

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

1 (462)

JANUARY – MARCH 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынулы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, РБҚ ҚР ҰҒА президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Окефорд, АҚШ) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вағиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, АҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **28.02.2025 ж.** берген №**KZ63VPY00113743** Күәлік.

Тақырыптық бағыты: *химия және химиялық технология*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arihiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2025

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент РОО Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛЫТАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Ахсана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углекислотной химии (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство №KZ63VPY00113743 о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан 28.02.2025 г.

Тематическая направленность: *химия и химические технологии*

Периодичность: 4 раза в год.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2025

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, President of NAS RK RPA, general director of JSC "D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, University of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

ROSS Samir, Ph.D, professor, school of Pharmacy, National Center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, Ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine, faculty of Oriental medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director of the Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the Academy of Sciences of Tajikistan, V.I. Nikitin Institute of Chemistry AS RT (Tajikistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of Information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued **29.07.2020**.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 1. Number 462 (2025), 79–93

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1491.268>

FTAXP: 31.19.29

ӨЖ: 661.152.4

M.B. Kambatyrov¹, P.A. Abdurazova^{2*}, U.B. Nazarbek¹, Y.B. Raiymbekov¹, 2025.

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

²O. Zhanibekov South Kazakhstan Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: abdurazova.perizat@okmpu.kz

FTIR SPECTROSCOPIC STUDY OF HUMIC ACIDS PRECIPITATION

Kambatyrov Maksat Batyrovich – PhD. M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: maksat-kambatyrov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5791-8627>;

Abdurazova Perizat Adilbekovna – PhD, Associate Professor, O. Zhanibekov South Kazakhstan Pedagogical University, Department of Chemistry, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: abdurazova.perizat@okmpu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5244-7678>;

Nazarbek Ulzhalgas Bakytkyzy – PhD, Associate Professor. M. Auezov South Kazakhstan University. Department of Chemistry and Pharmaceutical Engineering, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: unazarbek@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8890-8926>;

Raiymbekov Yerkebulan Batyrbekuly – PhD. M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: epulsr@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2119-2406>.

Abstract. This article investigates the precipitation process of humic acids using different acids, including hydrochloric, sulfuric, ascorbic, citric, and formic acids. Humic acids are complex organic compounds widely found in soils, peat, coal, and natural waters. They play a crucial role in biogeochemical processes, possess high sorption capacity, and are applied in ecology, agriculture, medicine, and industry. However, their interaction mechanisms with acids and precipitation behavior remain insufficiently studied. In this study, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy was employed to analyze the structural changes in humic acids during precipitation. The results indicate that each acid uniquely affects the functional groups of humic acids, including hydroxyl (-OH), carbonyl (C=O), carboxyl (-COOH), and aromatic structures. Hydrochloric acid has a minimal impact on the structure, ensuring mild precipitation, whereas sulfuric acid promotes sulfate bond formation and partial oxidation of aromatic structures. Ascorbic and citric acids preserve the natural properties of humic acids with only slight modifications, while formic acid induces strong molecular aggregation and the formation of dense precipitates. This study provides deeper insights into the interactions between humic acids and various acids, assessing their effects on the chemical properties of humic substances. The findings can contribute to optimizing humic acid extraction

techniques and enhancing their applications in environmental science, water treatment, agriculture, biotechnology, and pharmaceuticals.

Keywords: humic acids, precipitation, IR spectroscopy, functional groups, acids.

М.Б. Камбатыров¹, П.А. Абдуразова^{2*}, У.Б. Назарбек¹, Е.Б. Райымбеков¹, 2025.

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

²Ө. Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті,
Шымкент, Қазақстан.

E-mail: abdurazova.perizat@okmpu.kz

ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫН ТҰНДЫРУ ҮРДІСІН ИҚ- СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Камбатыров Максат Батырұлы – Ph.D, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан, E-mail: maksat-kambatyrov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5791-8627>;

Абдуразова Перизат Адилбековна – Ph.D, қауымдастырылған профессор, Химия кафедрасы, Ө. Жәнібеков атындағы ОҚПУ, Шымкент, Қазақстан, E-mail: abdurazova.perizat@okmpu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5244-7678>;

Назарбек Улжалғас Бахытқызы – Ph.D, қауымдастырылған профессор, Химия және фармацевтикалық инженерия кафедрасы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан, E-mail: unazarbek@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8890-8926>;

Райымбеков Еркебұлан Батырбекұлы – Ph.D, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан, E-mail: eplusr@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2119-2406>.

Аннотация. Бұл мақалада гумин қышқылдарын тұндыру процесі әртүрлі қышқылдар (тұз, күкірт, аскорбин, лимон және құмырсқа қышқылдары) қолдану арқылы зерттелді. Гумин қышқылдары топырақта, шымтезде, көмірде және табиғи суларда кең таралған күрделі органикалық қосылыстар болып табылады. Олар биогеохимиялық процестерде маңызды рөл атқарады, жоғары сорбциялық қабілетке ие және экологияда, ауыл шаруашылығында, медицинада және өнеркәсіпте қолданылады. Алайда, олардың қышқылдармен әрекеттесу механизмдері мен тұндыру ерекшеліктері әлі де толық зерттелмеген. Бұл зерттеуде гумин қышқылдарының құрылымындағы өзгерістер ИҚ-спектроскопия әдісі арқылы талданды. Сілтілік ортада гумин қышқылдары диссоциацияланған күйде болады, мұнда карбоксил (-COOH) және фенол (-OH) топтары иондалған, бұл олардың жоғары ерігіштігін және коллоидтық жүйе түріндегі тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Алынған нәтижелер әрбір қышқылдың гумин қышқылдарының функционалдық топтарына (гидроксил, карбонил, карбоксил және ароматты құрылымдар) ерекше әсер ететінін көрсетті. Тұз қышқылы құрылымға минималды әсер етіп, жұмсақ тұндыруды қамтамасыз етсе, күкірт қышқылы сульфаттық байланыстардың түзілуіне және ароматты құрылымдардың ішінара тотығуына әкеледі. Аскорбин және лимон қышқылдары гумин қышқылдарының табиғи қасиеттерін сақтай отырып, тек аздаған модификация жасайды, ал құмырсқа қышқылы молекулалардың күшті агрегаттануына және тығыз тұнбалардың түзілуіне ықпал етеді. Зерттеу гумин қышқылдарының әртүрлі қышқылдармен

әрекеттесуін тереңірек түсінуге, олардың химиялық қасиеттеріне әсерін бағалауға және гуминді заттарды алу мен қолдану әдістерін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Алынған мәліметтер гумин қышқылдарын экология, ауыл шаруашылығы, су тазарту, биотехнология және фармацевтика салаларында тиімді пайдалану стратегияларын жасауға негіз бола алады.

Түйін сөздер: гумин қышқылдары, тұндыру, ИҚ-спектроскопия, функционалдық топтар, қышқылдар.

Қаржыландыру: Бұл зерттеу Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі тарапынан AP19174296 гранты аясында қаржыландырылды.

М.Б. Камбатыров¹, П.А. Абдуразова^{2*}, У.Б. Назарбек¹, Е.Б. Райымбеков¹, 2025.

¹Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

²Южно-Казахстанский педагогический университет имени О. Жанибекова, Шымкент, Казахстан.

E-mail: abdurazova.perizat@okmpu.kz

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

Камбатыров Максат Батырович – PhD, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, E-mail: maksat-kambatyrov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5791-8627>;

Абдуразова Перизат Адилбековна – PhD, ассоциированный профессор, кафедра Химии, ЮКПУ имени О. Жанибекова, Шымкент, Казахстан, E-mail: abdurazova.perizat@okmpu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5244-7678>;

Назарбек Улжалгас Бахыткызы – PhD, ассоциированный профессор, кафедра Химии и фармацевтической инженерии, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, E-mail: unazarbek@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8890-8926>;

Райымбеков Еркебулан Батырбекулы – PhD, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, E-mail: eplusr@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2119-2406>.

Аннотация. В данной статье рассматриваются процессы осаждения гуминовых кислот с использованием различных кислотных реагентов, таких как соляная, серная, аскорбиновая, лимонная и муравьиная кислоты. Гуминовые кислоты являются сложными органическими соединениями, широко распространенными в почвах, торфе, угле и природных водах. Они играют важную роль в биогеохимических процессах, обладают высокой сорбционной активностью и находят применение в экологии, сельском хозяйстве, медицине и промышленности. Однако процессы их осаждения и взаимодействие с различными кислотами требуют дальнейшего изучения. В данной работе методом ИК-спектроскопии проведен анализ изменений структуры гуминовых кислот в процессе осаждения. Результаты исследования показывают, что каждая из примененных кислот оказывает специфическое влияние на функциональные группы гуминовых кислот, включая гидроксильные (-OH), карбонильные (C=O), карбоксильные (-COOH) и ароматические структуры.

Соляная кислота вызывает минимальные изменения, способствуя мягкому осаждению. Серная кислота, напротив, индуцирует значительные модификации за счет образования сульфатных связей и частичного окисления ароматических структур. Аскорбиновая и лимонная кислоты практически не изменяют природные свойства гуминовых кислот, лишь незначительно модифицируя их структуру. В то же время муравьиная кислота приводит к сильной агрегации молекул и образованию плотных осадков. Проведенное исследование позволяет лучше понять механизмы взаимодействия гуминовых кислот с кислотными осадителями и оценить их влияние на химические и сорбционные свойства полученных осадков. Полученные результаты могут быть полезны для оптимизации методов выделения гуминовых веществ, разработки технологий очистки воды, улучшения свойств почв в сельском хозяйстве, а также для применения гуминовых веществ в биотехнологиях и фармацевтике.

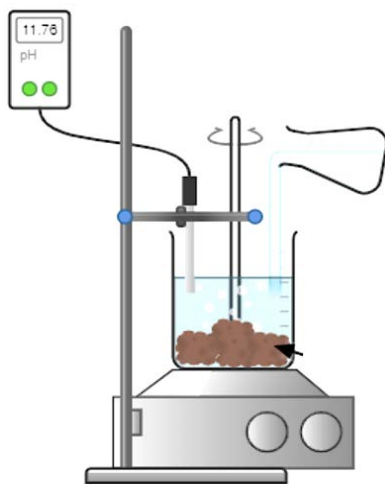
Ключевые слова: гуминовые кислоты, осаждение, ИК-спектроскопия, функциональные группы, кислоты.

Кіріспе. Гумин қышқылдарын және олардың тұнуын зерттеудің өзектілігі олардың экожүйелердегі маңызды рөлімен және ауыл шаруашылығы, су тазарту, медицина және экология сияқты түрлі салаларда кеңінен қолданылуымен негізделеді. Гумин қышқылдары топырақ пен судың органикалық заттарының маңыздықұрамдасбөлігі болып табылады, олардың физика-химиялық қасиеттеріне, соның ішінде ылғалды сақтауына, қоректік заттардың қолжетімділігіне және топырақ құрылымының қалыптасуына әсер етеді (Reddy, et al., 2018; Li, et al., 2024). Әртүрлі қышқылдарды пайдалана отырып, гумин қышқылдарының тұнуы олардың ерігіштігі мен сорбциялық белсенділігін реттеуге мүмкіндік береді, бұл суды тазарту және ластанған экожүйелерді қалпына келтіру технологияларын әзірлеу үшін ерекше маңызды (Yang, 2024). Алайда, гумин қышқылдарының қышқылдармен молекулалық деңгейде өзара әрекеттесу механизмдері әлі де жеткілікті зерттелмеген, бұл осы процестерді оңтайландыру мүмкіндіктерін шектейді. ИҚ-спектроскопиясын жоғары сезімталдыққа ие талдау әдісі ретінде қолдану гумин қышқылдарының құрылымындағы өзгерістерді тұну кезінде егжей-тегжейлі зерттеуге, реакцияға қатысатын негізгі функционалдық топтарды анықтауға және олардың химиялық мінез-құлқын түсінуге үлес қосуға мүмкіндік береді (Silverstein, et al., 2014; Cheng et al., 2019). Бұл зерттеу іргелі ғылым және экология мен материалтану саласындағы қолданбалы міндеттер үшін үлкен маңызға ие.

Іргелі маңыздылығынан бөлек, гумин қышқылдарын зерттеудің қолданбалы маңызы да бар, өйткені олардың тұнуы қышқылдарды қолдану арқылы ауыр металдар мен органикалық ластағыштарды су экожүйелерінен экологиялық қауіпсіз түрде жоюға арналған технологияларды жасау үшін пайдаланылуы мүмкін (Machado, et al., 2020). Сонымен қатар, гумин қышқылдары антиоксиданттық, бактерияға қарсы және хелат түзуші қасиеттерге ие бола отырып, медицина мен фармацевтикада қолданылуда, мұнда олардың ерігіштігін және белсенділігін

реттеу басты рөл атқарады (Khaled, et al., 2021). Дегенмен, қазіргі уақытта әртүрлі қышқылдардың гумин қышқылдарының құрылымына әсер етуі, әсіресе шынайы экологиялық ортаға еліктейтін жағдайларда, ашық мәселе болып отыр. ИҚ-спектроскопиясын талдау әдісі ретінде қолдану гумин қышқылдарының химиялық құрамындағы өзгерістерді ғана зерттеп қоймай, сонымен қатар олардың қышқылдармен өзара әрекеттесуінің табиғатын тереңірек түсінуге ықпал етеді (Proskurnin, et al., 2023; Maffia, et al., 2025). Осылайша, бұл зерттеу гумин қышқылдары туралы білімді кеңейтуге және оларды ғылым мен тәжірибенің әртүрлі салаларында пайдаланудың тиімді стратегияларын жасауға үлес қосады.

Материалдар мен әдістер. Бұл зерттеуде гуматтар Қарағанды облысындағы Майкөбен көмір бассейнінің Шөптікөл кен орнынан алынған көмір өндірісінің қалдықтарынан алынды. Бастапқы шикізат МШЛ-1 зертханалық диірменінде алдын ала ұсақталып және майдаланып, қажетті дисперстік деңгейге жеткізілді. Гуматтарды экстракциялау зертханалық жағдайда якорлы араластырғышпен жабдықталған реакторда стандартты әдістеме бойынша жүргізілді. Дайындалған үлгінің тиісті массасы 250 см^3 көлеміндегі конустық колбаға салынып, оған 100 см^3 сілтілік ерітінді қосылды. Қоспаны реагенттердің тиімді әрекеттесуі үшін механикалық шайқағышпен бір сағат бойы мұқият араластырды. Алынған суспензияны 210 с^{-1} жылдамдықта 15 минут бойы центрифугалағаннан кейін, үстіңгі ерітінді абайлап 1000 см^3 көлеміндегі колбаға декантталды (1-сурет).



Сурет 1. Гумин қышқылын алудың зертханалық қондырғысы

Ерімеген қалдықты екі рет 100 см^3 гидроксид ерітіндісімен жуған. Әрбір жуудан кейін материалды қайтадан дәл сол шарттарда центрифугалап, жуу ерітінділерін негізгі экстрактпен бір ыдысқа біріктірді. Содан кейін қалдықты бастапқы конустық колбаға қайта салып, 100 см^3 гидроксид ерітіндісін қосып, гумин заттарын экстракциялауды күшейту үшін қоспаны қайнап тұрған су моншасында қыздырды. Қоспа бөлме температурасына дейін салқындағаннан

кейін, оны қайтадан 15 минут бойы центрифугалап, алынған ерітінді абайлап декантталып, бұрынғы экстракттарға қосылды. Қалдықты қайтадан екі рет 100 см³ гидроксид ерітіндісімен жуудан өткізді, бұл ретте әр жуудан кейін центрифугалау және ерітінділерді жинау процедурасы қайталанды. Бұл көпсатылы процесс зерттелетін шикізаттан гуматтардың максималды алынуын және гумин заттарының жоғалтуын азайтуды қамтамасыз етті, бұл кейінгі талдау үшін сенімді деректер алу үшін маңызды болды.

Гумин қышқылдарын бөліп алу үшін В колбасындағы сұйықтықты 1000 см³ көлемді өлшемді колбаға сүзіп, көлемін тазартылған сумен белгіге дейін жеткізді. Филтраттан 100 см³ сұйықтық пипеткамен алынып, стаканға құйылды. Оған гумин қышқылдарын тұндыру үшін 60 см³ қышқыл қосылып, мұқият араластырылды және тұнба түзілуі үшін қалдырылды. Алынған суспензия центрифугалау немесе сүзу арқылы тұнбаны ерітіндіден бөліп алу үшін өңделді. Гумин қышқылдарының тұнбасын пептизация басталғанға дейін, яғни әлсіз сары түстің пайда болуына дейін дистилденген сумен жуды (гель немесе коллоид түзілуі). Қосымша тұндыру үшін коллоидты ерітіндіге 5 см³ тұз қышқылы қосылды. Гумин қышқылдарының жалпы тұнбасын алдын ала кептірілген және салмағы тұрақты күйге жеткізілген (90±5)°C температурада кептірілген күлсіз сүзгі арқылы сүзді. Тұнбасы бар сүзгі алдын ала өлшенген және кептірілген бюкске салынып, 90±5°C температурада 1 сағат кептірілді. Бюкс алдымен ауада 5 минут, содан кейін сусыздандырғышы бар эксикаторда салқындатылып, өлшенді. Қажет болған жағдайда кептіру, салқындату және өлшеу процедуралары екі реттік өлшеу арасындағы салмақ айырмашылығы 0,001 г-нан аспағанға дейін қайталанды. Бюкс мен сүзгінің массасын шегеру арқылы тұнбаның массасы анықталды.

Кептірілген сүзгі тұнбасымен бірге алдын ала 600±25°C температурада тұрақты массаға дейін қыздырылған тигельге ауыстырылды және 1-2 сағат ішінде осы температурада күлге айналдырылды. Тигель алдымен ауада 5 минут, содан кейін эксикаторда салқындатылып, өлшенді. Қажет болса, 15 минут ішінде сол температурада бақылау күйдіру, салқындату және өлшеу жүргізіліп, екі өлшеу арасындағы масса айырмашылығы 0,001 г-нан аспағанға дейін қайталанды. Гумин қышқылдарын тұндыру үшін тұз, күкірт, лимон, аскорбин және құмырсқа қышқылдары қолданылды, бұл олардың гуминді заттардың қасиеттері мен құрылымына әсерін зерттеуге мүмкіндік берді.

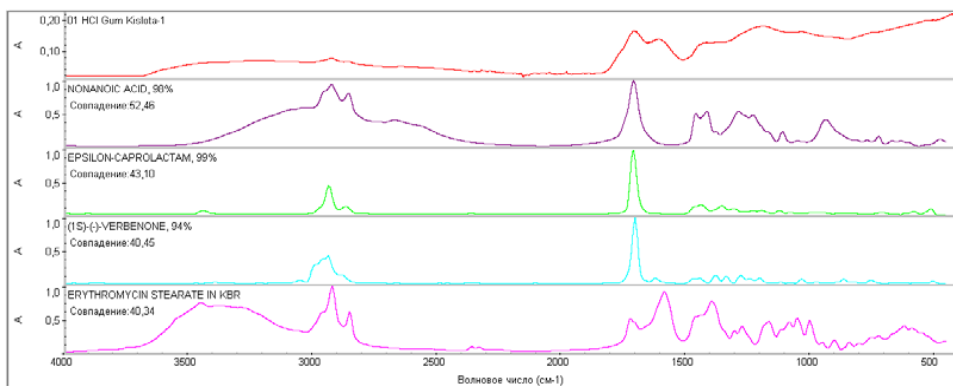
Зерттеу нәтижелері және талқылау. Гумин қышқылдары (ГК) – бұл топырақта, шымтезекте және су экожүйелерінде өсімдік қалдықтарының биохимиялық трансформациясы нәтижесінде түзілетін күрделі табиғи органикалық полимерлер. Олардың құрылымы карбоксил (-COOH), фенол (-ОН), альдегид (-СНО) және кетон (-С=О) сияқты әртүрлі функционалдық топтары бар торлы жүйені құрайды, бұл олардың химиялық белсенділігін анықтайды. Гумин қышқылдары жоғары молекулалық массамен және гетерогенділікпен сипатталады, олардың құрамында ароматты ядролар, алкил тізбектерімен байланысқан құрылымдар, сондай-ақ азот және күкірт қосылыстары болады. Олардың қасиеттері негізінен құрамына және полимеризация деңгейіне байланысты, бұл олардың шығу тегі мен түзілу жағдайларына қарай өзгереді (Silverstein, et al., 2014).

ГҚ металдармен және органикалық қосылыстармен кешендер түзетін ерекше хелатообразушы қабілетке ие, бұл оларды детоксикация және қоршаған ортаны тазарту процестерінде маңызды компонент етеді. Сонымен қатар, олар ылғалды, қоректік заттардың иондарын және органикалық қосылыстарды байланыстырып, ұстап тұру арқылы жоғары сорбциялық қабілеттілікке ие, бұл топырақтың құрылымы мен құнарлылығын жақсартуда маңызды рөл атқарады (Machado et al., 2020). Гумин қышқылдары биологиялық белсенділік танытады, өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ете отырып, зат алмасу мен қоректік элементтердің сіңуін ынталандыратын реттеуші функцияларды орындайды. Олардың ерігіштік, қышқылдық және коллоидтық жүйелерге өздігінен жинақталу қабілетін қоса алғанда, физика-химиялық қасиеттері ауыл шаруашылығы, медицина, экология және материалтану сияқты салаларда көпфункционалды қосылыс ретінде кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Гумин қышқылдарының тұнуы олардың ерігіштігінің сыртқы факторлардың, мысалы, ортаның қышқылдығы, қолданылатын тұндырғыштың түрі және реагенттердің концентрациясы әсерінен өзгеруімен байланысты күрделі химиялық әрекеттесу болып табылады. Гумин қышқылдарының тұндырылуы негізінен олардың молекулаларының зарядын бейтараптандыру арқылы жүзеге асады, бұл коагуляция мен тұнба түзілуіне әкеледі. Сілтілік ортада гумин қышқылдары диссоциацияланған күйде болады, мұнда карбоксил (-COOH) және фенол (-OH) топтары иондалған, бұл олардың жоғары ерігіштігін және коллоидтық жүйе түріндегі тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Қосылған тұз, күкірт, лимон немесе құмырсқа қышқылдары рН деңгейін төмендетіп, функционалды топтардың протондалуына, теріс зарядтың бейтараптандырылуына және гумин қышқылы молекулалары арасындағы электростатикалық тебілудің азаюына әкеледі (Proskurnin et al., 2023). Осы процестердің нәтижесінде молекулалар бірігіп, тұнба түзіледі.

Сонымен қатар, қышқылдың түрі әрекеттесу сипатына әсер етеді, өйткені олардың әрқайсысының күші мен кешен түзуші қабілеті әртүрлі. Мысалы, күкірт қышқылы гумин қышқылдарының құрамындағы күкіртті топтармен тұрақты байланыстар түзе отырып, тұндыруға қосымша үлес қоса алады, ал лимон қышқылы металдар иондарымен әрекеттесіп, олардың гумин заттарымен коагуляциясын күшейте алады. Микроструктура деңгейінде тұндыру гумин қышқылы молекулаларының тығыздығы мен бағытының өзгеруімен қатар жүреді, бұл тұнбаның соңғы құрылымына әсер етеді. Бұл химиялық әрекеттесулер тұндыру тиімділігін ғана емес, сонымен қатар алынған тұнбалардың сорбциялық қабілеті, ыдырауға төзімділігі және басқа заттармен әрекеттесу сияқты қасиеттерін анықтайды (Li, et al., 2024). Тұндыру механизмдерін түсіну гумин қышқылдарын бөлудің және оларды әртүрлі технологиялық және экологиялық міндеттерде пайдаланудың процестерін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

2-суретте гуматтарды тұз қышқылы арқылы тұндырудың ИК-спектрограммасы келтірілген.



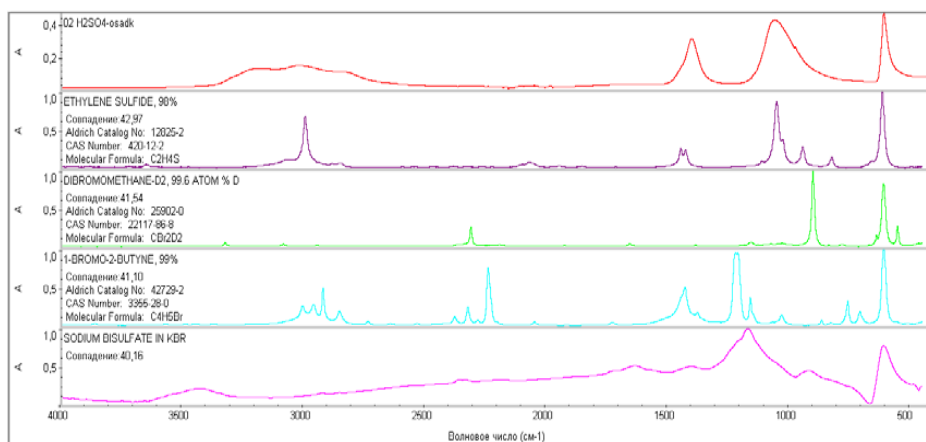
Сурет 2. Тұз қышқылы ерітіндісімен гумин қышқылын тұндырудың ИҚ-спектрограммасы және салыстырмалы талдауы

Тұз қышқылымен тұндырылған гумин қышқылының ИҚ-спектрограммасы гумин қышқылдарының құрамына кіретін функционалдық топтарға сәйкес келетін сипаттамалық сіңіру жолақтарын көрсетеді. 2926–2854 cm^{-1} аймағындағы жолақ алкил тізбектеріне тән метил және метилен топтарындағы С-Н байланысының валенттік тербелістерін білдіреді. 3400 cm^{-1} аймағындағы кең және қарқынды жолақ гидроксилді (-ОН) топтарының валенттік тербелістеріне жатады, бұл фенол және карбоксил топтарының, сондай-ақ адсорбцияланған судың болуымен байланысты. 1712 cm^{-1} аймағындағы жолақ карбоксил және кетон топтарына тән С=О байланысының валенттік тербелістерін көрсетеді, бұл гумин қышқылдарының қышқылдық функционалдық топтарының бар екенін растайды. 1620–1640 cm^{-1} аймағындағы сіңіру ароматты ядролардағы (С=С) тербелістермен немесе гумин қышқылымен әрекеттесетін судың деформациялық тербелістерімен байланысты. 1418–1450 cm^{-1} және 1375 cm^{-1} аймақтарындағы жолақтар метил топтарындағы С-Н байланысының деформациялық тербелістерін және, мүмкін, карбоксилаттардың (COO⁻) симметриялық тербелістерін көрсетеді. 1050–1080 cm^{-1} аймағындағы жолақ спирттердегі, фенолдардағы немесе күрделі эфирлердегі С-О байланысының тербелістерін көрсетеді, бұл гумин қышқылдарына тән (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 1, 2007; Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2, 2007; Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 3, 2007; Georgia State Crime Lab Drug Library). Спектрде карбоксил, гидроксил, ароматты және алкил құрылымдары сияқты негізгі функционалдық топтардың бар екені көрсетілген, бұл гумин қышқылының күрделі құрамын және оның қышқылдармен реакцияларда химиялық белсенділігін растайды. Тұз қышқылының әсері спектрлік қарқындылықтың өзгеруі арқылы көрінеді, бұл гумин қышқылының құрылымдық өзгерістерін тұндыру кезінде көрсетуі мүмкін.

Спектрлерді салыстырмалы талдау гумин қышқылының индандион, эпсилон-капролактам, сондай-ақ эритромицин стеараты сияқты қосылыстарға сәйкестігін көрсетті, бұл тұндырудың қалдық қоспалар немесе жанама өнімдерінің болуы

мүмкін екенін көрсетеді. Стандарттар мен талданған үлгінің толық сәйкестігі гумин қышқылының күрделі құрамға ие екенін, оның құрамында алифаттық және ароматтық компоненттер, сондай-ақ қышқылдармен реакцияларда химиялық белсенділікке жауапты функционалдық топтардың бар екенін растауға мүмкіндік береді. Бұл спектрлік талдау гумин қышқылының құрылымдық гетерогенділігінің жоғары деңгейін және тұндырудың оның қасиеттеріне елеулі әсерін атап көрсетеді (Nieweś, et al., 2023).

Күкірт қышқылымен тұндырылған гумин қышқылының ИҚ-спектрограммасы (3-сурет) оның құрылымын құрайтын негізгі функционалдық топтарды анықтауға мүмкіндік беретін сипаттамалық сіңіру жолақтарын көрсетеді. 3106–3016 cm^{-1} аймағындағы кең жолақ гидроксилді (-OH) топтарының валенттік тербелістеріне байланысты, бұл фенолдар мен спирттердің, сондай-ақ сутектік байланыстардың болуын көрсетеді. 2920–2850 cm^{-1} аймағындағы жолақтар метил және метилен топтарының C-H валенттік тербелістеріне жатады, бұл құрылымда алифаттық тізбектердің бар екенін растайды (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 3, 2007).

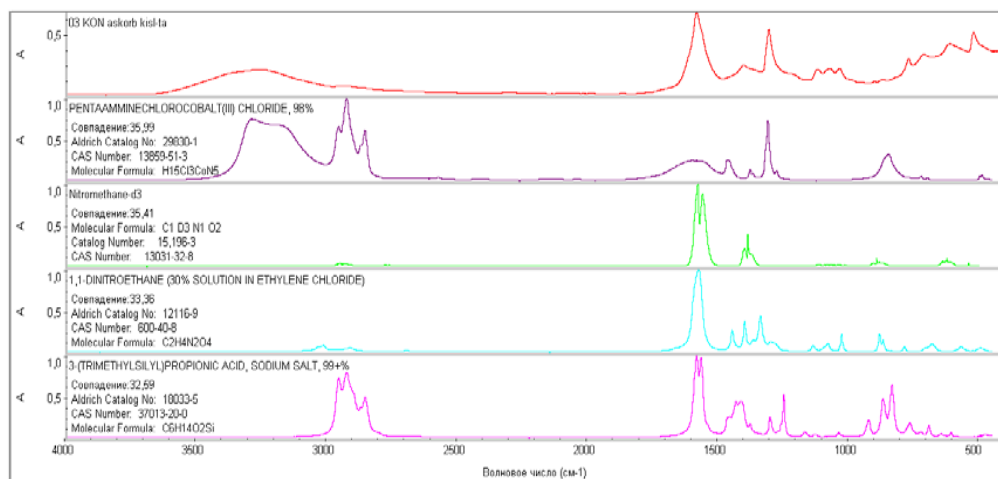


Сурет 3. Күкірт қышқылы ерітіндісімен гумин қышқылын тұндырудың ИҚ-спектрограммасы және салыстырмалы талдауы

1701 cm^{-1} аймағындағы айқын жолақ карбон қышқылдары, кетондар немесе күрделі эфирлердегі C=O валенттік тербелістеріне сәйкес келеді, бұл карбоксил құрылымдарының болуын дәлелдейді. 1401 cm^{-1} аймағындағы жолақ C-H-тың деформациялық тербелістерін және, мүмкін, ароматты құрылымдардың болуын көрсетеді. 1068–974 cm^{-1} аймағындағы қарқынды жолақтар спирттерге, эфирлерге немесе фенол топтарына тән C-O байланыстарына жатады. Бұл жолақтар, сондай-ақ, күкірт қышқылымен тұндыру кезінде пайда болған сульфат топтарымен өзара әрекеттесуді көрсетуі мүмкін (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2, 2007; Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 3, 2007; Georgia State Crime Lab Drug Library).

Спектрді кітапханалық мәліметтермен салыстырмалы талдау гуминдік заттар мен күкірт қышқылының өзара әрекеттесуі нәтижесінде этиленоксид және дибромбутан сияқты қоспалардың немесе тұндырудың жанама өнімдерінің болуын көрсетеді. Сондай-ақ, $600\text{--}400\text{ см}^{-1}$ аймағындағы өзгерістер сульфат қалдықтарының болуын растайды, бұл мұндай қосылыстар үшін тән (Liu et al., 2023). Спектр гумин қышқылының құрылымдық гетерогенділігінің жоғары деңгейін және күкірт қышқылымен тұндыру процесінің оның сорбциялық және химиялық қасиеттеріне елеулі әсерін көрсетеді.

4-сурет аскорбин қышқылымен тұндырылған гумин қышқылының ИҚ-спектрограммасы гумин қышқылының құрылымдық ерекшеліктерін және аскорбин қышқылының оның құрылымына әсерін көрсететін негізгі сіңіру жолақтарын демонстрациялайды. 3269 см^{-1} аймағындағы кең жолақ гидроксилді (-OH) топтарының валенттік тербелістеріне сәйкес келеді, бұл спирттер мен фенолды қосылыстардың, сондай-ақ сутектік байланыстардың болуымен байланысты. $2920\text{--}2850\text{ см}^{-1}$ аймағы метил және метилен топтарындағы C-H валенттік тербелістерімен сипатталады, бұл алифаттық компоненттердің бар екенін көрсетеді (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2, 2007).



Сурет 4. Аскорбин қышқылы ерітіндісімен гумин қышқылын тұндырудың ИҚ-спектрограммасы және салыстырмалы талдауы

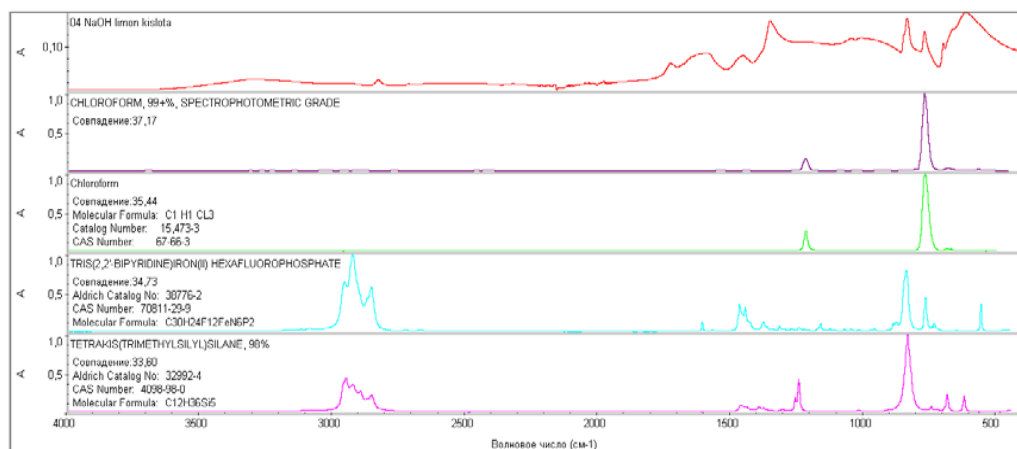
1639 см^{-1} аймағындағы қарқынды жолақ карбоксиль топтары немесе кетондарға тән C=O валенттік тербелістеріне жатады және гумин қышқылының негізгі қышқылдық қасиетін көрсетеді. 1404 см^{-1} аймағындағы жолақ C-H деформациялық тербелістеріне сәйкес келеді және карбоксилаттарға тән COO⁻ тербелістерімен байланысты болуы мүмкін. $1074\text{--}1035\text{ см}^{-1}$ аймағындағы жолақтар фенолды және спиртті топтардағы C-O тербелістеріне жатады, бұл гумин қышқылының күрделі құрылымын растайды (Georgia State Crime Lab Drug Library; Nieweś et al., 2023).

Тұндыру процесінде аскорбин қышқылының болуы $700\text{--}600\text{ см}^{-1}$ аймағындағы қосымша жолақтармен байланысты болуы мүмкін, бұл гумин қышқылының аскорбин қышқылының тотығу өнімдерімен әрекеттесуін көрсетуі мүмкін. Бұл өзара әрекеттесу гумин қышқылының құрылымдық өзгерістеріне және оның сорбциялық қабілеті мен химиялық белсенділігі сияқты қасиеттеріне ықпал етуі мүмкін. Осылайша, спектр гумин қышқылының жоғары гетерогендігін және аскорбин қышқылының оның құрылымы мен функционалдылығына айтарлықтай әсерін көрсетеді.

Күкірт және тұз қышқылдарын тұндырғыш ретінде қолданғанда гумин қышқылының құрылымындағы айырмашылықтар олардың химиялық қасиеттерінің әртүрлілігімен байланысты, бұл гумин қышқылдарының функционалдық топтарымен әртүрлі әрекеттесу механизмдеріне әкеледі. Тұз қышқылы (HCl) күшті протон доноры ретінде әрекет етіп, карбоксил (-COOH) және фенол (-OH) топтарының протондануына ықпал етеді. Бұл олардың ерігіштігінің төмендеуіне және гумин қышқылы молекулаларының агрегаттануына әкеледі. Бұл жағдайда спектр гумин қышқылының бастапқы құрылымына тән карбонил (C=O) және гидроксил (-OH) топтарының негізгі сіңіру жолақтарын сақтайды. HCl-дың ароматты құрылымдарға әсері минималды, себебі бұл қышқыл тотығу қасиеттерін көрсетпейді. Күкірт қышқылы (H_2SO_4), күшті протондандырудан басқа, сульфат қалдықтары (SO_4^{2-}) арқылы гумин қышқылының функционалдық топтарымен тұрақты байланыстар түзе алады. Бұл C-O-S байланыстарына байланысты $1200\text{--}900\text{ см}^{-1}$ аймағындағы жаңа сіңіру жолақтарының пайда болуына әкеледі (Liu, et al., 2023). Сонымен қатар, күкірт қышқылы тотығу қасиеттеріне ие, бұл ароматты құрылымдардың ішінара бұзылуына және олардың модификациясына әкелуі мүмкін. Тұз қышқылымен тұндырылған жағдайда гумин қышқылының құрылымы көбірек ароматты ядроларды (C=C) сақтайды, бұл $1600\text{--}1620\text{ см}^{-1}$ аймағындағы жолақтардың болуымен расталады. Бұл HCl-дың ароматты құрылымдарды бұзбайтынымен байланысты. Күкірт қышқылы ароматты ядроларды ішінара тотықтыра алады, бұл олардың модификациясына әкеледі. Бұл $1600\text{--}1400\text{ см}^{-1}$ аймағындағы сіңіру жолақтарының қарқындылығының өзгеруімен және тотығу өнімдеріне байланысты қосымша жолақтардың пайда болуымен көрінеді. HCl көмегімен тұндырылған гумин қышқылдары ароматты құрылымды және функционалдық топтарды сақтау арқылы бастапқы сорбциялық орталықтарды көбірек сақтайды (Abdel Maksoud, 2023). H_2SO_4 қолданғанда сульфаттық топтардың пайда болуы және функционалдық топтардың бір бөлігінің бұзылуы гумин қышқылының сорбциялық қабілетінің өзгеруіне әкеледі, бұл кейде оң әсер етуі мүмкін (белсенді орталықтардың санының артуы), ал кейде теріс әсер етуі мүмкін (сорбциялық учаскелердің жоғалуы). HCl негізінен гумин қышқылы молекулаларының зарядын бейтараптандыру арқылы коагуляцияны тудырады, бұл агрегаттануға әкеледі. H_2SO_4 молекулалар арасындағы сульфаттық көпірлерді енгізу арқылы молекулааралық өзара әрекеттесуді күшейтеді (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2, 2007).

Лимон қышқылымен тұндырылған гумин қышқылының ИҚ-спектрограммасы

оның құрылымдық ерекшеліктерін және лимон қышқылының химиялық құрылымына әсері 5-суретте көрсетілген. 3294–2929 cm^{-1} аймағындағы кең жолақтар гидроксилді (-OH) топтарының валенттік тербелістеріне сәйкес келеді, бұл фенолдардың, спирттердің және сутектік байланыстардың болуымен байланысты. 1722 cm^{-1} аймағындағы жолақ карбонил (C=O) топтарына тән, бұл карбоксилді қышқылдар мен күрделі эфирлерге тән қасиеттерді көрсетеді және қышқылдық функционалдық топтардың сақталғанын растайды. 1619–1454 cm^{-1} аймағындағы жолақтар ароматты жүйелердегі C=C-деформациялық тербелістеріне байланысты, бұл гумин қышқылының ароматты құрылымын растайды (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 1, 2007; Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2, 2007; Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 3, 2007; Georgia State Crime Lab Drug Library).



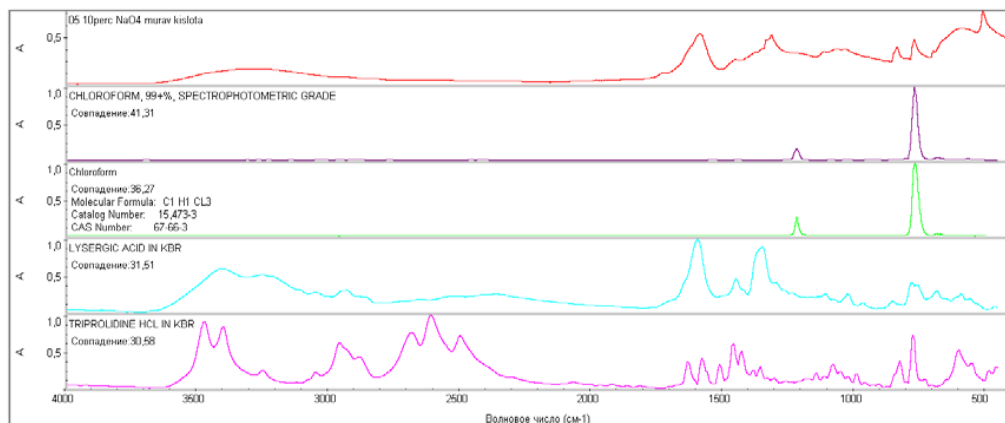
Сурет 5. Лимон қышқылы ерітіндісімен гумин қышқылын тұндырудың ИҚ-спектрограммасы және салыстырмалы талдауы

1045–1011 cm^{-1} аймағындағы жолақтар фенолдар, спирттер және эфирлерге тән C-O тербелістерін көрсетеді, бұл гумин қышқылының күрделі құрамын қосымша дәлелдейді. Лимон қышқылының тұндыру процесіне қатысуы гумин қышқылының функционалдық топтарымен, мысалы, карбоксил және гидроксил топтарымен өзара әрекеттесумен байланысты 771–650 cm^{-1} аймағындағы қосымша жолақтардың пайда болуына әсер етуі мүмкін (Nieweś, 2023).

Кітапханалық деректермен салыстырмалы талдау гумин қышқылының хлороформ және гексафторфосфат сияқты қосылыстармен сәйкестігін анықтады, бұл өзара әрекеттесудің жанама өнімдерінің немесе қалдық қоспалардың болуы мүмкін екенін көрсетеді. Бұл деректер лимон қышқылының тек тұндырғыш рөлін ғана емес, сонымен қатар гумин қышқылының химиялық құрылымын өзгертетін реагент рөлін атқаратынын көрсетеді, бірақ сонымен бірге оның негізгі функционалдық топтарын сақтайды. Осылайша, спектр гумин қышқылының жоғары химиялық белсенділігін, құрылымдық гетерогендігін және лимон

қышқылының оның сорбциялық және химиялық қасиеттеріне елеулі әсерін көрсетеді.

Құмырсқа қышқылымен тұндырылған гумин қышқылының ИҚ-спектрограммасы (6-сурет) оның құрылымдық ерекшеліктерін және құмырсқа қышқылының функционалдық топтарға әсерін көрсетеді.



Сурет 6. Құмырсқа қышқылы ерітіндісімен гумин қышқылын тұндырудың ИҚ-спектрограммасы және салыстырмалы талдауы

3301 cm^{-1} аймағындағы кең жолақ гидроксилді (-OH) топтарының валенттік тербелістеріне сәйкес келеді, бұл фенолды қосылыстармен, спирттермен және күшті сутектік байланыстармен байланысты. 1657 cm^{-1} аймағындағы жолақ карбонил (C=O) топтарының валенттік тербелістеріне жатады, бұл карбон қышқылдары мен кетондарға тән және карбоксил құрылымдарының бар екенін растайды. 1422 cm^{-1} аймағындағы жолақ ароматты жүйелердегі C-H-тың деформациялық тербелістерін және, мүмкін, карбоксилаттарға тән COO^- тербелістерін көрсетеді (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 1, 2007).

1072–1038 cm^{-1} аймағындағы жолақтар спирттерде, фенолдарда және күрделі эфирлерде кездесетін C-O тербелістерін сипаттайды, бұл гумин қышқылының құрылымының күрделілігін көрсетеді. Қосымша түрде, 771–650 cm^{-1} аймағындағы жолақтар құмырсқа қышқылының гумин қышқылының карбоксил және ароматты құрылымдарымен өзара әрекеттесуімен байланысты болуы мүмкін, бұл олардың модификациясына әкеледі (Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2, 2007).

Спектрдің кітапханалық деректермен салыстырмалы талдауы хлороформ және қышқылдардың туындылары сияқты қосылыстармен сәйкестікті көрсетті, бұл реакцияның жанама өнімдерінің немесе қалдық қоспалардың болуы мүмкін екенін көрсетеді. Құмырсқа қышқылы күшті протон доноры бола отырып, карбоксил және фенол топтарының протондануын тудырады, бұл гумин қышқылының агрегаттануына және оның сорбциялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі. Осылайша, спектр гумин қышқылының жоғары гетерогендігін және құмырсқа

қышқылының оның химиялық белсенділігі мен функционалдық сипаттамаларына әсерін көрсетеді.

Қорытынды. Әртүрлі қышқылдармен тұндырылған гумин қышқылдарының ИҚ-спектрограммаларын талдау әрбір қышқылдың гумин қышқылдарының құрылымы мен функционалдық топтарына ерекше әсер ететінін, олардың қасиеттері мен мінез-құлқын анықтайтынын көрсетті. Тұз қышқылы гумин қышқылдарының бастапқы құрылымын минималды өзгерістермен сақтай отырып, негізінен карбоксил және фенол топтарына әсер етеді, бұл жұмсақ тұндыруды және сорбциялық орталықтардың сақталуын қамтамасыз етеді. Күкірт қышқылы, керісінше, оның тотығу қасиеттері мен сульфат байланыстарының түзілуі есебінен елеулі өзгерістер тудырады, бұл ароматты құрылымдардың бір бөлігінің бұзылуына және молекулалардың полярлығының артуына әкеледі. Аскорбин және лимон қышқылдары гумин қышқылдарының негізгі функционалдық топтарын сақтай отырып, құрылымын тек аздап өзгертеді, бұл олардың гумин қышқылдарының табиғи қасиеттерін сақтау үшін қолайлы екенін көрсетеді. Құмырсқа қышқылы күшті протон доноры бола отырып, карбоксил және фенол топтарымен белсенді әрекеттеседі, бұл молекулалардың күшті агрегаттануына және тығыз тұнбалардың түзілуіне әкеледі. Осылайша, қышқылдардың әсеріндегі айырмашылықтар олардың химиялық қасиеттерімен анықталады, ал гумин қышқылдарын тұндыру үшін қышқылды таңдау зерттеу немесе практикалық қолдану мақсаттарына, мысалы, сорбциялық белсенділікке, полярлыққа немесе тұнбалардың химиялық тұрақтылығына байланысты болуы керек.

References

- Abdel Maksoud, M.I.A., Murad G.A., Zaher W.F., et al. (2023). Adsorption and separation of Cs(I) and Ba(II) from aqueous solution using zinc ferrite-humic acid nanocomposite. *Scientific Reports*, 13, 5856. (in English)
- Maffia A., Oliva M., Marra F., Mallamaci C., Nardi S., & Muscolo A. (2025). Humic substances: Bridging ecology and agriculture for a greener future. *Agronomy*, 15, 410. (in English)
- Machado W., Franchini J.C., Guimarães M. de F., & Filho, J.T. (2020). Spectroscopic characterization of humic and fulvic acids in soil aggregates, Brazil. *Heliyon*, 6(6), e04078. (in English)
- Khaled A., et al. (2021). Humic substances as bioactive agents in medical applications. *International Journal of Molecular Sciences*. (in English)
- Liu C., Ma S., Wang X., et al. (2023). Biodegradation of organic compounds in the coal gangue by *Bacillus* sp. into humic acid. *Biodegradation*, 34, 125–138. (in English)
- Nieweś D., Biegun M., Huculak-Mączka M., et al. (2023). Extraction of humic acid from peat and lignite and the thermal behavior of their mixtures with ammonium nitrate. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 148(10), 13175–13188. (in English)
- Proskurnin M.A., Volkov D.S., & Rogova O.B. (2023). Temperature dependences of IR spectral bands of humic substances of silicate-based soils. *Agronomy*, 13, 1740. (in English)
- Yang X. (2024). Solubility characteristics of soil humic substances as a function of pH. *EGUsphere*. (in English)
- Cheng G., Niu Z., Zhan C., Zhang X., & Li X. (2019). Extraction of humic acid from lignite by KOH-hydrothermal method. *Applied Sciences*, 9, 1356. (in English)
- Silverstein R.M., Webster F.X., & Kiemle D.J. (2014). *Spectrometric identification of organic compounds* (8th ed.). Wiley. (in English)
- Li L., Ma M., Lu Y., Wang Y., & Sun S. (2024). Spectroscopic analysis of the effects of alkaline extractants on humic acids isolated from herbaceous peat. *Spectroscopy*, 39(3), 20–25. (in English)

Reddy S.B., Nagaraja M.S., Kadalli G.G., & Champa B.V. (2018). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy of soil humic and fulvic acids extracted from paddy land use system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(5), 834–837. (in English)

Thermo Fisher Scientific Inc. (2007). *Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 1*. Retrieved from <http://www.ftirsearch.com/Features/Libraries/PDFs/Aldrich%20Edition%202%20FT-IR%20Condensed%20Phase%20Library%20Part%201.pdf>. (in English)

Thermo Fisher Scientific Inc. (2007). *Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 2*. Retrieved from <http://www.ftirsearch.com/Features/Libraries/PDFs/Aldrich%20Edition%202%20FT-IR%20Condensed%20Phase%20Library%20Part%202.pdf>. (in English)

Thermo Fisher Scientific Inc. (2007). *Aldrich Edition 2 FT-IR Condensed Phase Library Part 3*. Retrieved from <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/834-007501>. (in English)

CONTENTS

A.A. Anarbayev, B.N. Kabyzbekova, J.E. Khusanov, G. M. Ormanova INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING A COMPLEX PHOSPHOHUMATE MINERAL FERTILIZER.....	5
G.Zh. Baisalova, A.A. Zhanybekova, A.B. Shukirbekova, B.B. Torsykbaeva, Sh.K. Utzhanova QUANTITATIVE DETERMINATION OF FLAVONOIDS IN ULMUS PUMILA LEAVES BY SPECTROPHOTOMETRIC METHOD.....	21
N. Bektenov, G. Koszhanova QUANTUM-CHEMICAL MODEL CALCULATION REVIEW OF VERMICULITE AND ITS BASED MODIFIED SORBENT.....	33
G.M. Zhusipnazarova, R. Reshmy, A.S. Dardenbayeva, Zh.B. Mukazhanova, G.B. Aubakirova PRODUCTION AND STUDY OF PROPERTIES OF BIOLOGICAL COATINGS BASED ON CELLULOSE OBTAINED FROM BARLEY AND FLAX STEMS.....	43
M. Ibrayeva, E. Sagindykova, Zh. Mukazhanova ISOLATION OF IRIDOIDS FROM <i>VERBASCUM MARSCHALLIANUM</i>	57
L.K. Kazhygeldiyeva, B.Kh. Mussabayeva, A.N. Sabitova, L.K. Orazzhanova, A.S. Seitkan DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FRUIT EXTRACTS FROM <i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES</i> L. AND <i>CRATAEGUS SANGUINEA</i> L.	68
M.B. Kambatyrov, P.A. Abdurazova, U.B. Nazarbek, Y.B. Raiymbekov FTIR SPECTROSCOPIC STUDY OF HUMIC ACIDS PRECIPITATION.....	79
N.B. Kassenova, R. Sh. Erkassov, N.N. Nurmukhanbetova, S.K. Makhanova, G.K. Bekishova THE INVESTIGATION OF SPIN-CROSSOVER IN TETRANUCLEAR IRON (II) COMPLEXES BY MAGNETIC MEASUREMENTS.....	94
B.K. Massalimova, A.S. Dardenbayeva, Zh. Mukazhanova, K.A. Shorayeva, N.V. Ostafeychuk DEVELOPMENT AND STUDY OF CATALYSTS FOR DEHYDROGENATION OF SATURATED HYDROCARBONS TO OLEFINS.....	104

D.N. Makhayeva, Sh. Zhetesbayeva, G.S. Irmukhametova, Z.A. Kenessova PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYMER FILMS BASED ON IODINE COMPLEXED WITH POLY(2-ETHYL-2-OXAZOLINE).....	121
N. Merkhataly, S.B. Abeuova, S.K. Zhokizhanova, A. Sviderskiy, S.A. Kairoldin INCLUSION OF AZULENE INTO THE BACKBONE OF CONJUGATED OLIGOMERS: IMPROVEMENT OF PROTON SENSITIVITY AND ELECTRONIC ABSORPTION.....	133
A.N. Nurlybayeva, A.E. Tulegen, K.B. Bulekbayeva, D.A. Kulbayeva, G.K. Matniyazova DETERMINATION OF COAGULATION THRESHOLDS OF MOLYBDENUM-VANADIUM BLUE SOLS.....	144
E.T. Talgatov, A.A. Naizabaev, A.M. Tynyshbay, A.S. Auezkhanova, A.Z. Abilmagzhanov INVESTIGATION OF COMPLEXATION OF RUTHENIUM (III) IONS WITH POLYMERS.....	157
A.A. Tolepbergen, U. Amzeyeva, Ye. Shybyray, A. Baiseitova, J. Jenis PHYTOCHEMICAL PROFILE OF UNDERGROUND PART OF CICHORIUM INTUBYS L.	170
T.S. Khosnutdinova, A.O. Sapieva, N.A. Sultanova, Sh.A. Madieva DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING A FLAVONOID COMPLEX FROM THE AERIAL PART OF <i>FERULA SONGARICA</i> PALL. EX SPRENG. WITH ANTIOXIDANT ACTIVITY.....	183
D.Y. Shoganbek, S.A. Tungatarova, D.Yu. Murzin, T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek DRY REFORMING OF METHANE ON Co-La-Al AND Co-Ce-Al CATALYSTS PREPARED BY THE SCS METHOD.....	195

МАЗМҰНЫ

А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов, Г.М. Орманова КҮРДЕЛІ ФОСФОГУМАТТЫ МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШ АЛУ ПРОЦЕССИН ЗЕРТТЕУ.....	5
Г.Ж. Байсалова, А.А. Жаныбекова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Ш.К. Утжанова <i>ULMUS PUMILA</i> ЖАПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ ФЛАВОНОИДТАР МӨЛШЕРІН СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК ӘДІСПЕН АНЫҚТАУ.....	21
Н. Бектенов, Г. Қосжанова ВЕРМИКУЛИТ ЖӘНЕ ОНЫҢ НЕГІЗІНДЕ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН СОРБЕНТТІҢ КВАНТТЫ-ХИМИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ЕСЕПТЕУГЕ ШОЛУ.....	33
Г.М. Жусипназарова, Р. Решми, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, Г.Б. Аубакирова. АРПА МЕН ЗЫҒЫР САБАҒЫНАН АЛЫНҒАН ЦЕЛЛЮЛОЗА НЕГІЗІНДЕГІ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБЫНДАРДЫҢ ДАЙЫНДАЛУЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	43
М. Ибраева, Э. Сагиндыкова, Ж. Мукажанова <i>VERBASCUM MARSCHALLIANUM</i> -НАН ИРИДОИДТАРДЫ БӨЛУ.....	57
Л.К. Қажыгелдиева, Б.Х. Мұсабаева, А.Н. Сабитова, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейтқан. <i>HIPPURHAE RHAMNOIDES</i> L. ЖӘНЕ <i>CRATAEGUS SANGUINEA</i> L. ӨСІМДІК ЖЕМІСТЕРІНІҢ ЭКСТРАКТТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ АНТИОКСИДАНТТЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН АНЫҚТАУ.....	68
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек, Е.Б. Райымбеков ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫН ТҰНДЫРУ ҮРДІСІН ИҚ-СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	79
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов, Н.Н. Нурмуханбетова, С.К. Маханова, Г.К. Бекишова МАГНИТТІК ӨЛШЕУЛЕР ӘДІСІМЕН ТЕМІРДІҢ (II) ТӨРТЯДРОЛЫ КЕШЕНДЕРІНДЕ СПИН-КРОССОВЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	94

Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, К.А. Шораева, Н.В. Остафейчук КӨМІРСУТЕКТЕРДІ ОЛЕФИНДЕРГЕ ДЕГИДРЛЕУ ҮШІН КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ ҚҰРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	104
Д.Н. Махаева, Ш. Жетесбаева, Ғ.С. Ирмухаметова, З.А. Кенесова ЙОДТЫҢ ПОЛИ(2-ЭТИЛ-2-ОКСАЗОЛИНМЕН) КЕШЕНІ НЕГІЗІНДЕ ПОЛИМЕРЛІ ҮЛДІРЛЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ.....	121
Н. Мерхатұлы, С.Б. Абеуова, С.К. Жокижанова, А. Свидерский, С.А. Қайролдин ҚОСАРЛАНҒАНОЛИГОМЕРЛЕР НЕГІЗІНЕ АЗУЛЕНДІЕНГІЗУ: ПРОТОНҒА СЕЗІМТАЛДЫҚ ПЕН ЭЛЕКТРОНДЫҚ СІңІРУ ДІЖАҚСАРТУ.....	133
А.Н. Нұрлыбаева, А.Е. Төлеген, Қ.Б. Бөлекбаева, Д.А. Құлбаева, Ғ.Қ. Матниязова МОЛИБДЕН-ВАНАДИЙ КӨК ҚОСЫЛЫСЫНЫҢ ҚОЙЫЛУ ШЕКТЕРІН АНЫҚТАУ.....	144
Э.Т. Талғатов, А.А. Найзабаев, А.М. Тынышбай, А.С. Ауезханова, А.З. Абильмағжанов РУТЕНИЙ (III) ИОНДАРЫМЕН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КЕШЕН ТҮЗУІН ЗЕРТТЕУ.....	157
А.А. Төлепберген, Ұ. Әмзеева, Е. Шыбырай, А. Байсеитова, Ж. Жеңіс <i>SICHORIUM INTYBUS</i> L. ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР АСТЫ БӨЛІГІНІҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ПРОФИЛІ.....	170
Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сәпиева, Н.А. Сұлтанова, Ш.А. Мадиева АНТИОКСИДАНТТЫҚ БЕЛСЕНДІЛІККЕ ИЕ <i>FERULA SONGARICA</i> PALL. EX SPRENG. ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНЕН ФЛАВОНОИДТЫ КЕШЕНДІ АЛУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ.....	183
Д.Е. Шоғанбек, С.А. Тунгатарова, Д.Ю. Мурзин, Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек ЖТС ӘДІСІМЕН ДАЙЫНДАЛҒАН Co-La-Al ЖӘНЕ Co-Ce-Al КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА МЕТАНДЫ ҚҰРҒАҚ РИФОРМАЛАУ.....	194

СОДЕРЖАНИЕ

А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов, Г.М. Орманова ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ФОСФОГУМАТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ.....	5
Г.Ж. Байсалова, А.А. Жаныбекова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Ш.К. Утжанова КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЛИСТЯХ ULMUS PUMILA СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	21
Н. Бектенов, Г. Косжанова ОБЗОР КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ВЕРМИКУЛИТА И МОДИФИЦИРОВАННОГО СОРБЕНТА НА ЕГО ОСНОВЕ.....	33
Г.М. Жусипназарова, Р. Решми, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, Г.Б. Аубакирова СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ СТЕБЕЛЕЙ ЯЧМЕНЯ И ЛЬНА.....	43
М. Ибраева, Э. Сагиндыкова, Ж. Мукажанова ВЫДЕЛЕНИЕ ИРИДОИДОВ ИЗ VERBASCUM MARSCHALLIANUM.....	57
Л.К. Кажыгелдиева, Б.Х. Мусабаева, А.Н. Сабитова, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейткан ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. И CRATAEGUS SANGUINEA L	68
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек, Е.Б. Райымбеков ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ.....	79
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов, Н.Н. Нурмуханбетова, С.К. Маханова, Г.К. Бекишова ИССЛЕДОВАНИЕ СПИН-КРОССОВЕРА В ТЕТРАЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ ЖЕЛЕЗА (II) МЕТОДОМ МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	94

Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, К.А. Шораева, Н.В. Остафейчук РАЗРАБОТКА И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ДЕГИДРИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ДО ОЛЕФИНОВ.....	104
Д.Н. Махаева, Ш. Жетесбаева, Г.С. Ирмухаметова, З.А. Кенесова ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ЙОДА С ПОЛИ (2-ЭТИЛ-2-ОКСАЗОЛИНОМ).....	121
Н. Мерхатулы, С.Б. Абеуова, С.К. Жокижанова, А. Свидерский, С.А. Кайролдин ВВЕДЕНИЕ АЗУЛЕНА В ОСНОВУ СОПРЯЖЕННЫХ ОЛИГОМЕРОВ: УЛУЧШЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ЭЛЕКТРОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ.....	133
А.Н. Нурлыбаева, А.Е. Толеген, К.Б. Боекбаева, Д.А. Кульбаева, Г.К. Матниязова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГОВ КОАГУЛЯЦИИ ЗОЛЕЙ МОЛИБДЕН-ВАНАДИЕВЫХ СИНЕЙ.....	144
Э.Т. Талгатов, А.А. Найзабаев, А.М. Тынышбай, А.С. Ауезханова, А.З. Абиьлмагжанов ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ РУТЕНИЯ (III) С ПОЛИМЕРАМИ.....	157
А.А. Толепберген, У. Амзеева, Е. Шыбырай, А. Байсеитова, Ж. Женис ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ CICHORIUM INTYBUS L.	170
Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сапиева, Н.А. Султанова, Ш.А. Мадиева РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ФЛАВОНОИДНОГО КОМПЛЕКСА ИЗ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ FERULA SONGARICA PALL. EX SPRENG., ОБЛАДАЮЩЕГО АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ.....	183
Д.Е. Шоганбек, С.А. Тунгатарова, Д.Ю. Мурзин, Т.С. Байжуманова, М. Жумабек СУХОЙ РИФОРМИНГ МЕТАНА НА КАТАЛИЗАТОРАХ CO-LA-AL И CO-SE-AL ПРИГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СВС.....	194

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 26.03.2025.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,5 п.л. Заказ 1.