

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№1
2026**

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



**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

1 (466)

JANUARY – MARCH 2026

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of IAAS and NAS RK, General Director of the Research Institute of Petroleum Refining and Petrochemicals (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 JSC "Phytochemistry Research and Production Center" (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, (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>

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № **KZ23VPY00121156**, issued 05.06.2025

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

Periodicity: 4 times a year.

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

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2026

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынулы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ХҒАҚ және ҚР ҰҒА академигі, Мұнай өңдеу және мұнай-химиясы ғылыми-зерттеу институтының бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=66021779606>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

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

АГАБЕКОВ Владимир Еноквич (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 (Оксфорд, АҚШ), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, 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, (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 (Қарачи, 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 Вагиф 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>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ23VPY00121156, выданное 05.06.2025 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2026

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик МАН и НАН РК, Генеральный директор НИИ нефтепереработки и нефтехимии (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 АО «Научно-производственного центра» 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>

ТЕЛЪТАЕВ 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 углехимии (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>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № **KZ23VPYU00121156** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2026

CONTENTS

Chemistry

Assembayeva E. K., Beisekhan A., Bozhbanov A. Zh., Nurmukhanbetova D.E., Gabdullina E.Zh. Effect of chia seeds (<i>Salvia Hispanica</i> l.) on the physicochemical and mineral properties of low-fat cottage cheese.....	11
Balkhashbay Sh.Zh., Azimbayeva G.E., Kudaibergenova G.N., Kamysbayeva A.K., Kurbanbayeva N.M. Determination of biologically active compounds in morphological parts of medicinal plants.....	24
Darmenbayeva A.S., Rajasekharan R. Preparation and characterization of nanocellulose biocomposites from agro-waste of the Zhambyl region.....	39
Demets O.V., Rakhimberlinova Zh.B., Zgardan V.V., Serykh N.V., Dyussekeyeva A.T. Qualitative and quantitative analysis of amino acids in Kyrgyz birch bark extract.....	55
Jumekeyeva A.I., Talgatov E.T., Auyezkhanova A.S., Kenzheyeva A.M., Naizabayev A.A. Complex formation of palladium (II) ions with organic polymers of various nature.....	70
Dmitriyeva E.A. Electrolytes of lithium-ion batteries.....	83
Yegemberdiyeva S., Abdurazova P., Turtabaev S., Shitybaev S., Kerimbayeva K. Catalytic properties of Ru- and Rh-promoted skeletal nickel catalysts in the hydrogenation of butyraldehyde.....	97
Yertayeva A.B., Adylbekova A.O., Toleubekova A.G. Production of emulsions stabilized by bentonite clay particles.....	112
Fischer D., Jumadilov T., Haponiuk J., Toilanbay G., Baishibekov A. Interpolymer KU-2-8: AV-17-8 systems for selective sorption of rhenium, molybdenum and tungsten.....	129
Zhanikulov N., Zhurgarayeva D. Investigation of the quality of cement clinker obtained from heap leaching waste.....	148
Zhoshybaeva A.A., Kozhanova K.K., Mombekov S.E., Barakova A.Sh. Pharmaceutical development of a medicinal product containing an isocitrate lyase inhibitor.....	162
Ivanov N.S., Abilmagzhanov A.Z., Nurtazina A.E., Adelbayev I.E., Kholkin O.S. Sequential electrochemical processes for the treatment of magnesium leaching solutions.....	176

Imangaliyeva B., Duzelbayeva S., Tolesinova I., Bukeykhan D., Turlanova A. Chemical and agronomic assessment of the use of mineral wool and coconut fiber as a substrate in a greenhouse.....	190
Kurmanaliev M.K., Shaikhova Zh.E., Abilkasova S.O., Kalimoldina L.M., Bugubaeva G.O. Crown esters immobilized on polymeric supports as novel interfacial catalysts.....	207
Mataev M.M., Ongarbek A.T., Sarsenbayeva Z.B., Nurbekova M.A., Abdraimova M.R. Synthesis and morphology of perovskite-structured $\text{CaMnO}_{2.98}$	221
Medeuova G.Zh., Azimbayeva G.E., Kaliyeva A.N.*, Sadykova D.A., Anuarova L.E. Determination of vitamins in <i>Polygonum Aviculare</i> L. using capillary electrophoresis.....	238
Mukusheva G.K., Jalmakhanbetova R.I., Seilkhanov T.M., Bakibaev A.A., Aliyeva M.R. Functional modification reactions at the nitrogen atom of salsolin and biological activity of the obtained derivatives.....	251
Muldakhmetov Z.M., Zhakina A.Kh., Arnt O.V., Vassilets Ye.P., Zhakin A.M. Composite materials modified with carbon filler.....	267
Nazarbek U., Raiymbekov Y., Abdurazova P., Kambarova G. Study on the efficiency of water treatment using nanostructured water.....	280
Nauanova A.P., Kassenov R.Z., Davrenbekov S.Zh., Bolatbay A.N., Altynbekkyzy A. Intensification of the process of extraction of humic substances from brown coal.....	295
Nurlybayeva A.N., Zharlykapova R.B., Taubaeva R.S., Matniyazova G.K., Rustem E.I. Study of physical, chemical and mechanical properties of acrylic terpolymer.....	309
Uali A., Omirzak U., Titanov A., Abilkanova F., Kunarbekova M. Waste biomass-derived Fe-modified biochar: structure and application in potentiometric analysis.....	323
Khamitova A.S., Nurmukhanbetova N.N., Ostretsova I.B., Kassenova N.B., Kuderina B.T. Synthesis of metal corrosion inhibitors based on ammonia.....	338

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

Асембаева Э.К., Бейсехан А., Божбанов А.Ж., Чаи дәндерінің (<i>Salvia Hispanica L.</i>) майсыздандырылған сүзбенің физика-химиялық және минералдық көрсеткіштеріне әсері.....	11
Балқашбай Ш.Ж., Азимбаева Г.Е., Қудайбергенова Г.Н., Қамысбаева А.К., Қурбанбаева М. Дәрілік өсімдіктердің морфологиялық мүшелеріндегі биологиялық белсенді заттарды анықтау.....	24
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R. Жамбыл облысының агрокалдықты негізінде наноцеллюлозалық биокомпозиттерді алу және олардың қасиеттерін зерттеу.....	39
Демец О.В., Рахимберлинова Ж.Б., Згардан В.В.*, Серых Н.В., Дюсекеева А.Т., 2026. Қырғыз қайың қабығының сығындысындағы аминқышқылдарының сапалық және сандық құрамын талдау.....	55
Джумекеева А.И., Талғатов Э.Т., Ауезханова А.С., Кенжеева А.М., Найзабаев А.А. Палладий (II) иондарының табиғаты әртүрлі органикалық полимерлермен кешен түзуі.....	70
Дмитриева Е.А. Литий-ионды аккумуляторлардың электролиттері.....	83
Егембердиева С.Ж., Абдуразова П., Туртабаев С.К., Шитыбаев С.А., Керимбаева К.З. Ru және Rh промоторланған қаңқалы никель катализаторларының май альдегидін гидрлеу реакциясындағы каталитикалық қасиеттері.....	97
Ертаева А.Б., Адильбекова А.О., Төлеубекова А.Ғ. Бентонит сазының бөлшектерімен тұрақтандырылған эмульсияларды алу.....	112
Фишер Д., Джумадилов Т., Хапонюк Ю., Тойланбай Г., Байшибеков А. Рений, молибден және вольфрамды селективті сорбциялауға арналған KU-2-8:AV-17-8 интерполимерлі жүйелері.....	129
Жаникулов Н., Жургараева Д. Үйінді шаймалау қалдықтарынан алынған цемент клинкерінің сапасын зерттеу.....	148
Жошыбаева А.А., Кожанова К.К., Момбеков С.Е., Баракова А.Ш. Изоцитратлиаза ингибиторын қамтитын дәрілік препаратты фармацевтикалық әзірлеу.....	162

- Иванов Н.С., Абиьмагжанов А.З., Нұртазина А.Е., Адельбаев И.Е., Холкин О.С.**
Магнийді шаймалау ерітінділерін қайта өңдеу технологиясындағы дәйекті
электрохимиялық процестер.....176
- Имангалиева Б., Дүзелбаева С., Төлесінова И., Букейхан Д., Тұрланова А.,**
Жылыжайда минералды жүн мен кокос талшығын субстарт ретінде қолданудың
химия-агрономиялық бағасы.....190
- Құрманалиев М.Қ., Шанхова Ж.Е., Әбілқасова С.О., Калимолдина Л.М.,**
Бугубаева Г.О.
Полимерлік тасымалдаушыларда иммобилизацияланған краун-эфирлер —
жаңа фазааралық катализаторлар ретінде.....207
- Матаев М.М., Оңғарбек А.Т., Сарсенбаева З.Б., Нурбекова М.А., Абдраимова М.Р.**
Перовскит құрылымды $\text{CaMnO}_{2.98}$ синтезі мен морфологиясы.....221
- Медеуова Г.Дж., Азимбаева Г.Е., Калиева А.Н., Садыкова Д.А., Ануарова Л.Е.**
Polygonum Aviculare L. өсімдігінің құрамындағы дәрумендерді капиллярлы
электрофорез әдісімен анықтау.....238
- Мукушева Г.К., Джалмаханбетова Р.И., Сейлханов Т.М., Бакибаев А.А., Алиева М.Р.**
Сольсолиннің азот атомы бойынша функционалдық модификация реакциялары
және алынған туындылардың биологиялық белсенділігі.....251
- Мулдахметов З.М., Жакина А.Х., Арнт О.В., Василец Е.П., Жакин А.М.**
Көміртекті толтырғышпен модификацияланған композициялық материалдар.....267
- Назарбек У., Райымбеков Е., Абдуразова П., Қамбарова Ғ.**
Наноқұрылымданған суды қолдану арқылы суды тазарту тиімділігін зерттеу.....280
- Науанова А.П., Касенов Р.З., Давренбеков С.Ж., Болатбай А.Н., Алтынбекқызы Ә.**
Қоңыр көмірден гуминдік заттарды бөліп алу процесін қарқындету.....295
- Нурлыбаева А.Н., Жарлыкапова Р.Б., Таубаева Р.С., Матниязова Г.К., Рустем Е.І**
Акрил терполимердің физика-химиялық және механикалық қасиеттерін зерттеу.....309
- Уәли А., Өмірзақ Ұ., Титанов А., Абилканова Ф., Қунарбекова М.**
Қалдық биомассадан алынған темірмен түрлендірілген биокөмір: құрылымы
және потенциометриялық талдауда қолданылуы.....323
- Хамитова А.С., Нурмуханбетова Н.Н., Острцова И.Б., Касенова Н.Б., Кудерина Б.Т.**
Аммиак негізінде металдар коррозиясының ингибиторларын синтездеу.....338

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Асембаева Э. К., Бейсехан А., Божбанов А.Ж., Нурмуханбетова Д.Е., Габдуллина Е.Ж. Влияние семян чиа (<i>Salvia Hispanica L.</i>) на физико-химические и минеральные показатели обезжиренного творога.....	11
Балкашбай Ш.Ж., Азимбаева Г.Е., Кудайбергенова Г.Н., Камысбаева А.К., Курбанбаева Н.М. Определение биологически активных веществ в морфологических органах лекарственных растений.....	24
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R. Получение и свойства наноцеллюлозных биокомпозитов на основе агроотходов Жамбылской области.....	39
Демец О.В., Рахимберлинова Ж.Б., Згардан В.В., Серых Н.В., Дюсекеева А.Т. Качественный и количественный анализ аминокислот в экстракте коры берёзы киргизской.....	55
Джумекеева А.И., Талгатов Э.Т., Ауезханова А.С., Кенжеева А.М., Найзабаев А.А. Комплексообразование ионов палладия (II) с органическими полимерами различной природы.....	70
Дмитриева Е.А. Электролиты литий-ионных аккумуляторов.....	83
Егембердиева С.Ж., Абдуразава П., Туртабаев С.К., Шитибаев С.А., Керимбаева К.З. Каталитические свойства скелетных никелевых катализаторов, промотированных Ru и Rh, в реакции гидрирования масляного альдегида.....	97
Ертаева А.Б., Адильбекова А.О., Төлеубекова А.Ғ. Получение эмульсий, стабилизированных частицами бентонитовой глины.....	112
Фишер Д., Джумадилов Т., Хапонюк Ю., Тойланбай Г., Байшибеков А. Интерполимерные системы KU-2-8:AV-17-8 для селективной сорбции рения, молибдена и вольфрама.....	129
Жаникулов Н., Жургараева Д. Исследование качества цементного клинкера, полученного из отходов кучного выщелачивания.....	148
Жошыбаева А.А., Кожанова К.К., Момбеков С.Е., Баракова А.Ш. Фармацевтическая разработка лекарственного препарата, содержащего ингибитор изоцитратлиазы.....	162

Иванов Н.С., Абильмагжанов А.З., Нуртазина А.Е., Адельбаев И.Е., Холкин О.С. Последовательные электрохимические процессы в технологии переработки растворов выщелачивания магния.....	176
Имангалиева Б., Дүзелбаева С., Төлесінова И., Букейхан Д., Турланова А. Химико-агрономическая оценка использования минеральной ваты и кокосового волокна в качестве субстрата в теплице.....	190
Курманалиев М.К., Шаихова Ж.Е., Абилкасова С.О., Калимолдина Л.М., Бугубаева Г.О. Краун-эфиры, иммобилизованные на полимерных носителях, как новые межфазные катализаторы.....	207
Матаев М.М., Онгарбек А.Т., Сарсенбаева З.Б., Нурбекова М.А., Абдраимова М.Р. Синтез и морфология перовскитной структуры $\text{CaMnO}_{2.98}$	221
Медсұова Г.Дж., Азимбаева Г.Е., Калиева А.Н., Садыкова Д.А., Ануарова Л.Е. Определение витаминов, содержащихся в растении <i>Polygonum aviculare L.</i> , методом капиллярного электрофореза.....	238
Мукушева Г.К., Джалмаханбетова Р.И., Сейлханов Т.М., Бакибаев А.А., Алиева М.Р. Реакции функциональной модификации хлорида аммония по атому азота и биологическая активность полученных производных.....	251
Мулдахметов З.М., Жакина А.Х., Арнт О.В., Василец Е.П., Жакин А.М. Композитные материалы, модифицированные углеродным наполнителем.....	267
Назарбек У., Райымбеков Е., Абдуразова П., Камбарова Г. Исследование эффективности очистки воды с применением наноструктурированной воды.....	280
Науанова А.П., Касенов Р.З., Давренбеков С.Ж., Болатбай А.Н., Алтынбекқызы А. Интенсификация процесса выделения гуминовых веществ из бурого угля.....	295
Нурлыбаева А.Н., Жарлыкапова Р.Б., Таубаева Р.С., Матниязова Г.К., Рустем Е.И. Изучение физико-химических и механических свойств акрилового терполимера.....	309
Уали А., Омирзак У., Титанов А., Абилканова Ф., Кунарбекова М. Биоуголь, модифицированный железом, из отходов биомассы: структура и применение в потенциометрическом анализе.....	323
Хамитова А.С., Нурмуханбетова Н.Н., Острцова И.Б., Касенова Н.Б., Кудерина Б.Т. Синтез ингибиторов коррозии металлов на основе аммиака.....	338

© Mukusheva G.K.¹, Jalmakhanbetova R.I.², Seilkhanov T.M.³, Bakibaev A.A.⁴,
Aliyeva M.R.*¹, 2026.

¹Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov,
Karaganda, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

³Shokan Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan;

⁴National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation.

E-mail: madina_aliyeva_1207@list.ru

FUNCTIONAL MODIFICATION REACTIONS AT THE NITROGEN ATOM OF SALSOLIN AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE OBTAINED DERIVATIVES

Mukusheva Gulim — Candidate of Chemical Sciences, Professor of the Department of Inorganic and Technical Chemistry, Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan,

E-mail: mukushevagulim5@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6706-4816>;

Jalmakhanbetova Roza — Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: rjalmakhanbetova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9937-275X>;

Seilkhanov Tolegen — Professor, Head of the Engineering Laboratory for NMR Spectroscopy at Kokshetau Shoqan Ualikhanov University, Kokshetau, Kazakhstan,

E-mail: tseilkhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0079-4755>;

Bakibaev Abdigali — Doctor of Chemical Sciences, Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation, E-mail: bakibaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>;

Aliyeva Madina — PhD student, Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan,

E-mail: madina_aliyeva_1207@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4046-311X>.

Abstract. Natural alkaloids of plant origin are one of the important objects of research in organic chemistry and medicinal chemistry, since their structural diversity and biological activity allow obtaining new pharmacologically active compounds. Chemical modification of alkaloids is one of the effective ways to improve their biological properties. One of the promising natural compounds is the isoquinoline alkaloid salsolin, which is known for exhibiting various types of biological activity. Therefore, targeted chemical modification of the salsolin molecule allows obtaining new biologically active derivatives, and this direction is of great scientific interest in

the field of organic synthesis. The aim of the study is to synthesize new derivatives of salsolin by N-propargylation reactions at different temperatures on the nitrogen atom in the molecule, to prove the structure of the obtained derivatives and to evaluate their biological activity. The structures of the new propargyl derivatives obtained as a result of the synthesis were confirmed by ^1H and ^{13}C NMR spectroscopy, as well as by COSY (^1H - ^1H) and HMQC (^1H - ^{13}C) two-dimensional spectral methods. The antiradical activity of the obtained new compounds was evaluated in vitro in the presence of the stable free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. As a result of the study of biological activity, it was found that the synthesized propargyl derivatives exhibit significantly higher antiradical activity compared to the original object - salsolin. These results indicate that targeted modification of the molecular structure allows enhancing biological properties. The new compounds obtained as a result of the conducted studies demonstrate the possibility of improving the pharmacological properties of alkaloids. In addition, the results of the study form a promising basis for future scientific work in the direction of searching for new biologically active molecules and create scientific prerequisites for the development of targeted chemical modification of alkaloids.

Keywords: isoquinoline alkaloids, salsolin, synthesis, N-propargylation, NMR spectroscopy, antiradical activity

For citations: Mukusheva G.K., Jalmakhanbetova R.I., Seilkhanov T.M., Bakibaev A.A., Aliyeva M.R. Functional modification reactions at the nitrogen atom of salsolin and biological activity of the obtained derivatives. Academic Scientific Journal of Chemistry, 2026. — No.1. — P. 251–266. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.353>

© Мукушева Г.К. ¹, Джалмаханбетова Р.И. ², Сейлханов Т.М. ³, Бакибаев А.А. ⁴, Алиева М.Р. ^{1*}, 2026.

¹Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³Шоқан Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан;

⁴Томск Мемлекеттік Ұлттық зерттеу университеті, Томск, Ресей.

E-mail: madina_aliyeva_1207@list.ru

САЛЬСОЛИННИҢ АЗОТ АТОМЫ БОЙЫНША ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МОДИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЯЛАРЫ ЖӘНЕ АЛЫНҒАН ТУЫНДЫЛАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Мұқышева Гүлім — химия ғылымдарының кандидаты, бейорганикалық және техникалық химия кафедрасының профессоры, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан,
E-mail: mukushevagulim5@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6706-4816>;

Джалмаханбетова Роза — химия ғылымдарының докторы, химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: rjalmakhanbetova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9937-275X>;

Сейлханов Төлеген — химия ғылымдарының кандидаты, ЯМР спектроскопиясы инженерлік зертханасының меңгерушісі, Шоқан Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан,

E-mail: tseilkhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0079-4755>;

Бакибаев Абдіғали — химия ғылымдарының докторы, профессор, Томск мемлекеттік университеті, Томск, Ресей,

E-mail: bakibaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>;

Алиева Мадина — PhD докторант, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан,

E-mail: madina_alieva_1207@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4046-311X>.

Аннотация. Өсімдік тектес табиғи алкалоидтар органикалық химия мен дәрілік химияда маңызды зерттеу объектілерінің бірі болып табылады, себебі олардың құрылымдық әртүрлілігі мен биологиялық белсенділігі жаңа фармакологиялық белсенді қосылыстарды алуға мүмкіндік береді. Алкалоидтардың химиялық модификациясы олардың биологиялық қасиеттерін жақсартудың тиімді жолдарының бірі болып табылады. Перспективті табиғи қосылыстардың бірі - изохинолинді алкалоид сальсолин, ол әр түрлі биологиялық белсенділік түрлерін көрсетуімен белгілі. Сондықтан сальсолин молекуласын мақсатты түрде химиялық модификациялау жаңа биологиялық белсенді туындыларды алуға мүмкіндік береді және бұл бағыт органикалық синтез саласында үлкен ғылыми қызығушылық тудырады. Зерттеудің мақсаты – молекуладағы азот атомы бойынша әр түрлі температура жағдайында N-пропаргилдеу реакциялары арқылы сальсолиннің жаңа туындыларын синтездеу, алынған туындылардың құрылысын дәлелдеу және биологиялық белсенділігін бағалау. Синтез нәтижесінде алынған жаңа пропаргилді туындылардың құрылымы ^1H және ^{13}C ЯМР-спектроскопиясы әдістерімен, сондай-ақ COSY (^1H - ^1H) және НМҚС (^1H - ^{13}C) екі өлшемді спектрлік әдістермен дәлелденді. Алынған жаңа қосылыстардың антирадикалды белсенділігі тұрақты еркін радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил қатысында *in vitro* жағдайында бағаланды. Биологиялық белсенділікті зерттеу нәтижесінде синтезделген пропаргилді туындылардың бастапқы объект - сальсолинмен салыстырғанда айтарлықтай жоғары антирадикалды белсенділік көрсететіні анықталды. Бұл нәтижелер молекула құрылымын мақсатты түрде модификациялау биологиялық қасиеттерді күшейтуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған жаңа қосылыстар алкалоидтардың фармакологиялық қасиеттерін жақсарту мүмкіндігін көрсетеді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері жаңа биологиялық белсенді молекулаларды іздеу бағытында болашақ ғылыми жұмыстар үшін перспективті негіз қалыптастырады және алкалоидтардың бағытталған химиялық модификациясын дамытуға ғылыми алғышарттар жасайды.

Түйін сөздер: изохинолинді алкалоидтар, сальсолин, синтез, N-пропаргилдеу, ЯМР спектроскопиясы, антирадикалды белсенділік

© Мукушева Г.К.¹, Джалмаханбетова Р.И.², Сейлханов Т.М.³,
Бакибаев А.А.⁴, Алиева М.Р.^{1*}, 2026.

¹Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан;

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

³Кокшетауский Университет имени Шокана Уалиханова, Кокшетау, Казахстан;

⁴Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

E-mail: madina_aliyeva_1207@list.ru

РЕАКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ САЛЬСОЛИНА ПО АТОМУ АЗОТА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Мукушева Гулим — кандидат химических наук, профессор, Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: mukushevagulim5@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6706-4816>;

Джалмаханбетова Роза — доктор химических наук, ассоциированный профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: rjalmakhanbetova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9937-275X>;

Сейлханов Тулеген — кандидат химических наук, профессор, Кокшетауский Университет имени Шокана Уалиханова, Кокшетау, Казахстан, E-mail: tseilkhanov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0079-4755>;

Бакибаев Абдигали — доктор химических наук, профессор, Томский государственный университет, Томск, Россия, E-mail: bakibaev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>;

Алиева Мадина — PhD докторант, Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, E-mail: madina_aliyeva_1207@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4046-311X>.

Аннотация. Природные алкалоиды растительного происхождения являются важными объектами исследований в органической и медицинской химии, поскольку их структурное разнообразие и выраженная биологическая активность позволяют получать новые фармакологически перспективные соединения. Химическая модификация алкалоидов один из эффективных способов улучшения их биологических свойств. Одним из перспективных соединений является изохинолиновый алкалоид сальсолин, обладающий различными видами биологической активности. В связи с этим направленная модификация его молекулы представляет значительный научный интерес. Целью исследования является синтез новых производных сальсолина путём реакций N-пропаргилирования по атому азота при различных температурных условиях, подтверждение их структуры и оценка биологической активности. Структуры синтезированных пропаргильных производных были подтверждены методами ЯМР-спектроскопии (¹H и ¹³C), а также двумерными методами COSY

(^1H - ^1H) и ^1H QC (^1H - ^{13}C). Антирадикальная активность полученных соединений оценивалась *in vitro* с использованием стабильного свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. Установлено, что синтезированные производные обладают значительно более высокой антирадикальной активностью по сравнению с исходным соединением - солью солином. Полученные результаты подтверждают, что целенаправленная химическая модификация молекулы позволяет существенно улучшить биологические свойства соединений. Новые производные демонстрируют потенциал для дальнейшего изучения в качестве фармакологически активных веществ. Таким образом, проведенные исследования формируют научную основу для разработки новых биологически активных молекул на основе алкалоидов и открывают перспективы для дальнейших исследований в области медицинской химии.

Ключевые слова: изохинолиновые алкалоиды, соль солина, синтез, N-пропаргилирование, ЯМР спектроскопия, антирадикальная активность

Кіріспе. Өткен ғасырда дәрі-дәрмек ашудағы басты қозғаушы күштердің бірі – табиғи өнімдер мен олардың метаболиттерін химиялық тұрғыдан алуан түрлі бастапқы құрылыс блогы ретінде пайдалану болды. Алайда табиғи өнімдерді қолдану тек қана қазіргі заманмен шектелмейді, себебі дәстүрлі түрде қолданылатын шикі дәрілердің (емдік құралдардың) көбі өсімдіктен алынған экстрактілерден тұрады. Сонымен қатар, заманауи технологиялардың дамуы мен өсімдіктердегі табиғи биоактивті ингредиенттерді бөліп алу және анықтау мүмкіндігі зерттеушілерді оларды тағам мен нутрацевтикалық өнімдерде, сондай-ақ медицинада зерттеп, қолдануға ынталандырды. Құрылымы алуан түрлі және көптеп кездесетін табиғи алкалоидтар ғалымдардың назарын барған сайын көбірек аударып келеді. Бұл топқа қызығушылық табиғатта кеңінен таралуымен және фармакологиялық әсерлерінің кең спектрімен түсіндіріледі, мысалы: вирусқа қарсы, бактерияға қарсы, қант диабетіне қарсы, ойық жараға қарсы, седативтік, ұстамаға қарсы, ауырсынуды басатын, нейропротекторлық, қатерлі ісікке қарсы, антиоксиданттық, бауырды қорғайтын әсері және т.б.

Әдеби шолу. Қазақстан Республикасында биологиялық белсенді заттарды алу үшін ыңғайлы және жаңартылатын дәрілік өсімдіктердің үлкен ресурстары бар. *Salsola richteri* ең көп зерттелген, ол салсолидин мен соль солина сияқты алкалоидтарды алу үшін шикізат болып табылады. Өсімдіктің құрамында 0,3 % соль солина алкалоиды бар, оны тамыр ішіне енгізгенде 20–30 минутқа созылатын қан қысымының төмендеуін анықтайды. Артериосклероздық сипаттағы қатерсіз гипертензия жағдайларында қан қысымын ұзақ мерзімді төмендетуге болады. Бұл өсімдік артериосклероздық гипертензияда және қатерлі бүйрек гипертензиясында қолданылады, сонымен қатар бас айналуға да қарсы препарат ретінде көрсетілген. *Salsola* туысының фитохимиялық құрамы мен биологиялық әсерлері бойынша зерттеулер әдебиеттерде кездеседі (Murshid, 2022). *Salsola* L. туысы (орыс арамшөбі, тұзды шөп) тұзға төзімді өсімдіктерді қамтиды және *Amaranthaceae* тұқымдасының ең ірі туысының бірі болып саналады.

Кейбір ғалымдардың зерттеулерінде сальсолин алкалоидының модификациясы арқылы жаңа биологиялық белсенді қосылыстарды синтездеуде алкалоидқа гетероцикл енгізу арқылы фармакологиялық сынақтар үшін перспективалы туындылар алынады. Мысалы, сальсолин аллилизотиоцианатпен реакцияға түсіріп, содан кейін концентрлі HCl көмегімен ішкі молекулалық гетероциклизация арқылы 1,3-тиазолин туындысы синтезделді. Бұл әдіс сальсолиннің гипотензивті қасиеттерін пайдаланып, жаңа жүрек-қан тамыр препараттарын іздеуге мүмкіндік берді. Бұл жұмыс тиазол гетероциклінің алкалоид туындыларына енгізілуін қамтиды, бұл қосылыстардың биологиялық белсенділігін арттыруға бағытталған жұмыс болып табылады (Kulakov, 2015). Келесі зерттеуде сальсолиннің ^1H және ^{13}C ядроларының химиялық ығысуы мәндерінің шамасы бойынша α - және γ циклодекстриндермен супрамолекулалық өздігінен жинауы алкалоид жағынан да, циклодекстриндер жағынан да гидроксильді топтардың молекулааралық өзара әрекеттесуі (сыртқы) әсерлердің көмегінсіз-ақ, кешендердің пайда болуын, түзілген суда еритін агрегаттар субстрат молекуласын инклюзивтік емес кешен құру арқылы солюбилизациялауға қабілетті екенін қарастырған (Nurkenov, 2019). Зерттеушілер компьютерлік модельдеу (in silico зерттеулер) көмегімен төрт табиғи қосылыс – сальсолин туындылары, генистеин, кой қышқылының жартылай синтетикалық туындысы және нарингенин – тековиримат препаратына қарағанда маймыл шешек (monkeurox virus) вирусының жоғары байланыс қабілетін көрсетіп, қосылыстар вирустың перспективті потенциалды ингибиторлары ретінде қарастырылған (Mollaei, 2021). Авторлар табиғи терпеноидтар, оның ішінде сесквитерпенді лактондармен сальсолинді екіншілік аминдер ретінде қарастырып, Михаэль типті қосылу өнімдерін алған (Klochkov, 2011). Зерттеушілер бірқатар алкалоидтардың, оның ішінде сальсолиннің хиноксолинді туындыларын синтездеген (Postnikov, 2010).

Қазіргі уақытта сальсолин және оның туындылары жоғары потенциалды белсенділікті ескере отырып, сальсолин туындылары арасында жаңа препараттарды алу реакциясын іздеуге бағытталған көптеген зерттеулер жүргізілуде.

Бұл жұмыстың мақсаты азот атомында функционалды модификациялау арқылы сальсолиннің жаңа туындыларын синтездеу және олардың биологиялық белсенділігін зерттеу болып табылады.

Материалдар және негізгі әдістер. Материалдар: Сальсолин гидрохлориді, тазалығы 98,0%, пропаргил бромиді, тазалығы $\geq 80,0\%$, N, N-диметилформамид, тазалығы $\geq 99,9\%$, калий карбонаты тазалығы $\geq 99,5\%$, (Sigma-Aldrich). Барлық бастапқы заттар талдамалық сапада болды және алдын ала өңдеусіз қолданылды.

Жұқа қабатты хроматография талдауы (ЖҚХ) Silufol UV-254 пластинкаларында жүргізілді, хроматограммалар йод буы арқылы бақыланды. ^1H және ^{13}C ЯМР спектрлері CDCl_3 еріткішінде JNM-ECA Jeol 400 спектрометрінде (жиіліктері тиісінше 399,78 және 100,53 МГц) тіркелді. Химиялық ығысулар дейтерленген еріткіште қалдық протон немесе көміртек атомдарының сигналдарына қатысты өлшенді.

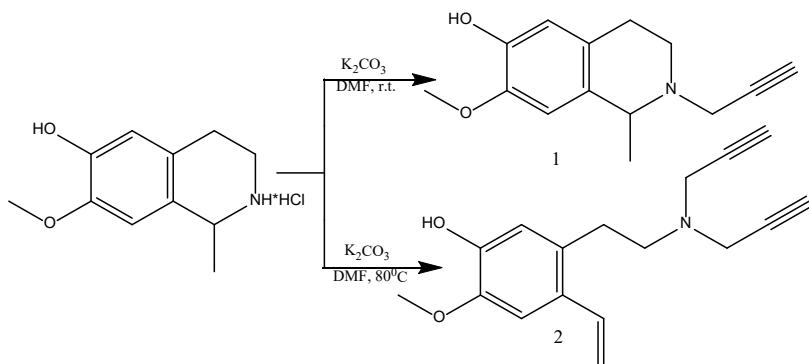
7-метокси-1-метил-2-(проп-2-ин-1-ил)-1,2,3,4-тетрагидроизохинолин-6-ол (1).

Дөңгелек түпті колбада мұз моншасында салқындатылған диметилформамидте ерітілген сальсолиннің гидрохлоридіне (0,3 гр, 1,55 ммоль) баяу тамшылату арқылы пропаргил бромиді (2 гр, 1,2 ммоль) және артық мөлшерде калий карбонаты (0,43 гр, 2 ммоль) қосылды. Реакциялық қоспа бөлме температурада 12 сағат бойы магниттік араластырғышта ұсталды. Синтездің барысы ЖҚХ әдісі арқылы бақыланды. Реакция аяқталғаннан кейін реакциялық қоспа этилацетатпен және дистилденген сумен өңделді. Реакциялық қоспаға натрий хлоридінің қаныққан ерітіндісі (тұзды ерітінді) қосылып, этилацетатпен экстракцияланды. Органикалық қабат бөлініп алынып, біріктірілген соң, $MgSO_4$ қатысында кептіріліп, айналмалы буландырғыш арқылы еріткіштен бөлініп алынды. Өнімді таза алу үшін бағаналы хроматография әдісі қолданып, элюент ретінде хлороформ пайдаланып тазаланды. Нәтижесінде сары түсті ұнтақ зат (1) бөлініп алынды. Шығымы – 0,27 гр (90 %).

5-(2-(ди) проп-2-ин-1-ил) амино) этил)-2-метокси-4-винилфенол (2).

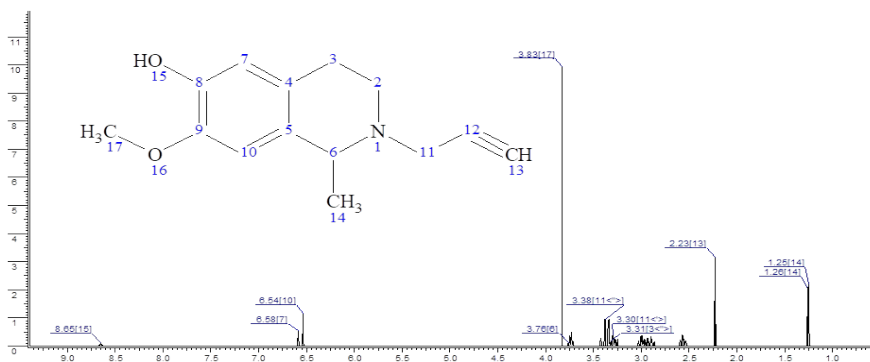
Дөңгелек түпті колбада мұз моншасында салқындатылған диметилформамидте ерітілген сальсолиннің гидрохлоридіне (0,3 гр, 1,55 ммоль) баяу тамшылата отырып пропаргил бромиді (2 гр, 1,2 ммоль) және артық мөлшерде калий карбонаты (0,43 гр, 2 ммоль) қосылды. Реакциялық қоспа $80^{\circ}C$ температурада 12 сағат бойы магниттік араластырғышта ұсталды. Синтездің барысы ЖҚХ әдісі арқылы бақыланды. Реакция аяқталғаннан кейін реакциялық қоспа этилацетатпен және дистилденген сумен сұйылтылды. Реакциялық қоспаға натрий хлоридінің қаныққан ерітіндісі (тұзды ерітінді) қосылып, органикалық еріткіш этилацетатпен экстракцияланды. Органикалық қабат кептіргіште ($MgSO_4$) кептірілді, фильтрленді, айналмалы буландырғыш айдалды. Қалдық бағаналы хроматографияда элюент ретінді хлороформды қолданып хроматографияланды. Сонда ашық сарғыш түсті ұнтақ зат (2) бөлінді. Шығымы – 0,25 гр (87 %).

Нәтижелер. Сальсолиннің жаңа туындыларын алу мақсатында субстрат пропаргил бромидпен әрекеттестірілді. Реакция екі түрлі жағдайда жүргізілді. Нәтижесінде сальсолиннің жаңа пропаргил туындылары 7-метокси-1-метил-2-(проп-2-ин-1-ил)-1,2,3,4-тетрагидроизохинолин-6-ол (1) және 5-(2-(ди) проп-2-ин-1-ил) амино) этил)-2-метокси-4-винилфенол (2) синтезделді (1-сызба).



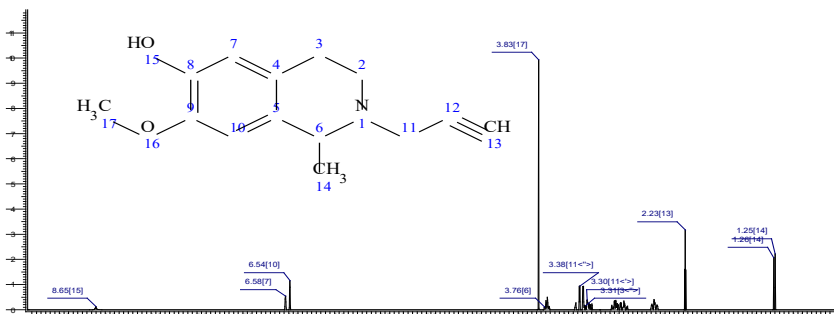
1-сызба – Сальсалин туындыларының синтезі

Синтезделіп алынған жаңа өнімдер 1–2 жақсы кристалданатын ашық-сары ұнтақтар болып табылады, органикалық еріткіштерде орташа еритін қосылыстар. 1-қосылыстың ^1H және ^{13}C ЯМР спектрлері (1,2-суреттер) JNM-ECA Jeol 400 спектрометрінде (сәйкесінше 399.78 және 100.53 МГц жиіліктерде) CDCl_3 еріткіші қолданыла отырып түсірілді. Химиялық ығысулар дейтерленген еріткіштің қалдық протондарының немесе көміртегі атомдарының сигналдарына қатысты өлшенді.



Сурет 1– Қосылыстың (1) ^1H ЯМР спектрі

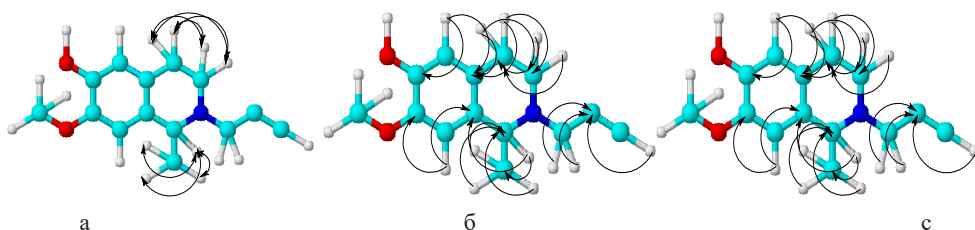
1-қосылыстың ^1H ЯМР спектрінде алифаттық циклдің метил протондары Н-14,14,14 үшпротондық мультиплет ретінде 1.35-1.36 м.д. мәнінде көрінді. Пропинил фрагментінің Н-13 протоны бірпротондық синглет ретінде 2.21 м.д. мәнінде тіркелді. Пропинил фрагментінің метилен протондары Н-11ах және Н-11еқ екі дублет ретінде сәйкесінше 3.46 және 3.62 м.д. мәнінде ^2J 17.2 Гц көрінді. Тетрагидроизохинолин фрагментінің метилен протондары Н-3ах, Н-3еқ, Н-2ах және Н-2еқ бірпротондық мультиплеттер ретінде сәйкесінше 2.65-2.67, 2.73-2.77, 2.85-2.91 және 2.97-3.01 м.д. мәнінде тіркелді. Тетрагидроизохинолин фрагментінің метин протоны Н-6 бірпротондық мультиплет ретінде 3.88-3.91 м.д. мәнінде көрінді. Ароматтық протондар Н-10,7 екіпротондық синглет ретінде 6.56 м.д. мәнінде көрінді. Метокси протондар Н-17,17,17 үшпротондық синглет ретінде 3.80 м.д. мәнінде көрінді. Гидроксил протондары Н-15 кеңейтілген бірпротондық синглет ретінде 5.99 м.д. мәнінде тіркелді.



Сурет 2 – Қосылыстың (1) ^{13}C ЯМР спектрі

1-қосылыстың ^{13}C ЯМР спектрінде пропирил фрагментінің көміртек атомдарының сигналдары 43.38 (C-11), 72.98 (C-13) және 79.39 (C-12) м.д. мәнінде көрінді. Тетрагидроизохинолин фрагментінің көміртек атомдары 27.50 (C-3), 46.56 (C-2), 55.24 (C-6), 109.33 (C-10), 114.38 (C-7), 126.77 (C-4), 130.75 (C-5), 143.97 (C-9) және 145.28 (C-8) м.д. мәнінде көрінді. Метил көміртек атомы C-14 20.57 м.д. мәнінде көрінді. Метокси көміртек атомы C-17 56.04 м.д. мәнінде резонанстық көрінді.

1-қосылыстың құрылымы сондай-ақ COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) және HMBC (^1H - ^{13}C) екіөлшемді ЯМР спектроскопиясының әдістерімен расталды, бұл гомо- және гетероядролық спин-спин өзара әрекеттерін анықтауға мүмкіндік береді. Молекуладағы бақыланған COSY (^1H - ^1H) және HMQC (^1H - ^{13}C) ЯМР корреляциялары 3 – суретте көрсетілген.



Сурет 3 – Қосылыстың (1) COSY (а), HMQC (б) және HMBC (с) спектрлеріндегі корреляциялық үлгі

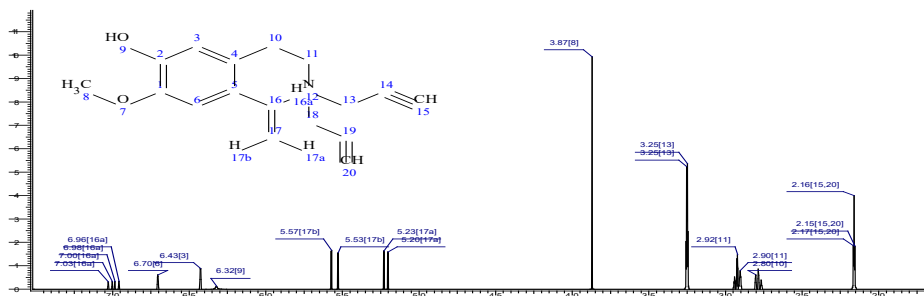
1-қосылыстың ^1H - ^1H COSY спектрлерінде қосылыстың көрші метилен-метилен және метин-метилен топтарының протондарының үш байланыс арқылы спин-спин корреляциялары бақыланады: групп $\text{H}^{13}\text{-H}^{11\text{ax}}$ (2.20, 3.46 и 3.46, 2.20), $\text{H}^{13}\text{-H}^{11\text{eq}}$ (2.20, 3.62 и 3.62, 2.20), $\text{H}^{14}\text{-H}^6$ (1.34, 3.90 и 3.90, 1.34), $\text{H}^{11\text{ax}}\text{-H}^{11\text{eq}}$ (3.45, 3.61 и 3.61, 3.45) м.д.

Протондардың көміртек атомдарымен бір байланыс арқылы гетероядролық өзара әрекеттері ^1H - ^{13}C HMQC спектроскопиясының көмегімен қосылыстағы келесі жұптар үшін анықталды: $\text{H}^{14}\text{-C}^{14}$ (1.35, 20.39), $\text{H}^{3\text{ax}}\text{-C}^3$ (2.62, 27.65), $\text{H}^{3\text{eq}}\text{-C}^3$ (2.79, 27.64), $\text{H}^{2\text{ax}}\text{-C}^2$ (2.85, 46.66), $\text{H}^{2\text{eq}}\text{-C}^2$ (2.99, 46.68), $\text{H}^{11\text{ax}}\text{-C}^{11}$ (3.45, 43.31), $\text{H}^{11\text{eq}}\text{-C}^{11}$ (3.62, 43.31), $\text{H}^{17}\text{-C}^{17}$ (3.79, 56.20), $\text{H}^6\text{-C}^6$ (3.90, 55.12), $\text{H}^7\text{-C}^7$ (6.55, 114.33), $\text{H}^{10}\text{-C}^{10}$ (6.55, 109.40) м.д.

Протондардың көміртек атомдарымен екі және одан көп байланыс арқылы гетероядролық өзара әрекеттері ^1H - ^{13}C HMBC спектроскопиясының көмегімен қосылыстағы келесі жұптар үшін анықталды: $\text{H}^{14}\text{-C}^6$ (1.34, 55.13), $\text{H}^{14}\text{-C}^5$ (1.34, 130.70); $\text{H}^{11\text{ax}}\text{-C}^2$ (3.46, 46.46), $\text{H}^{11\text{ax}}\text{-C}^6$ (3.46, 55.13), $\text{H}^{11\text{ax}}\text{-C}^{13}$ (3.46, 73.06), $\text{H}^{11\text{ax}}\text{-C}^{12}$ (3.46, 79.11); $\text{H}^{11\text{eq}}\text{-C}^2$ (3.61, 46.46), $\text{H}^{11\text{eq}}\text{-C}^6$ (3.61, 55.13), $\text{H}^{11\text{eq}}\text{-C}^{13}$ (3.61, 73.06), $\text{H}^{11\text{eq}}\text{-C}^{12}$ (3.61, 79.11); $\text{H}^{10}\text{-C}^9$ (6.55, 144.23), $\text{H}^{10}\text{-C}^5$ (6.55, 131.51), $\text{H}^{10}\text{-C}^4$ (6.55, 126.87), $\text{H}^{10}\text{-C}^6$ (6.55, 55.33), $\text{H}^{10}\text{-C}^3$ (6.55, 27.32) м.д. 2-қосылыстың ^1H және ^{13}C ЯМР спектрлері (4,5-суреттер) JNM-ECA Jeol 400 спектрометрінде (сәйкесінше 399.78 және 100.53 МГц жиіліктерде) CDCl_3 еріткіші қолданыла отырып түсірілді.

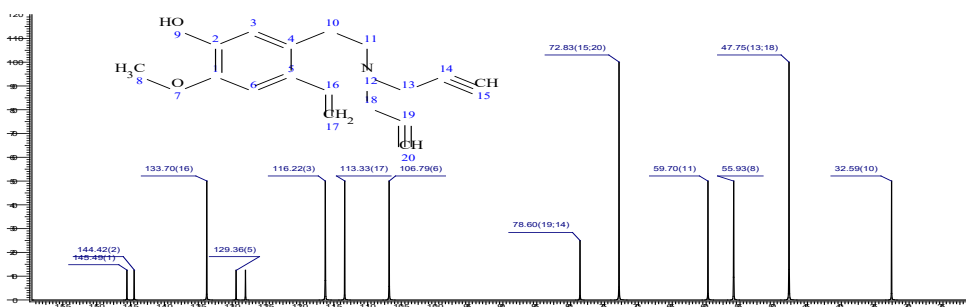
Химиялық ығысулар дейтерленген еріткіштің қалдық протондарының немесе көміртек атомдарының сигналдарына қатысты өлшенді.

2-қосылыстың ^1H ЯМР спектрі дипропинил фрагментінің ацетилендік протондары Н-15,20 екі протонды синглет сигнал ретінде 2,25 м.д. шегінде көрсетілді. Дипропинил фрагментінің метилендік протондары Н-13,13 және Н-18,18 төрт протонды синглет ретінде 3,51 м.д. шегінде тіркелді. N-этилдік фрагменттің метилендік протондары Н-10ах,11ах,10еқ,11еқ төрт протонды мультиплет ретінде 2,71-2,80 м.д. шегінде көрінді.



Сурет 4 – Қосылыстың (2) ^1H ЯМР спектрі

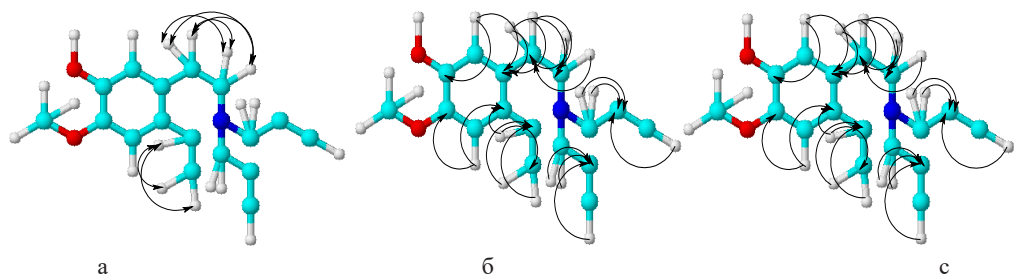
Этилендік протондар Н-17а және Н-17б екі бір протонды дублет ретінде тіркелді: Н-17а — 5,19 м.д. жерінде $^3J = 10,4$ Гц мәнімен және Н-17б — 5,52 м.д. жерінде $^2J = 17,2$ Гц мәнімен сәйкесінше ароматикалық протон Н-3 бір протонды синглет ретінде 6,74 м.д. шегінде көрсетілді. Басқа ароматикалық протон Н-6 этилендік протон Н-16 бірге екі протонды мультиплет ретінде 6,91-6,99 м.д. шегінде тіркелді. Метоксипротондары Н-8,8,8 үш протонды синглет ретінде 3,89 м.д. шегінде көрінді. Гидроксилдік протондар Н-9 кеңейтілген бір протонды синглет ретінде 5,72 м.д. шегінде тіркелді.



Сурет 5 – Қосылыстың (2) ^{13}C ЯМР спектрі

2-қосылыстың ^{13}C ЯМР спектрінде дипропил фрагментінің көміртек атомдарының сигналдары 42,27 (C-13,18), 73,39 (C-15,20) және 78,66 (C-14,19) м.д. шегінде көрсетілді. Этилдік көміртек атомдары 30,94 және 54,37 м.д. шегінде тіркелді. Этилендік көміртек атомдары 113,41 (C-17) және 134,14 (C-16) м.д.

шегінде көрсетілді. Метоксикөміртек атомы C-8 56,05 м.д. шегінде резонанс жасады. Ароматикалық көміртек атомдары 107,93 (C-6), 116,03 (C-3), 128,58 (C-4), 130,59 (C-5) және 145,53 (C-1,2) м.д. шегінде тіркелді. 2-қосылыстың құрылымы COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) және HMQC (^1H - ^{13}C) сияқты екіөлшемді ЯМР спектроскопия әдістерімен де расталды, олар гомо- және гетероядролық спин-спин өзара әрекеттесулерді анықтауға мүмкіндік береді. Молекулада байқалған COSY (^1H - ^1H) және HMQC (^1H - ^{13}C) ЯМР корреляциялары 6 – суретте көрсетілген.



Сурет 6 – 2-қосылыстың COSY (а), HMQC (б) және HMQC (с) спектрлеріндегі корреляциялық үлгі

2-қосылыстың ^1H - ^1H COSY спектрінде көршілес метилен-метилен және метин-метилен мен метин-метин топтарының $\text{H}^{10\text{ax},11\text{ax}}-\text{H}^{10\text{eq},11\text{eq}}$ үш протон байланысы арқылы спин-спин корреляциялары байқалады $\text{H}^{10\text{ax},11\text{ax}}-\text{H}^{10\text{eq},11\text{eq}}$ (2.68, 2.78 и 2.78, 2.68), $\text{H}^{15,20}-\text{H}^{13,18}$ (2.25, 3.51 и 3.51, 2.25), $\text{H}^{17\text{a}}-\text{H}^{16}$ (5.18, 6.94 и 6.94, 5.18), $\text{H}^{17\text{b}}-\text{H}^{16}$ (5.52, 6.91 и 6.94, 5.52) м.д.

2-қосылыстағы келесі жұптар үшін ^1H - ^{13}C HMQC спектроскопиясы арқылы протон мен көміртек атомдары арасындағы бір байланыс арқылы гетероядролық өзара әрекеттесулер анықталды: $\text{H}^{10\text{ax}}-\text{C}^{10}$ (2.69, 31.02), $\text{H}^{10\text{eq}}-\text{C}^{10}$ (2.78, 31.04), $\text{H}^{11\text{ax}}-\text{C}^{11}$ (2.69, 54.36), $\text{H}^{11\text{eq}}-\text{C}^{11}$ (2.78, 54.43), $\text{H}^{13,18}-\text{C}^{13,18}$ (3.50, 42.29), H^8-C^8 (3.88, 56.06), $\text{H}^{17\text{a}}-\text{C}^{17}$ (5.18, 113.52), $\text{H}^{17\text{b}}-\text{C}^{17}$ (5.53, 113.52), $\text{H}^{16}-\text{C}^{16}$ (6.94, 134.02), H^3-C^3 (6.74, 115.92), H^6-C^6 (6.99, 107.97) м.д.

2-қосылыстағы келесі жұптар үшін протон мен көміртек атомы арасындағы екі немесе одан да көп байланыс арқылы гетероядролық өзара әрекеттесулер ^1H - ^{13}C HMQC спектроскопиясы арқылы анықталды: $\text{H}^{10\text{eq}}-\text{C}^{11}$ (2.77, 54.19); $\text{H}^{13,18}-\text{C}^{11}$ (3.50, 54.76), $\text{H}^{13,18}-\text{C}^{15,20}$ (3.50, 73.66), $\text{H}^{13,18}-\text{C}^{19,14}$ (3.50, 78.76); H^8-C^1 (3.88, 145.49); $\text{H}^{17\text{a}}-\text{C}^4$ (5.18, 128.48); $\text{H}^{17\text{b}}-\text{C}^4$ (5.62, 128.68); H^3-C^1 (6.74, 145.49), H^3-C^{10} (6.74, 31.13), H^3-C^4 (6.74, 128.67); H^6-C^4 (6.99, 145.69) м.д.

Ұсынылған үлгілердің антирадикалды әсерін *in vitro* жағдайында 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ) еркін радикалын ингибирлеу қабілеті бойынша бағаланды. Зерттеу Brand-Williams және т.б. (1995) ұсынған кейбір өзгертулер енгізілген әдістеме негізінде жүргізілді. Зерттелетін үлгілердің антирадикалды белсенділігін тұрақты еркін радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ)-мен жүргізілген тесті арқылы бағаланды. Жұмыс ерітіндісі ретінде 100 мкМ (0,1 мМ) концентрациядағы этанолдағы ДФПГ ерітіндісін қолданды. Алғашқы скрининг үшін 1980 мкл 100 мкМ этанолдық ДФПГ ерітіндісін 20 мкл зерттелетін заттың этанолдағы 10 мг/мл концентрациядағы ерітіндісімен араластырды.

Талқылау. Осылайша, реакциялық қоспадағы зерттелетін заттың соңғы концентрациясы 100 мкг/мл болды. Зерттелетін қосылыстың ерітіндісін ДФПГ-радикал ерітіндісіне қосқаннан кейін 10 минуттан соң реакциялық қоспаның оптикалық тығыздығын 515 нм толқын ұзындығында спектрофотометриялық әдіспен өлшеді.

Оптикалық тығыздықты 50 %-дан артық төмендеткен заттар үшін толық доза-тәуелділік қисығын алу мақсатында қосылыстарды реакциялық қоспадағы соңғы концентрациялары 10, 25, 50, 75 және 100 мкг/мл болатын сериялық сұйықтарда зерттеді. Қосылыстың ДФПГ-радикалдың оптикалық тығыздығын 50 %-ға төмендететін концентрациясын (IC_{50}) графикалық әдіспен немесе регрессиялық талдау арқылы анықтады. Барлық өлшеулер үш қайталанымда жүргізілді. Нәтижелер орташа мән \pm стандартты ауытқу түрінде берілді. Зерттелетін қосылыстардың антирадикалдық белсенділігіне скрининг жүргізу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

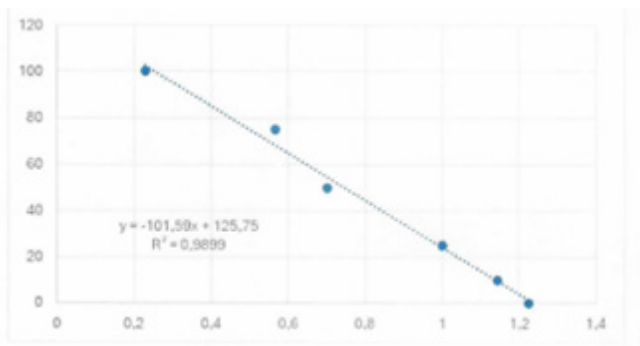
Кесте 1 – 100 мкг/мл соңғы концентрациядағы сынама затымен 10 минут инкубациядан кейінгі 100 μ М ДФПГ радикалды ерітіндісінің оптикалық тығыздық мәндері

№	Қосылыстың атауы	Оптикалық тығыздық
1	7-метокси-1-метил-2-(проп-2-ин-1-ил)-1,2,3,4-тетрагидроизохинолин-6-ол	0,229
2	5-(2-(ди проп-2-ин-1-ил) амино) этил)-2-метокси-4-винилфенол	0,599
	Бақылау (сынама үлгісі жоқ ДФПГ ерітіндісі)	1,324

1-кестеден көрініп тұрғандай, 1 және 2 қосылыстар ДФПГ – радикалын едәуір ингибирлеу қабілетін көрсетті және осы тест-жүйесінің жағдайында одан әрі зерттеуге перспективті болып табылады. Екінші серия эксперименттерде біз 1 және 2 қосылыстарының әртүрлі концентрацияларда (10-нан 100 мкг/мл-ге дейін) ДФПГ – радикалмен өзара әрекеттесу қабілетін зерттедік (2,3 – кестелер).

Кесте 2 – 1-затпен 10 минут инкубациядан кейінгі 100 μ М ДФПГ ерітіндісінің оптикалық тығыздық мәндері

№	Реакция қоспасындағы концентрация мкг/мл	Оптикалық тығыздық
1	100	0,229
2	75	0,568
3	50	0,702
4	25	1,001
5	10	1,143
	Бақылау (сынама үлгісі жоқ ДФПГ ерітіндісі)	1.225

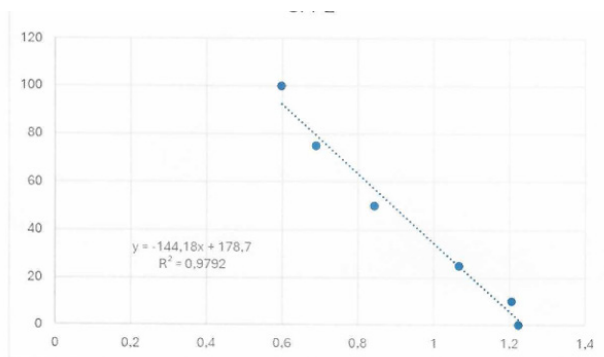


Сурет 7 – 1 – қосылыстың калибрлеу сызығы

Салынған калибрлеу қисығының (7-сурет) көмегімен оптикалық тығыздығы 100 μM ДФПГ радикалды ерітіндісі 1 – қосылыстың концентрациясы 50% төмендетуге қабілетті екені анықталды. 1 – қосылыс үшін IC_{50} ДФПГ 63,5 мкг/мл тең болды.

Кесте 3 – 2-затпен 10 минут инкубациядан кейінгі 100 μM ДФПГ ерітіндісінің оптикалық тығыздық мәндері

№	Реакция қоспасындағы концентрация мкг/мл	Оптикалық тығыздық
1	100	0,599
2	75	0,689
3	50	0,845
4	25	1,068
5	10	1,207
	Бақылау (сынама үлгісі жоқ ДФПГ ерітіндісі)	1.225



Сурет 8 – 2 – қосылыстың калибрлеу сызығы

Салынған калибрлеу қисығының (8-сурет) көмегімен оптикалық тығыздығы 100 μM ДФПГ радикалды ерітіндісі 2 – қосылыстың концентрациясы 50% төмендетуге қабілетті екені анықталды. 2 – қосылыс үшін IC_{50} ДФПГ 90,4 мкг/мл тең болды.

ДФПГ-радикалына қарсы зерттелген үлгілердің антирадикалды белсенділігі бағаланды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша, 1 және 2 үлгілері аталған тест-жүйесінде ең жоғары антирадикалды белсенділік көрсетті. 1-үлгі үшін IC_{50} (ДФПГ) мәні 63,5 мкг/мл құрады, бұл 100 μ M ДФПГ-радикалы ерітіндісінің оптикалық тығыздығын 50%-ке төмендету үшін қажетті концентрацияны білдіреді. 2-үлгі үшін бұл көрсеткіш 90,4 мкг/мл болды.

Алынған нәтижелерді салыстырғанда, 1-үлгі 2-үлгімен салыстырғанда айтарлықтай жоғары антирадикалды белсенділікке ие екендігі анықталды. 1-үлгінің IC_{50} мәні 2-үлгінің IC_{50} мәнінен шамамен 30%-ке төмен болып, бұл 1-үлгінің ДФПГ радикалын бейтараптандыруда тиімдірек екендігін көрсетеді. Қорытындылай келе, зерттелген үлгілер ішінде 1-қосылыс ең перспективті антирадикалды агент болып табылады және болашақ зерттеулер үшін негізгі зат ретінде ұсынылады.

Азот атомында пропаргил тобының енгізілуі қосылыстардың антирадикалды қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді. sp-гибридтелген көміртегі бар ацетилен бөлігінің болуы молекуладағы электрон тығыздығының қайта бөлінуіне ықпал етуі мүмкін, бұл өз кезегінде қосылыстардың бос радикалдармен әрекеттесу қабілетіне әсер етеді.

Сонымен қатар, пропаргил тобы конъюгация арқылы аралық радикал түрлерін тұрақтандыруға қатыса алады, бұл антиоксиданттық белсенділікті арттыруы мүмкін. Реакция орталығының қолжетімділігіне әсер ететін ықтимал стерикалық әсерлерді де ескеру қажет.

Осылайша, азот атомында сальсолинді пропаргил алмастырғышымен модификациялау жақсартылған антирадикалды қасиеттері бар қосылыстар жасаудың перспективалы бағытын білдіреді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесінде салсолиннің жаңа пропаргил туындылары алынды. Алғаш рет синтезделген қосылыстардың *in vitro* жағдайында антирадикалды белсенділігі бар екені анықталды. Дегенмен, аталған туындылардың молекулалық әсер ету механизмдерін және мүмкін уыттылығын нақтылау үшін қосымша зерттеулер қажет. Статистикалық талдау нәтижелері зерттеу шарттары арасында маңызды айырмашылықтардың барын көрсетті. Зерттеу барысында бірқатар факторлардың өлшенетін көрсеткіштерге әсер ететіні анықталды, бұл деректер одан әрі жұмыстар мен қолданбалы зерттеулер үшін құнды болуы мүмкін. Нәтижелер зерттелетін параметрлерде айтарлықтай вариабельділік бар деген гипотезаны растайды.

Алынған нәтижелер зерттеу жүргізілген сала үшін практикалық маңызға ие. Оларды шешім қабылдау, процестерді оңтайландыру немесе қызмет сапасын жақсарту үшін пайдалануға болады. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, қосымша зерттеулер үшін бірқатар ұсыныстар беруге болады. Бұл белгілі бір факторлардың әсерін тереңірек талдауды, үлгіні кеңейтуді немесе басқа талдау әдістерін қолдануды қамтуы мүмкін.

Сонымен, жүргізілген зерттеу шарттар арасындағы статистикалық маңызды айырмашылықтарды анықтады, бұл оның зерттелетін сала үшін құндылығы мен

маңыздылығын растайды. Алынған тұжырымдар негізделген шешімдер қабылдау және зерттеудің осы бағытын одан әрі дамыту үшін пайдаланылуы мүмкін. Қорытындылай келе, бұл мақала алкалоидтардың фармакологиялық қасиеттерін зерттеуге маңызды үлес қосады және осы саладағы қосымша зерттеулерге негіз бола алады.

References

- Chebaibi M., Bourhia M., Amrati F.E.Z., Slighoua M., Mssillou I., Aboul-Soud M.A., & Daoud R. (2024) Salsoline derivatives, genistein, semisynthetic derivative of kojic acid, and naringenin as inhibitors of A42R profilin-like protein of monkeypox virus: in silico studies. *Frontiers in Chemistry*, 12. — 1445606 p. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1445606>. (in Eng.)
- ElNaggar M.H., Abdelmohsen U.R., Bar F.M.A., Kamer A.A., Bringmann G., & Elekhawy E. (2024) Investigation of bioactive components responsible for the antibacterial and anti-biofilm activities of *Caroxylon volkensii* by LC-QTOF-MS/MS analysis and molecular docking. *RSC advances*, 14(16). — P. 11388-11399. <https://doi.org/10.1039/D4RA01646G>. (in Eng.)
- ElNaggar M.H., Eldehna W.M., Abourehab M.A., & Abdel Bar F.M. (2022) The old world salsola as a source of valuable secondary metabolites endowed with diverse pharmacological activities: a review. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 37(1). — P. 2036-2062. <https://doi.org/10.1080/14756366.2022.2102005>. (in Eng.)
- Grover P., Rohilla S., Bhardwaj M., Mehta L., & Malhotra A. (2023) Piperidine nucleus as a promising scaffold for alzheimer's disease: current landscape and future perspective. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 23(13). — P. 1221-1259. <https://doi.org/10.2174/15680266230406084315>. (in Eng.)
- Ibrayev M.K., Nurkenov O.A., Rakhimberlinova Z.B., Takibayeva A.T., Palamarchuk I.V., Turdybekov D.M., ... & Kulakov I.V. (2022) Synthesis, structure and molecular docking of new 4, 5-dihydrothiazole derivatives based on 3, 5-dimethylpyrazole and cytosine and salsoline alkaloids. *Molecules*, 27(21). — 7598 p. <https://doi.org/10.3390/molecules27217598>. (in Eng.)
- Klochkov S.G., Afanas'eva S.V., Ermatova A.B. et al. Modification of alantolactones by natural alkaloids. *Chem Nat Compd* 47. — P. 716–725 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10600-011-0043-x>. (in Eng.)
- Kulakov I.V. (2015) Synthesis and Intramolecular Heterocyclization of the N-Allylthiocarbamide of the Alkaloid Salsoline. *Chem Nat Compd* 51. — P. 1204–1205. <https://doi.org/10.1007/s10600-015-1534-y>. (in Eng.)
- Koval'skaya A.V., Gil'mutdinov, A. R., Lobov, A. N., Tsypysheva, I. P., & Yunusov, M. S. (2025). (+)-Salsolidine in Synthesis of 5, 6-Dihydropyrrolo [2, 1-a] Isoquinolines. *Chemistry of Natural Compounds*, 61(3). — P. 520-524. <https://doi.org/10.1007/s10600-025-04690-7>. (in Eng.)
- Mollaei S. (2021) Metabolic Profiling and Inhibitory Properties of Different Parts of *Salsola Vermiculata* Towards Acetylcholinesterase and α -glucosidase. *Research Square (Research Square)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-923017/v1>. (in Eng.)
- Murshid S.S., Atoum D., Abou-Hussein D.R., Abdallah H.M., Hareeri R.H., Almkadi H., & Edrada-Ebel R. (2022) Genus *Salsola*: Chemistry, biological activities and future prospective—A review. *Plants*, 11(6). — 714 p. <https://doi.org/10.3390/plants11060714>. (in Eng.)
- Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Nurmaganbetov Z.S., Seilkhanov T.M., Seidakhmetova R.B., Muldakhmetov Z.M., & Gazaliev A.M. (2023) Synthesis and Antimicrobial Activity of Phthalide Derivatives of Cytosine, Anabesine, and Salsoline. *Chemistry of Natural Compounds*, 59(6). — 1147-1150 p. <https://doi.org/10.1007/s10600-023-04213-2>. (in Eng.)
- Nurkenov O.A., Seilkhanov T.M., Fazylov S.D., Issayeva A.Zh., Seilkhanov O.T. (2019) Obtaining and research of the supramolecular complexes of alkaloid salsoline with cyclodextrins by NMR spectroscopy. *Academic Scientific Journal of Chemistry*, (1). — P. 64-69. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1491.9>. (in Eng.)
- Palamarchuk I.V., Ogurtsova D.N., Seilkhanov T.M., & Kulakov I.V. (2019) Synthesis of N-derivatives of cytosine, anabesine, and salsoline alkaloids with pharmacophore 3-aminopyridine-2 (1 H)-one and

5-methyl-7-phenyloxazole [5, 4-b] pyridine cycles. *Russian Journal of General Chemistry*, 89(12), 2487-2491. <https://doi.org/10.1134/S1070363219120259>. (in Eng.)

Postnikov L.S. Quinoxaline derivatives of several alkaloids. *Chem Nat Compd* 46. — P. 72–74 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10600-010-9528-2>. (in Eng.)

Selim D.A., Shawky E., Ghareeb D.A., Abdulmalek S.A., & El-Khair R.M.A. (2023) Comparative metabolomics of the different fractions of two saltwort (*Salsola L.*) species in relation to their anti-inflammatory activity. *Food Bioscience*, 51. — 102306 p. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102306>. (in Eng.)

Voon S.M., Ng K.Y., Chye S.M., Ling A.P., Voon K.G.L., Yap Y.J., & Koh R.Y. (2020) The mechanism of action of salsolinol in brain: implications in Parkinson's disease. *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets-CNS & Neurological Disorders*, 19(10). — P. 725-740. <https://doi.org/10.2174/1871527319666200902134129>. (in Eng.)

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP 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)

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 31.03.2026.

Формат 60x88^{1/8}.

22,0 п.л. Заказ 1.

«Central Asian Academic Research Center» LLP

Алматы, Қонаев к-сі, 142