

Определение подлинности грудного сбора №2 и его компонентов методом инфракрасной спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения

В.В. Чевидаев¹, Д.О. Боков^{1,2}, И.А. Самылина¹

¹ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),

Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2;

²ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,

Российская Федерация, 109240, Москва, Устьинский проезд, д. 2/14

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Чевидаев Владимир Викторович – аспирант кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Тел.: +7 (977) 314-84-31. E-mail: vovchev@rambler.ru. *ORCID: 0000-0003-4696-9960*

Боков Дмитрий Олегович – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); научный сотрудник лаборатории химии пищевых продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Тел.: +7 (925) 358-84-27. E-mail: bokov_d_o@staff.sechenov.ru. *ORCID: 0000-0003-2968-2466*

Самылина Ирина Александровна – доктор фармацевтических наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Тел.: +7 (916) 585-42-17. E-mail: samylina_i_a@staff.sechenov.ru. *ORCID: 0000-0002-4895-0203*

РЕЗЮМЕ

Введение. Метод инфракрасной (ИК) спектроскопии находит применение в оценке качества фармацевтических субстанций, лекарственных препаратов синтетического и природного происхождения, лекарственного растительного сырья. ИК-спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (ИК-НПВО) является наиболее современным вариантом ИК-спектроскопии. Практика применения ИК-спектроскопии в оценке подлинности лекарственного растительного сырья, на сегодняшний день, не нашла широкого распространения, несмотря на все достоинства метода. Грудной сбор №2 – многокомпонентный лекарственный растительный препарат отхаркивающего действия. Компонентами грудного сбора №2 являются листья мать-и-мачехи обыкновенной, листья подорожника большого и корни солодки. Несмотря на то, что данные виды ЛРС являются фармакопейными и имеют богатую практику применения в медицине, данные об их ИК-спектрах в научной литературе отсутствуют.

Цель исследования: определение характеристик подлинности грудного сбора №2 и его компонентов методом инфракрасной спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения.

Материал и методы. Сухие измельченные образцы грудного сбора №2 и его компонентов изучали на Фурье-спектрометре Tensor 37 (Bruker, Германия).

Результаты. В диапазоне 3700–3020 см⁻¹ обнаружены колебания, характерные для ОН-групп, межмолекулярных водородных связей полимеров и NH-групп. Выявлены колебания СН-групп в диапазонах 3000–2770 см⁻¹, 1460–1300 см⁻¹, 900 см⁻¹. Выявлены колебания С=О групп пептидов в 1650 см⁻¹. В области «отпечатков пальцев» обнаружены колебания NH-групп и CN-групп пептидов, сложноэфирной группы липидов, ОН-групп полисахаридов, О=C-N группы пептидов.

Заключение. Полученные данные могут свидетельствовать о наличии в образцах фенольных соединений, полисахаридов, липидов и пептидов. Таким образом, методом ИК-спектроскопии определены характеристики подлинности грудного сбора №2, листьев мать-и-мачехи обыкновенной, листьев подорожника большого и корней солодки.

Ключевые слова: инфракрасная спектроскопия, инфракрасная спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения, грудной сбор №2, листья мать-и-мачехи, листья подорожника, корни солодки.

Для цитирования: Чевидаев В.В., Боков Д.О., Самылина И.А. Определение подлинности грудного сбора №2 и его компонентов методом инфракрасной спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения. Фармация, 2022; 71 (2): 11–16. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-02-02>

DETERMINATION OF THE PECTORALES SPECIES No. 2 AND ITS COMPONENTS IDENTITY BY INFRARED SPECTROSCOPY OF ATTENUATED TOTAL REFLECTION

V.V. ChevidaeV¹, D.O. Bokov^{1,2}, I.A. Samylina¹

¹Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), st. Trubetskaya, 8, bldg. 2, Moscow, 119991, Russian Federation; ²Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology", Ustinsky proezd, building 2/14, Moscow, 109240, Russian Federation

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ChevidaeV Vladimir Viktorovich – PhD student in pharmaceutical sciences of Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University. Tel.: +7 (977) 314-84-31. E-mail: vovchev@rambler.ru. *ORCID: 0000-0003-4696-9960*

Bokov Dmitry Olegovich – PhD in pharmaceutical sciences, associate professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University; researcher of laboratory of chemistry of food products at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology". Tel.: +7 (925) 358-84-27. E-mail: bokov_d_o@staff.sechenov.ru. *ORCID: 0000-0003-2968-2466*

Samylina Irina Alexandrovna – doctor of pharmaceutical sciences, corresponding member of the RAS, professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University. Tel.: +7 (916) 585-42-17. E-mail: samylina_i_a@staff.sechenov.ru. *ORCID: 0000-0002-4895-0203*

SUMMARY

Introduction. The method of IR spectroscopy is applied in assessing the quality of pharmaceutical substances, drugs of synthetic and natural origin, herbal medicines. Attenuated total reflection IR spectroscopy (ATR IR) is the most modern version of IR spectroscopy. At present, the practice of using IR spectroscopy has not found wide implementation in the assessment of the identity of herbal medicines, despite all the advantages of the method. Pectorales species No.2 is a expectorant multicomponent medicinal herbal preparation. The components of the Pectorales species No.2 are the coltsfoot, plantain leaves, and licorice roots. Despite the fact that these herbal medicines are pharmacopoeial and have a rich medical practice, data on their IR-spectra are not presented in the literature.

Objective: to determine the characteristics of the identity of Pectorales species No.2 and its components by the method of attenuated total reflection IR spectroscopy.

Material and methods: Dry crushed samples of Pectorales species No.2 and its components were studied on a Tensor 37 Fourier spectrometer (Bruker, Germany).

Results. Vibrations characteristic of OH-groups, intermolecular hydrogen bonds of polymers, and NH-groups were found in the range of 3700–3020 cm⁻¹. Vibrations of CHn-groups were revealed in the ranges of 3000–2770 cm⁻¹, 1460–1300 cm⁻¹, 900 cm⁻¹. Vibrations of C=O groups of peptides were detected at 1650 cm⁻¹. Vibrations of NH-groups and CN-groups of peptides, ester group of lipids, OH-groups of polysaccharides, O=C-N groups of peptides were found in the area of "fingerprints".

Conclusion. These data may indicate the presence of phenolic compounds, polysaccharides, lipids, and peptides in the samples. Thus, the characteristics of the identity of Pectorales species No. 2, coltsfoot leaves, plantain leaves, and licorice roots were determined by the method of IR spectroscopy.

Key words: IR spectroscopy, ATR IR, Pectorales species No. 2, coltsfoot leaves, plantain leaves, licorice roots.

For reference: ChevidaeV V.V., Bokov D.O., Samylina I.A. Determination of the Pectorales species No. 2 and its components identity by infrared spectroscopy of attenuated total reflection. *Farmatsiya*, 2022; 71 (2): 11–16. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-02-02>

Введение

Одним из методов физико-химического анализа, основанного на поглощении молекулами электромагнитного излучения в инфракрасной области, является инфракрасная (ИК) спектроскопия. ИК-спектроскопия относится к функциональным физико-химическим методам анализа валентных и деформационных колебаний различной интенсивности молекул, позволяющим идентифицировать различные группы биологически активных соединений (БАС). Большинство колебательных переходов происходит в диапазоне 4000–400 см⁻¹. При этом наибольший аналитический интерес с точки зрения определения специфичности структуры представляет диапазон 1500–500 см⁻¹, называемая областью «отпечатков пальцев» (фингерпринт). Наиболее перспективной, со-

временной и универсальной модификацией ИК-спектроскопии является ИК-спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) со встроенными в спектрометр приставками с кристаллом с высоким показателем преломления. Данный метод находит применение в анализе как индивидуальных БАС сложной структуры, так и многокомпонентных смесей [1–4]. В настоящее время активно проводятся исследования аминокислотного состава лекарственного растительного сырья, а также лекарственных растительных сборов [3–6].

Метод ИК-НПВО может также использоваться в анализе лекарственного растительного сырья (ЛРС) и экстрактов на его основе. В спектре присутствуют специфические частоты, которые можно считать характеристическими для определенного вида сырья и использовать в ка-

честве маркеров при определении его подлинности. Особенно это актуально при экспресс-диагностике, когда полученный фингерпринт анализируемого образца в виде характерного ИК-спектра сравнивается с эталонным [5, 6]. Однако существует проблема отсутствия доступной базы данных ИК-спектров ЛРС и неадекватной практики применения ИК-НПВО в его анализе. Тем не менее в научной литературе представлены исследования спектральных характеристик БАС ЛРС в инфракрасной области [7–9].

Грудной сбор (ГС) №2 (Фитопектол №2, *Pectorales species* №2, ГС №2) – многокомпонентный лекарственный растительный препарат, состоящий из листьев мать-и-мачехи обыкновенной (40%), листьев подорожника большого (30%), корней солодки (30%). Настой сбора применяется для лечения воспалительных заболеваний дыхательных путей, сопровождающихся кашлем с трудноотделяемой мокротой (в т.ч. бронхит и трахеит). Основными БАС, обуславливающими фармакологический эффект ГС №2, являются полисахариды, представленные в основном слизями, глюкуронами, галактанами, галактоуронами, арабиногалактанми, рамногалактоуронами, рамнанами, галакторамнанами, ксилогалактоуронами, пектинами [10]. Листья мать-и-мачехи содержат флавоноиды (апигенин, лютеолин, лютеолин-7-О-гликозид), сесквитерпены (оплопан, бисаболан), тритерпены (арнидиол, фарадиол), сиригиную кислоту, бензойную кислоту, дубильные вещества (галловая кислота), хромоны, азотсодержащие соединения (туссиллагин, сенкиркин), в небольших количествах эфирные масла, стеролы, аминокислоты [11]. В листьях подорожника большого обнаружены флавоноиды (лютеолин, апигенин, байкалеин, плантагинин), азотсодержащие соединения (индикаин, плантагонин), терпеноиды и сапонины (урсоловая, олеаноловая кислоты), производные кофейной кислоты, иридоидные гликозиды (аукубин), жирные кислоты, витамины [12]. В состав корней солодки входят тритерпеновые сапонины (глицирризин, глицирризиновая кислота, 18-β-глицерретовая кислота), флавоноиды (ликвиритигенин, ликвиритин, изоликвиритигенин, изоликвиритин), птерокарпаны, куместаны, 3-арилкумарины [13].

В настоящий момент в источниках научной литературы отсутствуют данные ИК-спектров ГС №2 и корней солодки. Получены спектры глицир-

ризиновой кислоты, основного БАС корней солодки и маркерного для ГС №2 [14]. Имеются сведения о спектральных характеристиках листьев подорожника большого и мать-и-мачехи обыкновенной листьев [15,16].

Целью настоящего исследования является определение характеристик подлинности ГС №2 и его компонентов методом ИК-НПВО.

Материал и методы

Объектом исследования являлись образцы ГС №2 и его компоненты промышленного изготовления. Сухие образцы измельчали в ступке до порошкообразного состояния.

Колебательные спектры образцов (32 скана) получали методом ИК-НПВО (нарушенного полного внутреннего отражения) на Фурье-спектрометре Tensor 37 фирмы Bruker (Германия) с алмазным НПВО элементом, управляемым программным пакетом OPUS со стандартными градуировочными возможностями, в диапазоне частот 4000–600 см⁻¹ в формате поглощения. Спектры ИКС НПВО получены на Факультете прикладной фотоники НИУ ИТМО (Санкт-Петербург). Результаты интерпретировали путем сопоставления с данными справочной литературы и электронных баз данных (Spectral Database for Organic Compounds SDBS).

Результаты и обсуждение

ИК-спектры образцов ГС №2, листьев мать-и-мачехи, подорожника и корней солодки представлены на рис. 1–4 соответственно.

Диапазон волновых колебаний молекул лежит между волновыми числами 3750–600 см⁻¹. Кривые светопоглощения образцов приблизительно похожи и отличаются интенсивностью полос, что свидетельствует об идентичности их качественного состава.

В диапазоне 3700–3020 см⁻¹ проявляется широкая интенсивная полоса, которая может быть характерна для ОН-групп фенольных соединений, межмолекулярных водородных связей полимеров и ассоциированных NHn-групп пептидов. Наибольшая интенсивность этой полосы обнаруживается в образцах листьев мать-и-мачехи и корней солодки.

Валентные асимметрические колебания, регистрирующиеся на спектрах в виде полос сильной интенсивности в диапазоне 3000–2770 см⁻¹, деформационные колебания средней интенсивности в диапазоне 1460–1300 см⁻¹, слабые деформационные колебания в 900 см⁻¹ свойственны

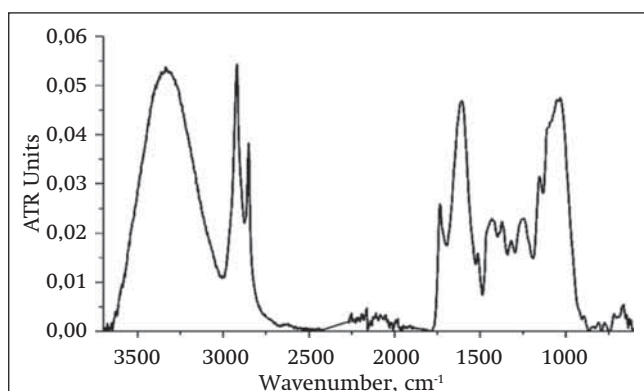


Рис. 1. ИК-спектр грудного сбора №2
Fig. 1. IR spectrum of Pectorales species No. 2

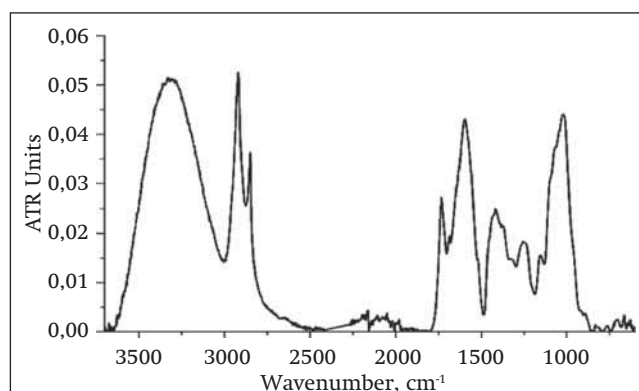


Рис. 3. ИК-спектр листьев подорожника большого
Fig. 3. IR spectrum of plantain leaves

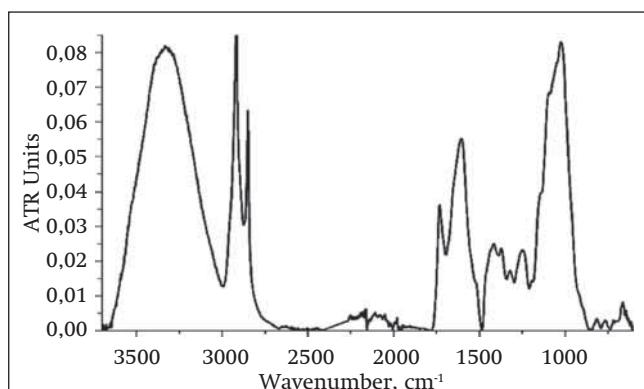


Рис. 2. ИК-спектр листьев мать-и-мачехи обыкновенной
Fig. 2. IR spectrum of coltsfoot leaves

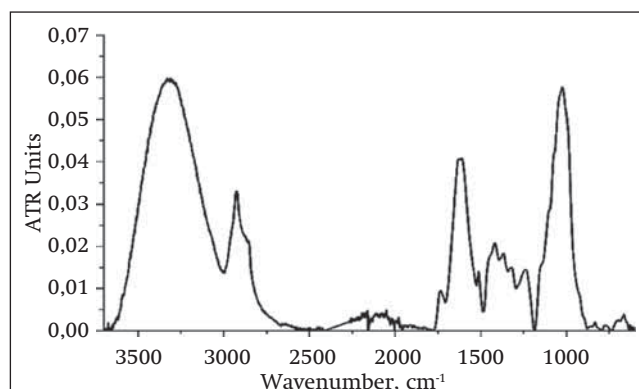


Рис. 4. ИК-спектр корней солодки
Fig. 4. IR spectrum of licorice roots

СНп-группам, присутствующим во всех классах органических соединений. Наиболее интенсивно проявляются в образцах листьев мать-и-мачехи и листьев подорожника.

Полосы очень слабой интенсивности в диапазоне 2300–2100 cm^{-1} малоинформативны и могут относиться к колебаниям $\text{RC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{CR}'$ групп алкинов. Узкая полоса в 1740 cm^{-1} , выявленная во всех образцах, свойственна колебаниям $\text{C}=\text{O}$ -группы в жирных кислотах. Наиболее интенсивно проявлена в образцах листьев мать-и-мачехи и листьев подорожника.

Сильное валентное колебание в виде полосы в области 1650 cm^{-1} (полоса Амид I) характерно для $\text{C}=\text{O}$ -групп пептидов. Наибольшей интенсивности достигает в образцах листьев мать-и-мачехи и ГС №2. В образцах корней солодки и ГС №2 в области 1520 cm^{-1} обнаружена полоса Амид II, характеризующаяся деформационными колебаниями NH -групп и валентными колебаниями CN -групп, которые свойственны пептидам. В ИК-спектрах образцов ГС №2 и листьев мать-и-мачехи более

интенсивно проявляется узкая полоса в области 1170 cm^{-1} , свойственная сложноэфирной группе липидов.

Широкая структурированная полоса в области 1030 cm^{-1} , наиболее интенсивно проявляющаяся в образце листьев мать-и-мачехи, отражает колебания OH -групп полисахаридов. Узкая слабая полоса в области 620 cm^{-1} вызвана слабыми деформационными колебаниями $\text{O}=\text{C}-\text{N}$ группы пептидов. Наиболее интенсивна в образцах ГС №2 и листьев мать-и-мачехи.

Таким образом, анализ спектральных данных позволяет предположить наличие и относительное содержание БАС в объектах исследования. Для листьев мать-и-мачехи характерно высокое содержание фенольных соединений, пептидов, свободных жирных кислот, полисахаридов. Листья подорожника отличаются высоким содержанием свободных жирных кислот. В корнях солодки отмечено значительное содержание фенольных соединений и пептидов. В грудном сборе, представляющем смесь вышеперечисленных

компонентов, выявлено высокое содержание липидов, пептидов.

Заключение

Анализ расположения по шкале волновых чисел и интенсивности полос поглощения в спектрах ИКС НПВО образцов ЛРС показало присутствие в их составе полисахаридов, пептидов, липидов, жирных кислот, фенольных соединений.

Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы для оценки подлинности ЛРС листьев мать-и-мачехи обыкновенной, листьев подорожника большого, корней солодки, а также многокомпонентного ЛРП на их основе – ГС №2.

Благодарности

Авторы выражают благодарность доктору химических наук, профессору Факультета прикладной оптики Университета ИТМО Алле Павловне Нечипоренко за содействие в организации и проведении исследования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

1. Мухамадеева Р.М., Жбанков Р.Г., Сопин В.Ф., Марченко Г.Н. Низкочастотная ИК-спектроскопия в исследовании структуры целлюлозы и нитратов целлюлозы. Успехи химии. 1993; 62 (4): 351–64.
2. Титова А.В., Садчикова Н.П., Бальклова К.С. Оценка качества субстанций и таблеток фталазола методами дифференциальной сканирующей калориметрии и ИК-спектроскопии. Вестник Росздравнадзора. 2012; 5: 62–7.
3. Щепочкина О.Ю., Прокофьева В.И. Спектральные методы в анализе производных фенотиазина. Фармация. 2012; 3: 5–7.
4. Габрук Н. Г. и др. ИК-спектроскопия в изучении состава композитов, полученных из растительного и животного сырья. Региональные геосистемы. 2011; 16 (15): 95–8.
5. Нечипоренко А.П., Миневич И.Э., Нечипоренко У.Ю., Ситникова В.Е., Громова Д.А. Пептид-полисахаридные комплексы слизи ламинарии, корня алтея, семян льна. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2020; 1 (43): 3–17.
6. Нечипоренко А.П., Плотникова Л.В., Нечипоренко У.Ю., Успенская М.В., Плотникова Н.А., Ишевский А.Л. ИК-спектроскопия и рефрактометрия масел, масляных и СО₂-экстрактов растительного сырья. Биотехносфера. 2017; 5 (53): 41–7.

7. Гудкова А.А., Матвейчук С.А., Сливкин А.И. ИК-спектроскопия в анализе растительного сырья синюхи голубой. Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. 2018; 101–3.
8. Тринева О.В., Рудая М.А., Гудкова А.А., Сливкин А.И. Применение ИК-спектроскопии в анализе лекарственного растительного сырья. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018; 4: 187–94.
9. Шукуров Т., Давлатмамадова С.Ш., Марупов Р., Абдуллоев С.Ф. Исследования влияния места произрастания на спектральные свойства лекарственного растения пастушьей сумки обыкновенная методом ИК-спектроскопии. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2017; 1–2: 125–32.
10. Чевидаев В.В., Боков Д.О., Самылина И.А. Углеводный состав полисахаридов грудного сбора № 2. Фармация. 2021; 70 (2): 11–7. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-02-02>
11. Chen S., Dong L., Quan H., Zhou X. et al. A review of the ethnobotanical value, phytochemistry, pharmacology, toxicity and quality control of *Tussilago farfara* L. (coltsfoot). Journal of Ethnopharmacology. 2020; 113478. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113478>
12. Samuelsen A.B. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review. J. of ethnopharmacology. 2000; 71 (1–2): 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00212-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00212-9)
13. Asl M.N., Hosseinzadeh H. Review of pharmacological effects of Glycyrrhiza sp. and its bioactive compounds. Phytotherapy Research: An International J. Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives. 2008; 22 (6): 709–24. <https://doi.org/10.1002/ptr.2362>
14. Сабырхан А.Б., Ордабаева С.К., Асылбекова А.Д. Изучение спектральных характеристик субстанции глицирризиновой кислоты. Высшая школа: научные исследования. 2020; 111–7.
15. Давлатмамадова С.Ш., Шукуров Т.Ш., Муллоев Н.У. Влияние места произрастания на спектральные характеристики листьев подорожника большого (*Plantago major* L.). Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2018; 1: 72–7.
16. Съедин А.В., Орловская Т.В., Гаврилин М.В. Использование метода ИК-спектроскопии для экспресс-идентификации тиогликозидов в растительном сырье. Современные проблемы науки и образования. 2014; 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://science-education.ru/en/article/view?id=11953>

References

1. Muhamadeeva R.M., Zhabankov R.G., Sopin V.F., Marchenko G.N. Low-frequency IR spectroscopy in the study of the structure of cellulose and cellulose nitrates. 1993; 62 (4): 351–64 (in Russian)].
2. Titova A.V., Sadchikova N.P., Balyklova K.S. Evaluation of the quality of substances and tablets of ftalazol by methods of differential scanning calorimetry and IR spectroscopy. Vestnik Roszdravnadzora. 2012; 5: 62–7 (in Russian)].
3. Shchepochkina O.Yu., Prokofeva V.I. Spectral methods in the analysis of phenothiazine derivatives. Farmatsiya. 2012; 3: 5–7 (in Russian)].
4. Gabruk N.G. et. IR spectroscopy in the study of the composition of composites obtained from plant and animal raw materials. 2011; 16 (15): 95–8 (in Russian)].

5. Nechiporenko A.P., Minevich I.E., Nechiporenko U. Yu., Sitnikova V.E., Gromova D.A. Peptide-polysaccharide complexes of kelp slime, marshmallow root, flax seed. Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and devices for food production. 2020; 1 (43): 3–17 (in Russian)].
6. Nechiporenko A.P., Plotnikova L.V., Nechiporenko Ul. Yu., Uspenskaya M.V., Plotnikova N.A., Ishevskiy A.L. IR-spectroscopy and refractometry oils, oiland CO₂-extracts of plant materials. Biotechnosphere. 2017; 5 (53): 41–7 (in Russian)].
7. Gudkova A.A., Matveichuk S.A., Slivkin A.I. IR spectroscopy in the analysis of plant raw materials cyanosis blue. Razrabotka, issledovanie i marketing novoi farmatsevticheskoi produktsii. 2018; 101–3 (in Russian)].
8. Trineeva O.V., Rudaya M.A., Gudkova A.A., Slivkin A.I. Application of IR spectroscopy in the analysis of medicinal plant materials. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. 2018; 4: 187–94 (in Russian)].
9. Shukurov T., Davlatmamadova S.Sh., Marupov R., Abdulloev S.F. Investigation of the influence of the place of growth on the spectral properties of the medicinal plant Shepherd's purse ordinary by IR spectroscopy. Vestnik Tadzhijskogo natsional'nogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk. 2017; 1–2: 125–32 (in Russian)].
10. Chevadaev V.V., Bokov D.O., Samylina I. A. Carbohydrate composition of polysaccharides of Pectorales species No. 2. Farmatsiya. 2021; 70 (2): 11–7. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-02-02> (in Russian)].
11. Chen S., Dong L., Quan H., Zhou X. et al. A review of the ethnobotanical value, phytochemistry, pharmacology, toxicity and quality control of *Tussilago farfara* L. (coltsfoot). Journal of Ethnopharmacology. 2020; 113478. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113478>
12. Samuelsen A.B. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review. Journal of ethnopharmacology. 2000; 71 (1–2): 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00212-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00212-9)
13. Asl M.N., Hosseinzadeh H. Review of pharmacological effects of Glycyrrhiza sp. and its bioactive compounds. Phytotherapy Research: An International J. Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives. 2008; 22 (6): 709–24. <https://doi.org/10.1002/ptr.2362>
14. Sabyrkhan A.B., Ordabaeva S.K., Asilbekova A.D. The study of the spectral characteristics of the substance of glycyrrhizic acid. Vysshaya shkola: nauchnye issledovaniya. 2020; 111–7 (in Russian)].
15. Davlatmamadova S.Sh., Shukurov T.Sh., Mulloev N.U. Influence of the place of growth on the spectral characteristics of the leaves of the great plantain (*Plantago major* L.). Vestnik Tadzhijskogo natsional'nogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk. 2018; 1: 72–7 (in Russian)].
16. Sedin A.V., Orlovskaya T.V., Gavrilin M.V. Using the method of IR spectroscopy for the rapid identification of thio-glycosides in plant materials. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014; 1. [Electronic resource]. Access mode: <https://science-education.ru/en/article/view?id=11953> (in Russian).

Поступила 17 января 2022 г.

Received 17 January 2022

Принята к публикации 8 февраля 2022 г.

Accepted 8 February 2022