

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№2
2026**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

2 (467)

APRIL – JUNE 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 Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ХФАҚ 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 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 (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), 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, (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 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/arithv>

© 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>

ТЕЛЫТАЕВ Багдат Бурханбайұлы, 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 Драметович, 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 № KZ23VPY00121156 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

Akimbekova B.B., Karilkhan A., Zhorabek A.A., Bakyt Z.E. Selective flotation of sulfide copper ores.....	11
Assembayeva E.K., Dikhanbay S. Zh., Nurmukhanbetova D. E., Toktamyssova A.B., Tulegenova G. Physical, chemical, and biochemical properties of vegetable juices fermented by the <i>Lactobacillus plantarum</i> strain.....	23
Baidul M., Zhalgasbek N., Shybyray Ye., Muzaffarova N.Sh., Jenis J. Determination of antimicrobial activity and GC-MS analysis of <i>Artemisia scopiforme</i> extract.....	41
Baikenov Ye.A., Safarov R.Z., Shomanova Zh.K. TGA-DSC quantification of calcite with XRF cross-validation in Central Kazakhstan manganese ores.....	55
Baisalova G., Bauyrzhan A., Bakdaulet A., Taltenov A., Akpayeva K. Determination of sodium and potassium ion content in the plant common mallow by a potentiometric method with an ion-selective electrode.....	75
Duzelbayeva S.D., Kassenova B.A., Akhatova Z.S., Konuspayev S.R. The composition of wool fat and its physiological effect on living organisms.....	88
Erkinqyzy A., Zholdas M., Kudaibergenova B.M., Dyusebaeva M.A. Study of the pharmacognostic characteristics of <i>Maclura pomifera</i>	104
Yegissinova A.M., Nurlybayeva A.N., Taubayeva R.S., Seitkan A.S., Matniyazova G.K. Effect of ultrasound-treated cellulose filler on the morphology and intermolecular interactions of TPS matrix.....	118
Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Imangazy A., Olzhabekova G. Study of the sorption capacity of an interpolymer system based on industrial ion exchangers KU-2-8 and AV-17-8 towards vanadium and molybdenum ions.....	131
Zamanbekova A.T., Talgatov E.T., Jumekeyeva A.I., Akhmetova S.N., Saryuisin S.N. Sorption properties of titanium dioxide toward polymer modifiers of different nature.....	143
Imangaliyeva B., Arynova K., Trenova A., Kozhabay D., Azamatkyzy A. Production of organic glue based on fish scales, study of properties.....	161
Kabdraisova A.Zh., Berganayeva A.E., Baiburkutova M.A., Sadvakas A.M., Bekesheva K.B. Molecular iodine from antiseptic iodophors: compatibility with pharmaceutical excipients and UV–Vis spectroscopic evaluation.....	176

Kanykeshova A.A., Kunarbekova M., Toktar M., Abdukhalikova Sh., Azat S. Hydrothermal and microwave synthesis of porous carbon materials from coffee grounds using KOH and H ₃ PO ₄ for activation.....	191
Kenzhaliev B., Koizhanova A., Abdyl daev N., Magomedov D., Yerdenova M. Study of the behavior of impurity elements during the chemical leaching of copper ore.....	209
Kipchakbayeva A.K., Tagabay A.K., Targyn A.B. Phytochemical analysis of extractive substances and biologically active compounds of <i>Verbascum thapsus</i> l.	223
Kuandykova A.B., Dzhiembaev B.Zh. Synthesis of dialkyl N-(2-phenylethyl)- and N-[2-(3,4-dimethoxyphenyl) ethyl] amidophosphates under todd-atherton reaction conditions.....	238
Omarova A.A., Nurzhanova S.B., Medetkyzy Z., Saidilda G.T., Abilmagzhanov A.Z. Production of high-octane gasoline by processing N-alkanes over a zeolite-containing catalyst.....	253
Orazbekova R.S., Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Ilyassova O.S., Kassymkhan K. Steam reforming of bioethanol on a catalyst synthesized by the pechini method.....	272
Seitmagzimova G., Serikbayeva Zh., Serikbaeva B. The effect of phosphorite composition on the decomposition efficiency and filtration properties of phosphogypsum.....	286
Suleimenova M., Jumadilov T., Gražulevičius J. Selective sorption of gold and iron ions from cyanide solutions using Lewatit(h ⁺)–AV-17-8(OH ⁻) and Lewatit(Na ⁺)–AV-17-8(Cl ⁻) interpolymer systems.....	304
Taganov Zh., Kozhanova K., Mombekov S., Ewa P., Jumabayeva S. Stability evaluation of multi-polymer hydrogel bases intended for topical probiotic and postbiotic delivery systems.....	319
Taussarova B.R., Shaikhova Zh.E., Abilkasova S.O. Synthesis of silver nanoparticles to impart antimicrobial properties to biodegradable packaging materials.....	331
Tleuova S.T., Zhussipbek G.S., Raiymbekov Y., Nazarbek U., Pochitalkina I.A. Compositional and microstructural features of lignite deposits.....	347
Toleubekova A., Amantaiuly K., Toktassynov S.K., Toshtay K. Trans and saturated fatty acids in edible oils and fat-based products.....	359

МАЗМҰНЫ

Акимбекова Б.Б., Карилхан А., Жорабек А.А., Бақыт З.Е. Сульфидті мыс кендерін селективті флотациялау.....	11
Асембаева Э.К., Диханбай С.Ж., Нурмуханбетова Д.Е., Токтамысова А.Б., Тулегенова Г.У. <i>Lactobacillus Plantarum</i> штаммымен ашытылған көкөніс шырындарының физика-химиялық және биохимиялық қасиеттері.....	23
Байдул М., Жалғасбек Н., Шыбырай Е., Музаффарова Н.Ш., Жеңіс Ж. <i>Artemisia Scopiforme</i> сығындысының микробқа қарсы белсенділігі мен GC-MS талдауы.....	41
Байкенов Е.А., Сафаров Р.З., Шоманова Ж.К. Орталық Қазақстан марганец кендеріндегі кальцитті ТГА-ДСК әдісімен сандық бағалау және РФА бойынша кросс-валидация.....	55
Байсалова Ғ., Бауыржан А., Бақдәулет А., А. Талтенов, Акпаева Қ. Орман құлқайыры өсімдігіндегі натрий және калий иондарының мөлшерін ионселективті электрод қатысында потенциометриялық әдіспен анықтау.....	75
Дүзелбаева С.Д., Қасенова Б.А., Ахатова З.С., Қонысбаев С.Р. Жүн майының құрамы және оның тірі организмге физиологиялық әсері.....	88
Еркинқызы А., Жолдас М., Қудайбергенова Б.М., Дюсебаева М.А. <i>Maclura Pomifera</i> өсімдігінің фармакогностикалық сипаттамаларын зерттеу.....	104
Егисинаова А.М., Нурлыбаева А.Н., Таубаева Р.С., Сейтқан А.С., Матниязова Г.К. Ультрадыбыстық өңделген целлюлоза толтырғышының ТПК матрицасының морфологиясы мен молекулааралық өзара әрекеттесуіне әсері.....	118
Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Имангазы А., Олжабекова Г. КУ-2-8 және АВ-17-8 өндірістік иониттері негізіндегі интерполимерлі жүйенің ванадий және молибден иондарын сорбциялау қабілетін зерттеу.....	131
Заманбекова А.Т., Талғатов Э.Т., Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Сарыүйсін С.Н. Табиғаты әртүрлі полимерлік модификаторларға қатысты титан диоксидінің сорбциялық қасиеттері.....	143
Имангалиева Б., Арынова К., Тренова А., Қожабай Д., Азаматқызы А. Балық қабыршағы негізінде органикалық желім алу, қасиеттерін зерттеу.....	161
Кабдраисова А.Ж., Берганаева А.Е., Байбуркутова М.А., Садвақас Ә.М., Бекешева Қ.Б. Антисептикалық йодофорлардан алынған молекулалық йод: фармацевтикалық қосалқы заттармен үйлесімділігін уф-спектроскопия әдісімен зерттеу.....	176

Қаныкешова А.А., Қунарбекова М.С., Тоқтар М., Абдухаликова Ш., Азат С. КОН және H_3PO_4 қолдана отырып, кофе ұнтағынан кеуекті көміртекті материалдарды гидротермальды және микротолқынды синтездеу.....	191
Кенжалиев Б., Қойжанова А., Абдылдаев Н., Магомедов Д., Ерденова М. Мыс шикізатын химиялық шаймалау кезіндегі қоспа элементтерінің әрекетін зерттеу.....	209
Кипчакбаева А.К., Тағабай Ә.Қ., Тарғын А.Б. <i>Verbascum Thapsus</i> L. өсімдігінің экстрактивті заттары мен биологиялық белсенді қосылыстарының фитохимиялық талдауы.....	223
Қуандықова А.Б., Джиембаев Б.Ж. Тодд-атертон реакциясы жағдайында диалкил N-(2-фенилэтил)- және N-[2-(3,4-диметоксифенил)-этил]амидофосфаттардың синтезі.....	238
Омарова А.А., Нуржанова С.Б., Медетқызы З., Сайділді Ғ.Т., Абильмағжанов А.З. Цеолитқұрамды катализаторда қ-алкандарды өндеп жоғары сапалы бензин алу.....	253
Оразбекова Р.С., Тунгатарова С.А., Байжұманова Т.С., Ильясова О.С., Қасымқан Қ. Печини әдісімен синтезделген катализаторда бумен биоэтанолды реформингтеу.....	272
Сейтмағзимова Г.М., Серікбаева Ж.С., Серикбаева Б.С., 2026. Фосфорит құрамының ыдырау тиімділігіне және фосфогипстің сүзу қасиеттеріне әсері.....	286
Сүлейменова М., Джумадилов Т., Гражулявичюс Ю. Цианидті ерітінділерден алтын мен темір иондарын Lewatit(h^+)–AV-17-8(OH^-) және Lewatit(Na^+)–AV-17-8(Cl^-) интерполимерлік жүйелерімен селективті сорбциялау.....	304
Таганов Ж., Кожанова К., Момбеков С., Ева Р., Жұмабаева С. Көпполимерлі гидрогельді негіздердің топикалық пробиотикалық және постбиотикалық жеткізу жүйелері үшін тұрақтылығын бағалау.....	319
Таусарова Б.Р., Шаихова Ж.Е., Әбілқасова С.О. Биоыдырайтын орама материалдарына антимикробтық қасиет беру үшін күміс нанобөлшектерін синтездеу.....	331
Тлеуова С., Жүсіпбек Г., Райымбеков Е., Назарбек У., Почиталкина И. Қоңыр көмір кен орындарының құрамдық және микроқұрылымдық ерекшеліктері.....	347
Төлеубекова А.Ғ., Амантайұлы Қ., Токтасынов С.К., Тоштай Қ. Сұйық майлар мен май негізіндегі өнімдердегі транс және қаныққан май қышқылдары.....	359

СОДЕРЖАНИЕ

Акимбекова Б.Б., Карилхан А., Жорабек А.А., Бакыт З.Е. Селективная флотация сульфидных медных руд.....	11
Асембаева Э.К., Диханбай С.Ж., Нурмуханбетова Д.Е., Токтамысова А.Б., Тулегенова Г.У. Физико-химические и биохимические свойства овощных соков, ферментированных штаммом <i>Lactobacillus plantarum</i>	23
Байдул М., Жалгасбек Н., Шыбырай Е., Музаффарова Н.Ш., Женис Ж. Определение антимикробной активности и ГХ-МС-анализ экстракта <i>Artemisia scopiforme</i>	41
Байкенов Е.А., Сафаров Р.З., Шоманова Ж.К. Количественная оценка калыцита методом ТГА-ДСК с кросс-валидацией по РФА в марганцевых рудах Центрального Казахстана.....	55
Байсалова Г., Бауыржан А., Бакдаулет А., Талтенов А., Акпаева К. Определение содержания ионов натрия и калия в растении лесная мальва потенциометрическим методом с ионселективным электродом.....	75
Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р. Состав шерстного жира и его физиологическое действие на живой организм.....	88
Еркинқызы А., Жолдас М., Кудайбергенова Б.М., Дюсебаева М.А. Изучение фармакогностических характеристик <i>Maclura pomifera</i>	104
Егиснинова А.М., Нурлыбаева А.Н., Таубаева Р.С., Сейткан А.С., Матниязова Г.К. Влияние обработанного ультразвуком целлюлозного наполнителя на морфологию и межмолекулярные взаимодействия в матрице ТПК.....	118
Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Имангазы А., Олжабекова Г. Исследование сорбционной способности интерполимерной системы на основе промышленных ионитов КУ-2-8 и АВ-17-8 по отношению к ионам ванадия и молибдена.....	131
Заманбекова А.Т., Талгатов Э.Т., Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Сарыүйсін С.Н. Сорбционные свойства диоксида титана по отношению к полимерным модификаторам различной природы.....	143
Имангалиева Б., Арынова К., Тренова А., Қожабай Д., Азаматқызы А. Получение органического клея на основе рыбной чешуи и изучение его свойств.....	161
Кабдраисова А.Ж., Берганаева А.Е., Байбуркутова М.А., Садвакас А.М., Бекешева К.Б. Молекулярный йод из антисептических иодофоров: исследование совместимости с фармацевтическими вспомогательными веществами методом УФ-спектроскопии.....	176

Каныкешова А.А., Кунарбекова М.С., Тоқтар М., Абдухаликова Ш., Азат С. Гидротермальный и микроволновый синтез пористых углеродных материалов из кофейного жмыха с применением КОН- и H_3PO_4 -активации.....	191
Кенжалиев Б., Койжанова А., Абдылдаев Н., Магомедов Д., Ерденова М. Исследование поведения примесных элементов при химическом выщелачивании медного сырья.....	209
Кипчакбаева А.К., Тагабай А.К., Таргын А.Б. Фитохимический анализ экстрактивных веществ и биологически активных соединений растения <i>Verbascum thapsus</i> L.....	223
Куандыкова А.Б., Джиембаев Б.Ж. Синтез диалкил N-(2-фенилэтил)- и N-[2-(3,4-диметоксифенил) этил] амидофосфатов в условиях реакции Тодда–Аттертона.....	238
Омарова А.А., Нуржанова С.Б., Медеткызы З., Сайділдә Ғ.Т., Абиьмагжанов А.З. Получение высокооктанового бензина путём переработки n-алканов на цеолитсодержащем катализаторе.....	253
Оразбекова Р.С., Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Ильясова О.С., Касымқан К. Паровой риформинг биоэтанола на катализаторе, синтезированном методом Печини.....	272
Сейтмагзимова Г.М., Серикбаева Ж.С., Серикбаева Б.С. Влияние состава фосфорита на эффективность разложения и фильтрующие свойства фосфогипса.....	286
Сулейменова М., Джумадилов Т., Гражулявичюс Ю. Селективное извлечение ионов золота и железа из цианидных растворов интерполимерными системами Lewatit(H^+)–AV-17-8(OH^-) и Lewatit(Na^+)–AV-17-8(Cl^-).....	304
Таганов Ж., Кожанова К., Момбеков С., Poleszak E., Жумабаева С. Оценка стабильности многополимерных гидрогелевых основ, предназначенных для топических пробиотических и постбиотических систем доставки.....	319
Таусарова Б.Р., Шаихова Ж.Е., Абилкасова С.О. Синтез наночастиц серебра для придания антимикробных свойств биоразлагаемым упаковочным материалам.....	331
Тлеуова С., Жусипбек Г., Райымбеков Е., Назарбек У., Почиталкина И. Составные и микроструктурные особенности залежей бурого угля.....	347
Толеубекова А.Г., Амантайулы К., Токтасынов С.К., Тоштай К. Транс- и насыщенные жирные кислоты в пищевых маслах и жировых продуктах.....	359

© **Taganov Zh.^{1*}, Kozhanova K.¹, Mombekov S.¹, Ewa P.², Jumabayeva S.³, 2026.**

¹Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan;

²Medical University of Lublin, Lublin, Poland;

³Scientific Center for Anti-Infectious Drugs, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: taganovjasur@mail.ru

STABILITY EVALUATION OF MULTI-POLYMER HYDROGEL BASES INTENDED FOR TOPICAL PROBIOTIC AND POSTBIOTIC DELIVERY SYSTEMS

Taganov Zhassur — PhD doctoral student, 1st year, Specialty 8D07201 - Technology of Pharmaceutical Production, Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: taganovjasur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2765-785X>;

Kozhanova Kaldanai — Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Engineering Disciplines and Relevant Practices», Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: kaldanay_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1512-6442>;

Mombekov Serzhan — PhD, Associate Professor of the Department of «Engineering Disciplines and Relevant Practices», Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: mse_09.09.91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8805-9880>;

Ewa Poleszak — Head of the Department of Applied Pharmacy, Medical University of Lublin,

E-mail: ewa.poleszak1305@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4359-3953>;

Jumabayeva Saltanat — Leading Researcher, Scientific Center for Anti-Infectious Drugs, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: salta_albann@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5290-5835>.

Abstract. The aim of this study was to evaluate the short-term physicochemical, rheological, and microbiological stability of model hydrogel bases composed of different combinations of hydrophilic polymers during storage under refrigerated conditions (2-8 °C). The objects of the study were eight hydrogel systems developed using hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), sodium alginate, Carbopol 980, sodium carboxymethylcellulose, and polyvinylpyrrolidone. Glycerol and EDTA were additionally incorporated into the formulations, while purified water was used as the solvent. The obtained hydrogels were stored in sealed containers for 2 months at 2-8 °C. During storage, organoleptic characteristics, pH values, rheological properties, and microbiological purity were evaluated. Rheological studies were performed using a Brookfield rotational viscometer at different spindle rotation speeds. The obtained

results demonstrated that all investigated hydrogel systems retained homogeneity, stable consistency, and satisfactory physicochemical characteristics throughout the entire storage period. After 2 months of storage, no signs of phase separation, discoloration, or microbial contamination were observed. The pH values remained stable and within the physiologically acceptable range for topical application. The investigated hydrogels exhibited pseudoplastic flow behavior and thixotropic properties characterized by partial structural recovery after removal of mechanical stress. Combined polymer systems demonstrated greater structural stability compared to single-polymer hydrogels, indicating synergistic interactions between hydrophilic polymers within the matrix. Microbiological studies confirmed that all formulations complied with pharmacopoeial requirements for microbiological purity of non-sterile topical dosage forms. Overall, the obtained results confirm the potential applicability of the developed hydrogel matrices as carriers for the future incorporation of probiotic *Lactobacillus spp.* strains and postbiotic components in topical pharmaceutical systems.

Keywords: hydrogel stability; rheology; thixotropy; microbiological purity; *Lactobacillus spp.*; postbiotics; topical delivery systems

For citations: Taganov Zh., Kozhanova K., Mombekov S., Ewa P. Stability evaluation of multi-polymer hydrogel bases intended for topical probiotic and postbiotic delivery systems. Academic Scientific Journal of Chemistry, 2026. — No.2. — P. 319-330. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.380>

© Таганов Ж.^{1*}, Кожанова К.¹, Момбеков С.¹, Ева Р.², Жұмабаева С.³, 2026.

¹С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті,
Алматы, Қазақстан;

²Люблин медицина университеті, Люблин, Польша;

³Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы, Алматы, Қазақстан.
E-mail: taganovjasur@mail.ru

КОМПОЛИМЕРЛІ ГИДРОГЕЛЬДІ НЕГІЗДЕРДІҢ ТОПИКАЛЫҚ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ПОСТБИОТИКАЛЫҚ ЖЕТКІЗУ ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Таганов Жасур — PhD докторант, 1 курс, 8D07201 - Фармацевтикалық өндіріс технологиясы мамандығы, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: taganovjasur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2765-785X>;

Кожанова Калданай — фармацевтика ғылымдарының кандидаты (PhD), қауымдастырылған профессор, «Инженерлік пәндер және тиісті практикалар» кафедрасының меңгерушісі, С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: kaldanayk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1512-6442>;

Момбеков Сержан — PhD, «Инженерлік пәндер және тиісті практикалар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: mse_09.09.91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8805-9880>;

Ewa Poleszak — қолданбалы фармация кафедрасының меңгерушісі, Люблин медицина университеті, Польша,

E-mail: ewa.poleszak1305@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4359-3953>;

Жұмабаева Салтанат — Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы, жетекші ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан,

E-mail: salta_albann@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5290-5835>

Аннотация. Осы зерттеудің мақсаты әртүрлі гидрофильді полимерлер комбинацияларынан тұратын модельді гидрогельді негіздердің тоңазытқыш жағдайында (2-8 °C) сақтау кезіндегі қысқа мерзімді физика-химиялық, реологиялық және микробиологиялық тұрақтылығын бағалау болды. Зерттеу объектілері ретінде гидроксипропилметилцеллюлоза (HPMC), натрий альгинаты, Carbopol 980, натрий карбоксиметилцеллюлозасы және поливинилпирролидон негізінде әзірленген сегіз гидрогель жүйесі қолданылды. Құрамына қосымша глицерин мен ЭДТА енгізіліп, еріткіш ретінде тазартылған су пайдаланылды. Алынған гидрогельдер герметикалық жабылған контейнерлерде 2-8 °C температурада 2 ай бойы сақталды. Сақтау барысында органолептикалық сипаттамалар, pH мәндері, реологиялық қасиеттер және микробиологиялық тазалығы бағаланды. Реологиялық зерттеулер Brookfield айналмалы вискозиметрі көмегімен шпиндельдің әртүрлі айналу жылдамдықтарында жүргізілді. Алынған нәтижелер барлық зерттелген гидрогель жүйелерінің сақтау кезеңі бойы біртектілігін, тұрақты консистенциясын және қанағаттанарлық физика-химиялық сипаттамаларын сақтағанын көрсетті. 2 айлық сақтау кезеңінен кейін фазалық қабаттану, түстің өзгеруі немесе микробтық контаминация белгілері байқалмады. pH мәндері тұрақты болып, жергілікті қолдануға физиологиялық тұрғыдан қолайлы диапазонда сақталды. Зерттелген гидрогельдер механикалық әсерден кейін құрылымның ішінара қалпына келуімен сипатталатын псевдопластикалық ағу және тиксотропиялық қасиеттер көрсетті. Комбинацияланған полимерлік жүйелер бір полимерлі гидрогельдермен салыстырғанда жоғары құрылымдық тұрақтылық көрсетті, бұл гидрофильді полимерлер арасындағы синергиялық әрекеттесуді дәлелдейді. Микробиологиялық зерттеулер барлық әзірленген композициялардың жергілікті қолдануға арналған стерильді емес дәрілік түрлердің микробиологиялық тазалығы бойынша фармакопоялық талаптарға сәйкес келетінін растады. Жалпы алғанда, алынған нәтижелер әзірленген гидрогель матрицаларының *Lactobacillus spp.* пробиотикалық штаммдары мен постбиотикалық компоненттерді кейіннен енгізуге арналған топикалық фармацевтикалық жүйелер үшін перспективті тасымалдаушы екендігін көрсетті.

Түйін сөздер: гидрогель тұрақтылығы; реология; тиксотропия; микробиологиялық тазалық; *Lactobacillus spp.*; постбиотиктер; топикалық жеткізу жүйелері

© Таганов Ж.^{1*}, Кожанова К.¹, Момбеков С.¹, Ева Р.², Жұмабаева С.³, 2026.

¹Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова,
Алматы, Казахстан;

²Медицинский университет Люблина, Люблин, Польша;

³Научный центр противомикробных препаратов, Алматы, Казахстан.

E-mail: taganovjasur@mail.ru.

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ МНОГОПОЛИМЕРНЫХ ГИДРОГЕЛЕВЫХ ОСНОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ТОПИЧЕСКИХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ И ПОСТБИОТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ

Таганов Жасур — докторант PhD, 1 курс, Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан,

E-mail: taganovjasur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2765-785X>;

Кожанова Калданай — кандидат фармацевтических наук (PhD), ассоциированный профессор, заведующая кафедрой «Инженерных дисциплин и надлежащих практик», Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан,

E-mail: kaldanay_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1512-6442>;

Момбеков Сержан — PhD, ассоциированный профессор кафедры «Инженерных дисциплин и надлежащих практик», Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан,

E-mail: mse_09.09.91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8805-9880>;

Ewa Poleszak — доктор фармацевтических наук, профессор, заведующая кафедрой прикладной фармации, Медицинский университет Люблина, Люблин, Польша,

E-mail: ewa.poleszak1305@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4359-3953>;

Джумабаева Салтанат — ведущий научный сотрудник, АО «Научный центр противомикробных препаратов», Алматы, Казахстан,

E-mail: salta_albann@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5290-5835>.

Аннотация. Целью настоящего исследования являлась оценка краткосрочной физико-химической, реологической и микробиологической стабильности модельных гидрогелевых основ, состоящих из различных комбинаций гидрофильных полимеров, при хранении в условиях холодильного режима (2–8 °C). Объектами исследования служили восемь гидрогелевых систем, разработанных на основе гидроксипропилметилцеллюлозы (HPMC), альгината натрия, Carborol® 980, натрий-карбоксиметилцеллюлозы и поливинилпирролидона. В состав композиций дополнительно вводили глицерин и ЭДТА, а в качестве растворителя использовали очищенную воду. Полученные гидрогели хранили в герметично закрытых контейнерах при температуре 2–8 °C в течение двух месяцев. В процессе хранения оценивали органолептические характеристики, значения pH, реологические свойства и микробиологическую чистоту. Реологические исследования проводили с использованием ротационного вискозиметра Brookfield при различных скоростях вращения шпинделя. Результаты показали, что все исследуемые гидрогелевые системы сохраняли однородность, стабильную консистенцию и удовлетворительные физико-химические характеристики на протяжении всего периода хранения. После двух месяцев хранения не наблюдалось признаков фа-

зового расслоения, изменения цвета и микробной контаминации. Значения pH оставались стабильными и находились в физиологически приемлемом диапазоне для местного применения. Исследуемые гидрогели проявляли псевдопластический характер течения и тиксотропные свойства, характеризующиеся частичным восстановлением структуры после снятия механического воздействия. Комбинированные полимерные системы демонстрировали более высокую структурную стабильность по сравнению с однополимерными гидрогелями, что свидетельствует о синергетическом взаимодействии гидрофильных полимеров внутри матрицы. Микробиологические исследования подтвердили соответствие всех разработанных композиций фармакопейным требованиям по микробиологической чистоте нестерильных лекарственных форм для местного применения. Полученные результаты подтверждают перспективность разработанных гидрогелевых матриц в качестве носителей для последующего введения пробиотических штаммов *Lactobacillus* spp. и постбиотических компонентов в состав топических фармацевтических систем.

Ключевые слова: гидрогели, стабильность, реология, тиксотропия, микробиологическая чистота, *Lactobacillus* spp., постбиотики, топические системы доставки

Introduction. Following the development and initial characterization of hydrogel systems for topical applications, the next critical step in formulation development is the evaluation of their physicochemical and microbiological stability under storage conditions. Stability assessment is a key requirement in pharmaceutical technology, as it directly determines the suitability of dosage forms for further biological incorporation and potential clinical application. Hydrogel systems are thermodynamically unstable semi-solid formulations, and their structural integrity may change over time due to polymer relaxation, water redistribution, hydrolysis, or environmental factors such as temperature and storage conditions. These processes may affect key quality attributes, including pH, viscosity, homogeneity, and microbiological purity, ultimately influencing the performance of the final dosage form (Ahmed, 2015; Buwalda et al., 2014; Vigata et al., 2020).

From a regulatory and pharmaceutical perspective, stability studies are essential for non-sterile topical formulations, particularly those intended for wound and mucosal application. Such systems must maintain acceptable microbiological quality and physicochemical parameters throughout their shelf-life to ensure safety and reproducibility (Tavakoli and Klar, 2020; Li and Mooney, 2016).

In multi-polymer hydrogel systems, stability behavior is further influenced by interactions between different polymeric components. Synergistic or antagonistic interactions may lead to changes in network density, viscosity, and water-binding capacity during storage. Therefore, combined polymer systems require detailed evaluation under real storage conditions to confirm structural integrity over time (Stojkov et al., 2021; La Gatta et al., 2022). In addition, pH stability plays a crucial role in maintaining compatibility with biological tissues and ensuring the stability of incorporated bioactive compounds. Even minor pH variations may indicate physicochemical changes within

the polymer matrix or interactions between formulation components (Ahmed, 2015; Li and Mooney, 2016).

Another important parameter is rheological stability, which reflects the ability of hydrogel systems to maintain their flow behavior and structural properties over time. Preservation of pseudoplastic and thixotropic behavior is essential for ensuring appropriate application characteristics and residence time on the skin surface (Jones et al., 1997; Stojkov et al., 2021). Despite extensive research on hydrogel formulation and characterization, there remains a lack of systematic studies addressing the combined evaluation of physicochemical, rheological, and microbiological stability of multi-polymer hydrogel systems intended for subsequent incorporation of probiotic and postbiotic components.

Therefore, the aim of the present study was to evaluate the short-term stability of previously developed hydrogel matrices under refrigerated storage conditions (2-8 °C), focusing on changes in pH, viscosity, and microbiological purity over a 2-month period.

Literature Review

In recent years, hydrogel-based systems have attracted considerable attention in pharmaceutical technology and biomedicine due to their ability to form three-dimensional hydrophilic networks capable of retaining large amounts of water while maintaining structural integrity (Mombekov et al., 2024). Such systems provide a moist environment, support gas exchange, absorb wound exudate, and improve patient comfort, making them promising carriers for topical drug delivery and wound-healing applications (Tavakoli and Klar, 2020; Cai et al., 2025).

Hydrogels may be prepared using natural, synthetic, or combined polymers. Natural polymers, including sodium alginate and cellulose derivatives, are characterized by high biocompatibility and biodegradability, whereas synthetic polymers provide improved mechanical strength and formulation reproducibility (Raus et al., 2021; Lee et al., 2023). Among the most commonly used hydrophilic polymers in topical pharmaceutical formulations are hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC), Carbopol, and polyvinylpyrrolidone (PVP) (Amanzholkyzy et al., 2025; Abasalizadeh et al., 2020).

HPMC-based hydrogels are widely used because of their non-toxicity, viscosity-forming properties, and ability to stabilize pharmaceutical systems (Amanzholkyzy et al., 2025). Na-CMC demonstrates good swelling capacity and bioadhesive characteristics, which are important for prolonged retention on damaged tissues (Peppas and Sahlin, 1996). Carbopol-based hydrogels possess high viscosity and favorable rheological properties even at low concentrations, although their structural stability may depend on pH and neutralization conditions (Ciolacu et al., 2020). PVP is frequently used as a stabilizing polymer due to its hydrophilicity and compatibility with other polymeric systems (Swarbrick, 2020).

Recent studies indicate that combined polymer systems often exhibit superior physicochemical and rheological characteristics compared to single-polymer hydrogels because of synergistic interactions between polymer chains (Li and Mooney, 2016). Such interactions may improve viscosity, structural stability, water retention capacity,

and thixotropic behavior, which are important technological parameters for semi-solid pharmaceutical formulations.

An important characteristic of topical hydrogel systems is their rheological behavior, where most pharmaceutical hydrogels demonstrate non-Newtonian pseudoplastic flow, in which viscosity decreases with increasing shear stress (Lee et al., 2023). This property facilitates spreading during application while maintaining structural stability at rest. In addition, many hydrogel systems exhibit thixotropic behavior associated with gradual structural recovery after mechanical deformation.

Another critical aspect in the development of hydrogel formulations is physicochemical and microbiological stability during storage. Instability of hydrogel matrices may lead to phase separation, viscosity changes, polymer degradation, and microbial contamination, negatively affecting product safety and efficacy.

Particular interest has recently been directed toward probiotic and postbiotic topical systems containing *Lactobacillus* spp. strains or bacterial lysates, which demonstrate antimicrobial, anti-inflammatory, and regenerative properties and may contribute to restoration of the normal skin microbiota (Ostróžka-Cieślik and Wilczyński, 2025).

Despite numerous studies dedicated to wound-healing hydrogels, limited attention has been paid to the short-term stability of multi-polymer hydrogel systems intended for future probiotic and postbiotic incorporation under refrigerated pharmaceutical storage conditions.

Materials and Methods.

Eight hydrogel formulations were developed using a combination of hydrophilic polymers, including hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), sodium alginate, Carbopol 980, sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC), and polyvinylpyrrolidone (PVP), selected due to their well-established gel-forming ability, biocompatibility, and suitability for topical pharmaceutical applications. Glycerol was used as a humectant and plasticizing agent to improve moisture retention and flexibility of the hydrogel matrices, while ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) was included as a chelating and stabilizing agent to reduce the potential influence of trace metal ions on formulation stability. Purified water was used as the dispersion medium for all hydrogel systems.

The hydrogels were prepared under laboratory conditions using a sequential hydration method. Each polymer was gradually dispersed in purified water under continuous stirring to ensure complete hydration and uniform swelling of polymer chains. After full hydration, the components were combined according to the designed formulations and mixed until homogeneous, uniform gel systems were obtained without visible aggregates, phase separation, or inhomogeneity.

The obtained hydrogel samples were transferred into airtight sealed containers to prevent contamination and moisture loss, and stored under refrigerated conditions at 2-8 °C, corresponding to standard pharmaceutical storage conditions for non-sterile temperature-sensitive dosage forms. The total storage period was 2 months.

Stability evaluation was performed at three time points: baseline (0 month), after 1 month, and after 2 months of storage. At each time point, organoleptic properties (appearance, color, homogeneity, and odor), pH values, rheological behavior, and

microbiological purity were assessed. Rheological measurements were carried out using a Brookfield rotational viscometer at a constant spindle speed of 20 rpm to evaluate viscosity changes and structural stability over time.

Microbiological purity was assessed in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan, Vol. 1, Section 5.1.4 (hereinafter referred to as the SP RK), for non-sterile dosage forms for topical use. The analysis included determination of the total number of aerobic microorganisms, yeasts, and molds, and an assessment of the absence of certain pathogens, including *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and members of the *Enterobacteriaceae* family, using standard microbiological methods recommended by pharmacopoeial guidelines.

Results. *pH stability of hydrogel systems.* The initial pH values of the hydrogel formulations ranged from 4.94 to 5.45 depending on polymer composition. As presented in Table 1, all formulations demonstrated high pH stability during 2 months of storage under refrigerated conditions (2-8 °C), with negligible variations over time.

Table 1 — pH values of hydrogel formulations during storage at 2-8 °C.

Polymer system		pH		
		Baseline	1 month	2 months
H1	Sodium alginate	5,01	5,02	5,01
H2	Sodium alginate + HPMC	5,34	5,33	5,34
H3	Na-CMC	5,18	5,16	5,18
H4	Na-CMC + PVP	5,45	5,46	5,46
H5	HPMC	5,12	5,12	5,11
H6	HPMC + PVP	5,28	5,29	5,28
H7	Carbopol 98	4,94	4,93	4,93
H8	Carbopol 980 + HPMC	5,08	5,08	5,07

The stability trend of pH values is additionally illustrated in Figure 1, confirming the absence of significant pH shifts during storage. Combined polymer systems (H2, H4, H6, and H8) showed slightly higher pH stability compared to single-polymer formulations, suggesting a stabilizing effect of polymer interactions within the hydrogel matrix.

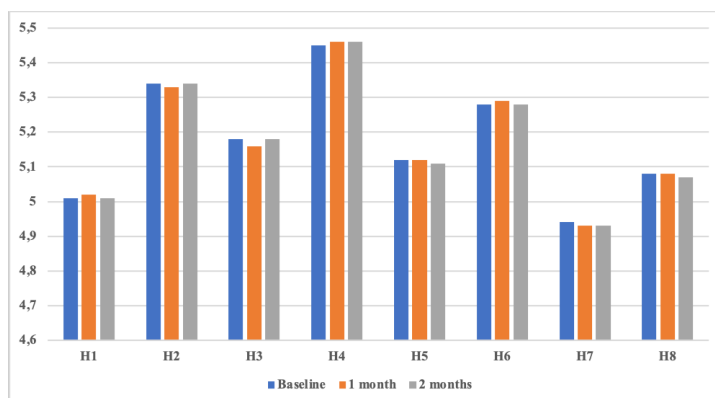


Figure 1— pH stability profile of hydrogel formulations over 2 months of storage

Rheological behavior and viscosity stability. All hydrogel systems exhibited non-Newtonian pseudoplastic behavior at all investigated time points. Viscosity measurements at 20 rpm showed minimal changes over the storage period.

As summarized in Table 2, viscosity values remained stable after 1 and 2 months of storage, with variations not exceeding 1-2% for most formulations. The temporal viscosity profile is illustrated in Figure 2, demonstrating the preservation of rheological properties throughout the study period.

Table 2 — Viscosity of hydrogel formulations measured at 20 rpm during storage at 2-8 °C.

Time (months)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
	Viscosity (mPa·s) results obtained at spindle speed of 20 rpm							
Baseline	1010	945	1350	1180	1440	1260	715	705
1 month	1005	943	1355	1176	1437	1258	712	708
2 month	1010	944	1351	1181	1439	1261	715	705

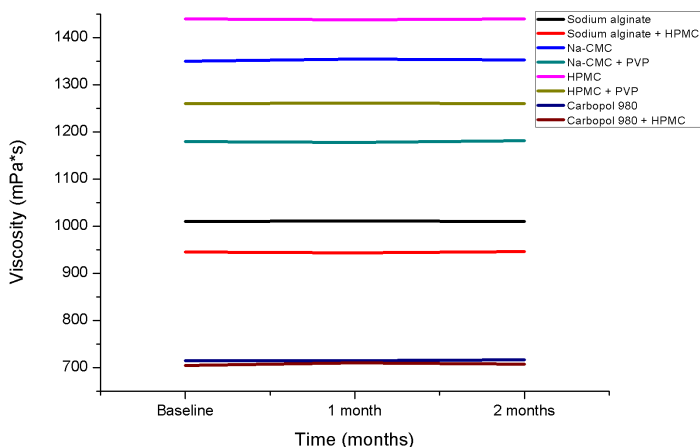


Figure 2 — Rheological behavior of multi-polymer hydrogel formulations during storage at 2–8 °C

Multi-polymer systems (H2, H4, H6) demonstrated higher viscosity and improved structural stability compared to single-polymer formulations (H3, H5, H7), indicating synergistic interactions between polymer components.

Microbiological purity. All hydrogel formulations met the pharmacopoeial requirements for non-sterile topical dosage forms throughout the entire shelf life.

The total aerobic microbial count remained below 10^2 CFU/g at baseline, after 1 month, and after 2 months, as shown in Table 3. No growth of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, or *Enterobacteriaceae* was detected in any of the formulations.

Table 3 — Microbiological Purity of Hydrogel Formulations during Refrigerated Storage (2-8°C).

Hydrogel system	Total aerobic microbial count (CFU/g)	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
H1	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H2	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H3	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H4	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H5	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H6	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H7	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected
H8	<10 ²	Not detected	Not detected	Not detected

According to Table 3, the obtained results of microbiological purity tests confirm the microbiological safety and suitability of the developed hydrogel matrices for further pharmaceutical development.

Discussion. The present study demonstrated that the developed multi-polymer hydrogel systems maintained satisfactory physicochemical, rheological, and microbiological stability during refrigerated storage (2-8 °C) over a 2-month period. Preservation of these characteristics is essential for the development of topical hydrogel-based delivery systems intended for biologically active compounds. The stability of pH values throughout storage suggests the absence of significant hydrolytic degradation or unfavorable chemical interactions between formulation components. The minimal pH fluctuations observed in all formulations indicate a relatively balanced internal physicochemical environment within the hydrogel matrices.

Rheological evaluation confirmed the preservation of pseudoplastic flow behavior and structural integrity during storage. Only minor viscosity changes were observed over time, indicating stability of the internal polymer network and absence of pronounced polymer degradation or structural rearrangement. In particular, combined polymer systems demonstrated improved stability compared to single-polymer hydrogels, which may be associated with synergistic interactions between hydrophilic polymers contributing to stronger network organization and enhanced resistance to structural destabilization. The microbiological results demonstrated compliance of all formulations with pharmacopoeial requirements for non-sterile topical dosage forms. The absence of pathogenic microorganisms and low total microbial count indicate satisfactory microbiological quality and appropriate storage conditions throughout the study period.

The obtained findings are important for the future development of hydrogel-based probiotic and postbiotic delivery systems, since maintenance of physicochemical stability and microbiological safety represents a critical prerequisite for successful incorporation of biologically active components, including *Lactobacillus* spp. strains and bacterial lysates. Overall, the investigated hydrogel systems may be considered technologically stable and suitable for further pharmaceutical and biopharmaceutical studies.

Conclusion. The present study demonstrated that the developed multi-polymer

hydrogel systems possess satisfactory short-term physicochemical, rheological, and microbiological stability during storage under refrigerated conditions (2-8 °C). All investigated formulations maintained homogeneity, acceptable appearance, stable pH values, and consistent viscosity throughout the 2-month study period without visible signs of phase separation or microbial contamination. The obtained rheological results confirmed the preservation of pseudoplastic flow behavior and structural integrity of the hydrogel matrices during storage. Combined polymer systems exhibited greater structural stability compared to single-polymer formulations, indicating beneficial synergistic interactions between hydrophilic polymers within the hydrogel network.

Microbiological studies demonstrated full compliance of all formulations with pharmacopoeial requirements for non-sterile topical dosage forms, confirming the microbiological safety of the developed systems under the selected storage conditions. Overall, the obtained findings indicate that the developed hydrogel matrices represent promising carriers for future incorporation of probiotic *Lactobacillus* spp. strains and postbiotic components intended for topical pharmaceutical applications. Further studies will focus on evaluating biological activity, probiotic viability, and antimicrobial efficacy of biologically active hydrogel systems.

References

- Markowiak P. and Śliżewska K. (2017) Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*. - Vol.9(9). — P. 1021. <https://doi.org/10.3390/nu9091021>. (in Eng.).
- Knackstedt R., Knackstedt T. and Gatherwright J. (2020) The role of topical probiotics in skin conditions: A systematic review of animal and human studies. *Dermatologic Therapy*. — Vol.33(6). <https://doi.org/10.1111/exd.14032>. (in Eng.).
- Fuller R. (1989) Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. - Vol.66(5). — P. 365–378. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x>. (in Eng.).
- Metchnikoff E. (1907) *The Prolongation of Life: Optimistic Studies*. London: Heinemann. (in Eng.).
- Anukam K.C. and Reid G. (2007) Probiotics: 100 years (1907–2007) after Elie Metchnikoff's observation. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. — Vol.1. — P. 466–474. (in Eng.).
- Shirotta M. (1935) Studies on lactic acid bacteria. *Yakult Research Reports*. — Vol.1. — P. 1–15. (in Eng.).
- Ouwehand A.C., Salminen S. and Isolauri E. (2002) Probiotics: An overview of beneficial effects. *Antonie van Leeuwenhoek*. - Vol.82(1–4). - P. 279–289. <https://doi.org/10.1023/A:1020620607611>. (in Eng.).
- Aguilar-Toalá J.E., Garcia-Varela R., Garcia H.S., Mata-Haro V., González-Córdova A.F., Vallejo-Cordoba B. and Hernández-Mendoza A. (2018) Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science and Technology*. — Vol.75. — P. 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>. (in Eng.).
- Mombekov S., Orazbekov Y., Sadykova N., Kozhamzharova A., Sharipova S., Makhatov Z. and Pushkarskaya N. (2024) Development of antifungal gel composition and technology based on pomiferin metabolite isolated from fruits of *Maclura aurantiaca* growing in Kazakhstan. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. — Vol.1(47). — P. 1–10. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2024.299230>. (in Eng.).
- Tavakoli S. and Klar A.S. (2020) Advanced hydrogels as wound dressings. *Biomolecules*. — Vol.10(8). — P. 1169. <https://doi.org/10.3390/biom10081169>. (in Eng.).
- Cai C., Li W., Zhang X., Cheng B., Chen S. and Zhang Y. (2025) Natural polymer-based hydrogel dressings for wound healing. *Advances in Wound Care*. — Vol.14(6). — P. 295–322. <https://doi.org/10.1089/wound.2024.0024>. (in Eng.).
- Polymers (2020) *Polymers for pharmaceutical applications (Special Issue)*. Edited by V.V.

Khutoryanskiy. MDPI. Available at: https://www.mdpi.com/journal/polymers/special_issues/pharmaceutical_applications. (in Eng.).

Man Y. and Liu C. (2022) Review of ointment formulations in modern pharmaceuticals. *Scientific Journal of Technology*. — Vol.4(5). — P. 72–76. <https://doi.org/10.54691/sjt.v4i5.762>. (in Eng.).

Ostróżka-Cieślak A. and Wilczyński S. (2025) Hydrogel materials for drug delivery and tissue engineering. *Polymers*. — Vol.17(21). — P. 2862. <https://doi.org/10.3390/polym17212862>. (in Eng.).

Raus R.A., Wan Nawawi W.M.F. and Nasaruddin R.R. (2021) Alginate and alginate composites for biomedical applications. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. — Vol.16(3). — P. 280–306. <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2020.10.001>. (in Eng.).

Lee H., Jung Y., Lee N., Lee I. and Lee J.H. (2023) Nature-derived polysaccharide-based composite hydrogels for promoting wound healing. *International Journal of Molecular Sciences*. — Vol.24(23). — P. 16714. <https://doi.org/10.3390/ijms242316714>. (in Eng.).

Swarbrick J. *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*. CRC Press. Informa Healthcare. (in Eng.).

Li J. and Mooney D.J. (2016) Designing hydrogels for controlled drug delivery. *Nature Reviews Materials*. — Vol.1. — P. 16071. <https://doi.org/10.1038/natrevmats.2016.71>. (in Eng.).

Amanzholkyzy A. et al. (2025) Hydrogel delivery systems for biological active substances: Properties and the role of HPMC as a carrier. *Molecules*. — Vol.30(6). — P. 1354. <https://doi.org/10.3390/molecules30061354>. (in Eng.).

Abasalizadeh F. et al. (2020) Alginate-based hydrogels as drug delivery vehicles in cancer treatment and their applications in wound dressing and 3D bioprinting. *Journal of Biological Engineering*. — Vol.14. — P. 8. <https://doi.org/10.1186/s13036-020-0227-7>. (in Eng.).

Ciolacu D. et al. (2020) Cellulose-based hydrogels as sustained drug-delivery systems. *Materials*. — Vol.13(22). — P. 5270. <https://doi.org/10.3390/ma13225270>. (in Eng.).

Peppas N.A. and Sahlin J.J. (1996) Hydrogels as mucoadhesive and bioadhesive materials: A review. *Biomaterials*. — Vol.17(16). — P. 1553–1561. [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(95\)00307-X](https://doi.org/10.1016/0142-9612(95)00307-X). (in Eng.).

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty)**

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.

Requirements for articles design for publication in the journal are available on the websites:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

*Managing Editor: A.Shormakova
Editors: D.S. Alenov, T. Apendiev
Computer layout: G.D. Zhadyranova*

Signed for print: June 30, 2026

Format: 70×90 1/16. 24.0 printed sheets. Order No. 2