Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

УДК 615.322:615.07:543.422.4

ДОРИВОР ЎСИМЛИК ХОМ АШЁСИНИ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ҚИЛИШДА ИНФРАҚИЗИЛ СПЕКТРЛАРНИНГ ДИАГНОСТИК АҲАМИЯТИ

Рамазонова Камола Рамазон қизи
Фармацевтика таълим ва тадқиқот институти, PhD
e-mail: kamolaramazonova@gmail.com

Эъзоза Абзалова Аваз қизи
Фармацевтика таълим ва тадқиқот институти, талаба
e-mail: abzalovaezoza01.@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.20562130

Аннотация

Мазкур мақолада доривор ўсимлик хомашёсини идентификация қилиш ва унинг ҳақиқийлигини баҳолашда Фурье-трансформацияли инфрақизил спектроскопия (FTIR) усулининг аналитик имкониятлари ўрганилди. Тадқиқот объекти сифатида Туркистон арслонқуйруғи (Leonurus turkestanicus V.I. Krecz.) ўсимлигининг ер устки қисми танланди. Намунанинг инфрақизил спектри таҳлил қилиниб, гидроксил, карбонил, ароматик ҳамда бошқа функционал гуруҳларга хос характерли ютилиш полосалари аниқланди. Олинган натижалар ўсимлик таркибида фенол бирикмалар, флавоноидлар, гликозидлар ва бошқа биологик фаол моддалар мавжудлигини тасдиқлади. Тадқиқот натижалари FTIR спектроскопиясининг доривор ўсимлик хомашёсини экспресс-идентификация қилиш, ҳақиқийлигини баҳолаш ва сифат назоратини амалга оширишда юқори селективликка эга бўлган тезкор ҳамда ишончли усул эканлигини кўрсатди.

Калит сўзлар: инфрақизил спектроскопия, FTIR, доривор ўсимлик хомашёси, Leonurus turkestanicus, идентификация, сифат назорати, биологик фаол моддалар.

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРОВ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация

В статье изучены аналитические возможности метода инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) для идентификации и оценки подлинности лекарственного растительного сырья. Объектом исследования служила надземная часть пустырника туркестанского (Leonurus turkestanicus V.I. Krecz.). Проведён анализ инфракрасного спектра образца, в котором выявлены характерные полосы поглощения, соответствующие гидроксильным, карбонильным, ароматическим и другим функциональным группам. Полученные данные свидетельствуют о наличии в растительном сырье фенольных соединений, флавоноидов, гликозидов и других биологически активных веществ. Результаты исследования показали, что FTIR-спектроскопия является высокоселективным, быстрым и надёжным методом экспресс-идентификации, оценки подлинности и контроля качества лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: инфракрасная спектроскопия, FTIR-спектроскопия, лекарственное растительное сырьё, Leonurus turkestanicus, идентификация, контроль качества, биологически активные вещества.

Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

DIAGNOSTIC SIGNIFICANCE OF INFRARED SPECTRA IN THE IDENTIFICATION OF MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS

Abstract

This study investigated the analytical potential of Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy for the identification and authenticity assessment of medicinal plant raw materials. The aerial parts of Leonurus turkestanicus V.I. Krecz. were selected as the object of the study. Infrared spectral analysis revealed characteristic absorption bands corresponding to hydroxyl, carbonyl, aromatic, and other functional groups. The obtained spectral data confirmed the presence of phenolic compounds, flavonoids, glycosides, and other biologically active constituents in the plant material. The results demonstrated that FTIR spectroscopy is a highly selective, rapid, and reliable analytical approach for the express identification, authenticity evaluation, and quality control of medicinal plant raw materials. The generated spectral profile may serve as a basis for the development of reference spectral databases and the implementation of modern quality assurance systems for herbal medicinal materials.

Keywords: infrared spectroscopy, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), medicinal plant raw materials, Leonurus turkestanicus, identification, quality control, biologically active compounds.

Кириш. Инфрақизил (ИҚ) спектроскопия молекуляр спектроскопиянинг энг кенг қўлланиладиган усулларидан бири бўлиб, молекулаларнинг тебраниш ҳолатларини ўрганишга асосланган. Фурье-трансформацияли инфрақизил спектроскопия (FTIR) усули инфрақизил нурланишнинг кимёвий моддалар томонидан ютилиши натижасида ҳосил бўладиган спектрларни қайд этиш имконини беради. Ҳар бир модда учун ўзига хос бўлган бундай спектрлар унинг «молекуляр бармоқ изи» сифатида хизмат қилиб, кимёвий тузилиши ҳақида муҳим маълумотларни тақдим этади.

Инфрақизил нурланиш соҳаси кўринадиган ва микротўлқинли нурланиш диапазонлари оралиғида жойлашган бўлиб, замонавий ИҚ-спектрофотометрлар одатда 4000–650 $см^{-1}$ (2,5–15,4 мкм), айрим ҳолларда эса 200 $см^{-1}$ (50 мкм) гача бўлган диапазонда спектрларни қайд этиш имкониятига эга. ИҚ-спектроскопия молекулалар томонидан инфрақизил диапазондаги электромагнит нурланишнинг ютилиши натижасида юзага келадиган тебраниш ва айланиш энергетик ҳолатларининг ўзгаришларини ўрганишга асосланади. Шу сабабли мазкур усул кимёвий бирикмаларнинг тузилиши, функционал гуруҳлари ва физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ қилишда муҳим аналитик аҳамиятга эга.

Ўсимликлар таркибида турли хил биологик фаол моддаларнинг (БФМ) мавжудлиги уларни таҳлил қилиш ва идентификациялашда юқори аниқликка эга усуллардан фойдаланишни талаб этади. Анъанавий ёндашувларда БФМ ларни аниқлаш учун экстрактив моддалар йиғиндисини ажратиб олиш ва мақсадли компонентларни изоляция қилиш зарур бўлади. Бироқ сўнгги йилларда намунага дастлабки ишлов бермасдан туриб, тезкор ва бузмасдан таҳлил қилиш имконини берувчи экспресс-усулларга қизиқиш сезиларли даражада ортиб бормоқда.

Доривор ўсимлик хомашёсини (ДЎХ) идентификация қилишда Фурье-трансформацияли ИҚ- спектроскопия усули объективлиги, тезкорлиги ва юқори ишончлилиги билан ажралиб туради. Ушбу усул ёрдамида хомашёнинг ўзига хос спектрал тавсифлари асосида уни идентификация қилиш, сифатини баҳолаш ҳамда қалбакилаштириш ҳолатларини аниқлаш мумкин. Шу билан бирга, ДЎХ ни таҳлил қилишда FTIR усулининг қўлланилиши ҳозирча чекланган бўлиб, адабиётларда мазкур йўналишга оид тадқиқотлар нисбатан кам учрайди.

Шу муносабат билан доривор ўсимлик хомашёсининг сифати ва ҳақиқийлигини баҳолашда Фурье-трансформацияли ИҚ- спектроскопия усулининг аналитик имкониятларини ўрганиш

ҳамда уни амалиётга жорий этиш бўйича илмий тадқиқотларни кенгайтириш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

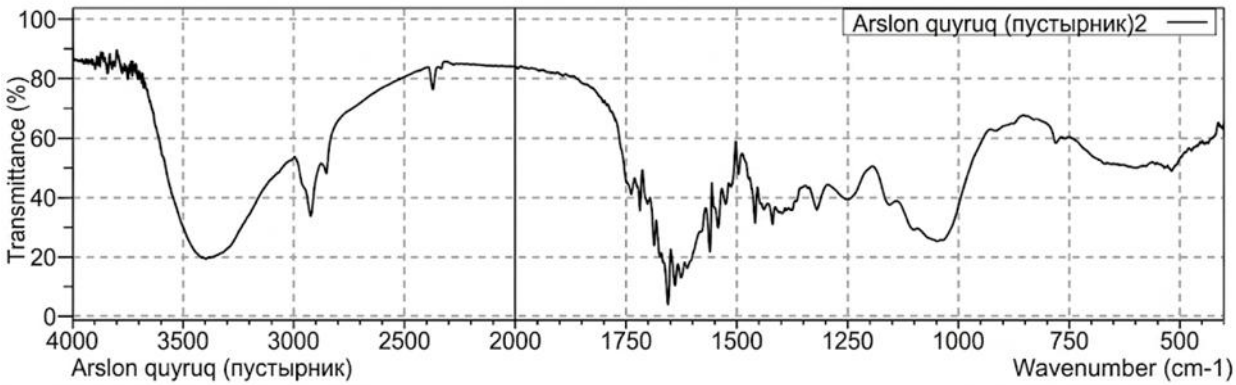
Ишнинг мақсади. ДЎХ сини идентификация қилиш ва унинг сифат кўрсаткичларини баҳолашда Фурье-трансформацияли инфрақизил (FTIR) спектроскопия усулининг имкониятларини ўрганиш, ушбу усулнинг ДЎХ сини тезкор ва бузмасдан таҳлил қилишдаги самарадорлигини баҳолашдан иборат.

Тадқиқот материали ва усуллари. Тадқиқот объекти сифатида Ўзбекистон Республикаси Тошкент вилоятининг экологик жиҳатдан хавфсиз ҳудудларида мустақил равишда йиғиб тайёрланган туркистон арслонқуйруқ ўсимлигининг ер устки қисми танлаб олинди. Хом ашёни йиғиш, қуритиш ва сақлаш жараёнларида турли морфологик гуруҳлар учун белгиланган қоидаларга амал қилинди.

Тадқиқотлар Фармацевтика таълим ва тадқиқот институти Фармация илмий марказининг илмий-техник базасида мавжуд бўлган IRAffinity-1 (Shimadzu) Фурье-трансформацияли инфрақизил спектрофотометри ёрдамида 4000–400 $см^{-1}$ тўлқин сонлари (частота) диапазонида амалга оширилди. Спектрларни рўйхатга олиш минимал сканерлаш тезлигида, тор диапазонларда ва тизимнинг юқори сезгирлик режимида бажарилди.

ИҚ-спектроскопик тадқиқотлар учун 300–400 мг атрофида яхшилаб майдаланган намуна қуритилган калий бромид билан аралаштирилиб, стандарт методика бўйича таблетка шаклида тайёрланди. Ушбу миқдор диаметри 10–15 мм бўлган диск ҳамда етарли интенсивликдаги спектр олиш учун оптимал ҳисобланади.

Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси Тадқиқот объектининг олинган ИҚ-спектрлари таҳлил қилинганда, барча намуналар учун умумий кимёвий таркибни акс эттирувчи ютилиш чизиқлари аниқланди.



Расм. Туркистон арслонқуйруқ (Leonurus turkestanicus V.I.Krecz. et Kuprian.) ер устки қисми қуритилган хомашёсининг ИҚ-спектри

Олинган спектрдан кўриниб турибдики, спектр 4000–400 $см^{-1}$ частота (тўлқин сони) диапазонида қайд этилган бўлиб, намуна таркибидаги турли биологик фаол моддаларнинг функционал гуруҳларига хос бўлган бир қанча муҳим ютилиш чизиқларига эга:

3400–3200 $см^{-1}$ соҳасида 3400 $см^{-1}$ атрофида максимумга эга бўлган жуда интенсив ва кенг ютилиш полосаси кузатилмоқда. Бу эркин ва водород боғлари ҳосил қилган гидроксил (–OH) гуруҳларининг валент тебранишларини ифодалайди. Ушбу чизиқ ўсимлик хомашёси таркибида фенол бирикмалар, флавоноидлар, полисахаридлар ва қолдиқ намлик (сув) мавжудлигининг асосий исботидир. 2950–2850 $см^{-1}$ соҳаси: 2920 $см^{-1}$ ва 2850 $см^{-1}$ атрофида иккита аниқ ифодаланган "чўққи" (ютилиш чизиғи) кўриниб турибди. Булар алифатик занжирлардаги CH_2 ва CH_3 гуруҳларининг C–H боғлари валент тебранишларига тегишлидир. Бу сигналлар ўсимликдаги липидлар ва углевод компонентлари борлигини кўрсатади.

1750–1600 $см^{-1}$ соҳаси: спектрнинг марказий қисмида, тахминан 1650–1600 $см^{-1}$ оралиғида энг қуйи нуқтага тушган ўткир ва кучли ютилиш чизиқлари тизими мавжуд. Бу соҳа карбонил гуруҳлари C=O (органик кислоталар, эфирлар, флавоноидларнинг C-ҳалқасидаги кетон гуруҳлари) ва ароматик ҳалқаларнинг C=C боғлари валент тебранишларининг бир-бирига устма-уст тушиши натижасида ҳосил бўлган. Бу арслонқуйруқ таркибидаги флавоноидлар ва фенол кислоталарнинг мавжудлигидан далолат беради.

1450–1300 $см^{-1}$ соҳаси: бу ерда ўртача жадалликдаги (интенсивлиликдаги) бир нечта пиклар кузатилади. Улар алифатик гуруҳларнинг C–H деформацияланувчи тебранишларига ҳамда феноллардаги O–H гуруҳининг тебранишларига мос келади.

1250–1000 $см^{-1}$ соҳаси ("Бармоқ изи" ёки Fingerprint соҳаси): графикда 1050 $см^{-1}$ атрофида чуқурлашиб борган мураккаб ютилиш полосалари яққол кўринади. Бу соҳа C–O ва C–O–C оддий боғларининг тебранишлари учун характерли бўлиб, ўсимлик таркибидаги гликозидлар (масалан, флавоноид гликозидлари), полисахаридлар ва эфир боғларига эга бошқа бирикмаларни акс эттиради. Бу соҳанинг индивидуал тузилиши айнан мана шу ўсимликни идентификация қилишда асосий диагностик мезон (маркер) ҳисобланади.

900–600 $см^{-1}$ соҳаси: спектрнинг ўнг томонидаги кичик ютилиш чизиқлари ароматик ҳалқалардаги C–H боғларининг текисликдан ташқари деформацияланувчи тебранишларини ифодалайди. Олинган натижалар умумлаштирилиб, қуйидаги жадвалда келтирилди.

Жадвал

Тўлқин сони ($см^{-1}$)	Функционал гуруҳ	БФМ
3400–3200	O–H	Феноллар, сув
2920–2850	C–H	Липидлар
1650–1600	C=O, C=C	Флавоноидлар
1250–1000	C–O	Гликозидлар

Умуман олганда, туркистон арслонқуйруқ ўсимлигининг ИҚ-спектри унинг таркибида гидроксил гуруҳлари, фенол бирикмалар, ароматик структуралар, карбонил сақловчи моддалар ҳамда эфир ва спирт табиатли компонентлар мавжудлигини кўрсатди. Бу эса ўсимликда флавоноидлар, фенол кислоталар ва бошқа табиий биологик фаол бирикмалар мавжудлигини тасдиқлайди. Тажрибалар асосида олинган ИҚ-спектрлар ва ютилиш зоналарининг жадаллиги доривор ўсимлик учун ўзига хос хусусиятга эга эканлиги аниқланди. Намуналарнинг стандарт спектрларини маълумотлар базасига киритиш келгусида уларни ишончли идентификация қилиш имконини беради.

Хулосалар. Тадқиқот натижалари Фурье-трансформацияли ИҚ- спектроскопия (FTIR) усулининг Leonurus turkestanicus V.I. Krecz. ДЎХ сини экспресс-идентификация қилишда юқори селективлик ва самарадорликка эга эканлигини тасдиқлади. Усулнинг нодеструктив хусусияти намуна бутунлигини сақлаган ҳолда унинг таркибидаги асосий функционал гуруҳларни аниқлаш ва биологик фаол моддалар профилини баҳолаш имконини беради.

FTIR спектроскопиясининг тезкорлиги, юқори ахборотлилиги ва аналитик имкониятлари уни доривор ўсимлик хомашёси сифатини назорат қилиш, аутентификациялаш ҳамда фальсификация ҳолатларини аниқлаш амалиётига жорий этиш учун истиқболли усул сифатида баҳолаш имконини беради. Мазкур ёндашув фармацевтик таҳлил ва стандартлаштириш жараёнларини такомиллаштиришга хизмат қилиши мумкин.

Шунингдек, олинган спектрал маълумотлар асосида рақамли FTIR-спектрлар базасини шакллантириш, турли доривор ўсимлик турларининг қиёсий таҳлилини амалга ошириш ҳамда

автоматлаштирилган сифат назорати тизимларини ишлаб чиқиш учун илмий-амалий асос яратилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Тринеева О.В., Рудая М.А., Гудкова А.А., Сливкин А.И. Применение ИК-спектроскопии в анализе растительного сырья // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 4. – С. 187–194.
2. Давлатмамадова С.Ш. Спектральные особенности природных органических соединений (на примере дикорастущих растений): дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Душанбе, 2019. – 142 с.
3. Vargas-Bello-Pérez E., Arevalos-Sánchez M.M., Abarca R.L., Fellenberg M.A., Gómez-Cortés P., Neyshabouri S.Z., Nasri M.H.F., Ghavipanje N. Current uses and advances in spectroscopy applications in plant and plant-based foods // International Journal of Agriculture and Natural Resources. – 2025. – Vol. 52, No. 2. – P. 92–111.
4. Карманов А.П., Деркачева О.Ю. Применение ИК-Фурье-спектроскопии для исследования лигнинов травянистых растений // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 61–70.
5. Sahu A., Mohapatra D., Malang S., Kathait P. Instrumental Methods for Analysis and Characterizations of Phytopharmaceuticals. – 1st ed. – Boca Raton: CRC Press, 2026. – 264 p. DOI: 10.1201/9781003540823.
6. Голубцова Ю.В. Оценка качества и подлинности плодово-ягодного сырья методом ИК-Фурье-спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 126–132.
7. Колосова О.А., Тринеева О.В. Изучение возможности применения ИК-спектроскопии для идентификации сырья валериан сомнительной и волжской // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2022. – Т. 11, № 3. – С. 162–172. – DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-3-162-172.
8. Сапон Е.С., Лугин В.Г. Применение ИК-Фурье-спектроскопии для количественного анализа в фармацевтической промышленности // Вестник фармации. – 2017. – № 1 (75). – С. 82–92.
9. Голубцова Ю.В. Изучение возможности применения метода ИК-Фурье-спектроскопии для идентификации плодово-ягодного сырья в многокомпонентных пищевых системах // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 10. – С. 20–25.
10. Хуммедов Г., Халымова О., Гуджималова Г. Физико-химические методы анализа лекарственных растений. – Ташкент: Научная артель, 2025. – С. 30–33.
11. Yunuskhodzhaeva, N.A., Eshbakova, K.A. & Abdullabekova, V.N. Flavonoid composition of the herb Polygonum aviculare . Chem Nat Compd 46, 803–804 (2010). https://doi.org/10.1007/s10600-010-9749-4
12. Yunuskhodzhaeva, N.A., Abdullabekova, V.N., Ibragimova, K.S. et al. Amino-Acid Composition of Urtica dioica Leaves and Polygonum hydropiper and P. aviculare Herbs. Chem Nat Compd 50, 970–971 (2014). https://doi.org/10.1007/s10600-014-1137-z
13. Abdullabekova, V. N., Sharipova, S. T., Rakhimova, O. R., Tadzhieva, A. D., Zakirova, R. Y., & Abdullabekova, V. N. (2023). Research On The Study Of The Flavonoid Composition And End-To-End Standardization Of The Raw Material And Dosage Form Of Calendula Officinalis L. Growing In Uzbekistan. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 14(3).