликонами (кверцетином, кемпферолом) и семью их гликозидами (гиперозидом, кверцимеритрином, биокверцетином, изобиокверцетином, трифолином, биоробином, изобиоробином). Производные кумаринов представлены оксикумаринами: умбеллифероном и скополетином.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брем А. Жизнь растений. Новейшая ботаническая энциклопедия. М.: Эксмо. 2010. 876 с.
2. Крылова И.Л. О фитоценоотическом оптимуме и его критериях // *Популяционная экология растений: Материалы конференции*. М.: Наука. 1987. С. 14–18.

3. Самылина И.А. Пути использования лекарственного растительного сырья и его стандартизация. М.: Фармация. 2004. 56 с.
4. Уразалиев Р.А. Проблемы сохранения биоразнообразия лекарственной флоры, ее переработка и получение фитопрепаратов // *Переработка лекарственного сырья и производство фитопрепаратов для медицины и сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции.* Алматы. 1996. С. 41.
5. Запроматов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука. 1993. 272 с.
6. Ладыгина Е.Я. Химический анализ лекарственных растений: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 1983. 176 с.
7. Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. М.: Высшая школа. 1983. 176 с.
8. Пахомов П.М. Основы физики и химии полимеров: учеб. пособие. Тверь: ТвГУ. 2010. 164 с.
9. Мельникова Н.Б., Зимнякова О.Е., Пожидаев В.М., Саликова Т.В., Пегова И.А., Гусихина М.С. Электронная спектроскопия в фармацевтическом анализе: учеб. пособие. Новочеркасск: НГМА. 2006. 37 с.
10. Cozzolino D. Use of infrared spectroscopy for in-field measurement and pheno-typing of plant properties: instrumentation, data analysis, and examples // *Appl. Spectrosc. Rev.* 2014. Vol. 49. P. 564–584.
11. Шагина Н.А., Азимова Ф.Ш., Мустафаева А.Т. Спектрофотометрическое исследование растительного экстракта зверобоя // *Научно-методический электронный журнал «Концепт».* 2015. Т. 13. С. 1301–1305.
12. Якимова Л.С. Метод УФ-спектроскопии и его применение в органической и физической химии. Казань: Казан. ун-т. 2015. 19 с.
13. Кучеренко М.А., Виноградова М.Г. Анализ химического состава листьев *CONVALLARIA MAJALIS* L. в фитоценозах с различной антропогенной нагрузкой с использованием Фурье-ИК-спектроскопии // *Вестник Тверского государственного университета. Серия «Химия».* 2017. № 4. С. 30–35.
14. Виноградова М.Г., Кучеренко М.А. Физико-химические методы исследования лекарственного сырья // *Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств: Материалы Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи, 15–18 марта 2017 года, Тверь.* Тверь: ТвГУ. 2017. С. 73–74.
15. Виноградова М.Г. Методы ИК-спектроскопии и растровой электронной микроскопии в исследовании качества лекарственного сырья // *Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств: Материалы Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи, 8–10 апреля 2020 года, Тверь.* Тверь: ТвГУ. 2020. С. 9–13.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ВИНОГРАДОВА Марина Геннадьевна – д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры физической химии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33. E-mail: Vinogradova.MG@tversu.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Виноградова М.Г. УФ-спектральный анализ растительного сырья ландыша майского // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2021. № 2 (10). С. 95–102.

**UV-SPECTRAL ANALYSIS
OF PLANT RAW MATERIALS MAY LILY OF THE VALLEY**

M.G. Vinogradova

Tver State University (Tver)

Abstract. The possibility of determining the chemical composition of the May lily of the valley by ultraviolet spectroscopy is discussed. The analysis of plant materials of populations of Lily of the valley in the composition of forest phytocenoses of torzhoksky district, Tver region. The phenolic compounds included in the studied plants were identified. The structure of the studied flavonoids is determined

Keywords: UV-spectroscopy, May lily of the valley, flavonoid compounds.

REFERENCES

1. Brem A. Zhizn' rastenij. Novejshaya botanicheskaya enciklopediya [The life of plants. The newest botanical encyclopedia]. Moscow: Eksmo. 2010. 876 p.
2. Krylova I.L. About the phytocenotic optimum and its criteria. *Populyacionnaya ekologiya rastenij: Materialy konferencii*. Moscow: Nauka. 1987, pp. 14–18. (In Russian).
3. Samylina I.A. Puti ispol'zovaniya lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya i ego standartizaciya [Ways of using medicinal plant raw materials and its standardization]. Moscow: Farmaciya. 2004. 56 p.
4. Urazaliev R.A. Problems of preserving the biodiversity of medicinal flora, its processing and production of phytopreparations. *Processing of medicinal raw materials and production of phytopreparations for medicine and agriculture: Mater. international scientific and practical conference*. Almaty. 1996. p. 41. (In Russian).
5. Zaprometov M.N. Fenol'nye soedineniya. Rasprostranenie, metabolism i funkcii v rasteniyah [Phenolic compounds. Distribution, metabolism and functions in plants]. Moscow: Nauka. 1993. 272 p.
6. Ladygina E.Ya. Himicheskij analiz lekarstvennyh rastenij [Chemical analysis of medicinal plants: textbook manual]. Moscow: Vysshaya shkola. 1983. 176 p.
7. Himicheskij analiz lekarstvennyh rastenij [Chemical analysis of medicinal plants] / ed. by N.I. Grinkevich, L.N. Safronich. Moscow: Vysshaya shkola. 1983. 176 p.

8. Pakhomov P.M. Osnovy fiziki i himii polimerov: ucheb. posobie [Fundamentals of polymer physics and chemistry: a textbook]. Tver: TSU. 2010. 164 p.
9. Melnikova N.B., Zimnyakova O.E., Pozhidaev V.M., Salikova T.V., Pegova I.A., Gushina M.S. Elektronnaya spektroskopiya v farmaceuticheskom analize: ucheb. posobie [Electron spectroscopy in pharmaceutical analysis: a textbook] Novocherkassk: NGMA. 2006. 37 p.
10. Cozzolino D. Use of infrared spectroscopy for in-field measurement and pheno-typing of plant properties: instrumentation, data analysis, and examples. *Pap. Spectrosc. Rev.* 2014. Vol. 49, pp. 564–584.
11. Shagina N.A., Azimova F.Sh., Mustafaeva A.T. Spectrophotometric study of the plant extract of St. John's wort. *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept».* 2015. Vol. 13, pp. 1301–1305. (In Russian).
12. Yakimova L.S. UF-spektroskopii i ego primenenie v organicheskoy i fizicheskoy himii [Method of UV spectroscopy and its application in organic and physical chemistry]. Kazan: Kazan. univ. 2015. 19 p.
13. Kucherenko M.A., Vinogradova M.G. Analysis of the chemical composition of leaves of CONVALLARIA MAJALIS L. in phytocenoses with different anthropogenic loads using Fourier-IR spectroscopy. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Himiya». Chemiae series.* 2017. No. 4, pp. 30–35. (In Russian).
14. Vinogradova M.G., Kucherenko M.A. Physico-chemical methods of research of medicinal raw materials. *Quality and environmental safety of food products and industries: Materials of the International scientific conference with elements of the scientific school for young people, March 15–18, 2017, Tver.* Tver: TvSU. 2017, pp 73–74. (In Russian).
15. Vinogradova M.G. Methods of IR spectroscopy and scanning electron microscopy in the study of the quality of medicinal raw materials. *Quality and environmental safety of food products and industries: Materials of the International scientific conference with elements of the scientific school for young people, 8–10 April 2020, Tver.* Tver: TvSU. 2020, pp. 9–13. (In Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

VINOGRADOVA Marina Gennadievna – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of Physical Chemistry, Tver State University, 33, Zhelyabova st., Tver, 170100, Russia. E-mail: Vinogradova.MG@tversu.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Vinogradova M.G. UV-spectral analysis of plant raw materials may lily of the valley // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2021. No. 2 (10), pp. 95–102.