

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

**ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES**

**№1
2026**

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2026 • 1



**ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND
CHEMICAL SCIENCES**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

EDITOR-IN-CHIEF

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of IAAS and NAS RK, General Director Oil refining and Petrochemistry Research Institute (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detailuri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky", (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

EDITORIAL BOARD:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, 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>

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

ABIEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

TIGINYANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

SANG SU Kwak, PhD (Biochemistry, Agricultural Chemistry), Professor, Chief Scientist, Research Center for Plant Systems Engineering, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazhi Iskenderovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

BOSHKAEV Kuantai Avgazyevich, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ZHUSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

TAKIBAEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

KHARIN Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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 № KZ93VPY00121157 issued 05.06.2025

Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

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/author/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЛАРЫ:

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/rec-ord/2428551>

ӘБИЛМАҒЖАНОВ Арлан Зайнуталлайұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы «Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ Бас директоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

РАМАЗАНОВ Тілеккабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі (Санкт-Петербург, Ресей), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

О.ЛИВЬЕРО Росси Сесаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корей Биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Есендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті (Астана, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанокүрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

БӨШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, PhD теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29017135>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

ӘБИШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

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

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігінің және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **05.06.2025 ж.** берген № **KZ93VPY00121157** Куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика, химия.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик МАН и НАН РК, Генеральный директор Научно-исследовательского института нефтепереработки и нефтехимии (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, Генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2024265>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, 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>

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13503476>

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1405661>

ОЛИБЬЕРО Россин Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/399768>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

САНГ-СУ Квак, доктор философии (PhD, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB) (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30028581>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/19854255>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/616360>

БОШКАЕВ Куантай Агазыевич, PhD, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2080231>

БУРКИТБАЕВ Мухамбетали, 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/29017135>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/30353742>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/566>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/65533963>

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1671760>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2023295>

АБИШЕВ Мелеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1556025>

ACADEMIC JOURNAL OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

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

Свидетельство № KZ93VPY00121157 о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан **05.06.2025**Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

CONTENTS

PHYSICS

Aimaganbetova Z.K., Kulshymbayev Y.A., Zhanturina N.N., Beketova G.K.
First-principles calculation of the electronic properties of the Double Halide Perovskite $\text{Cs}_2\text{Ag}_{0.2}\text{Na}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{Ti}_{0.4}\text{Cl}_6$ based on the quantum ESPRESSO software.....14

Amangeldinova S., Zhuniskhan S., Kalzhigitov N., Kurmangaliyeva V.
Study of the cluster structure of ^5He and ^5Li mirror nuclei in two-cluster approximation.....35

Chokin K., Otunchi Ye., Kozhahmetova A., Kasenova A., Shongalova A.
Development and testing of a laboratory pyrometallurgical installation for recycling lithium-ion batteries.....46

Issayeva A., Beisebayeva A., Madybekova G., Shynazbekova Sh., Issa A.
Comparative analysis of physico-chemical characteristics of drinking, spring and natural water in the South Kazakhstan.....65

Kim V.Yu., Aimuratov Y.K.
Search for transient cosmic events by scanning the sky with wide-field telescopes.....78

Koshtybayev T.B., Tatenov A.M., Aliyeva M.E., Tugelbaeva G.T., Zhanaliyeva G.Zh.
Study of the electromagnetic field based on thermodynamics principles.....89

Mukamedenkyzy V., Akberdiyev B.
Numerical investigation of the effect of inclination angle on the stability of mechanical equilibrium in Ar–N₂ binary gas mixtures.....105

Myasnikova L.N., Uzakbaeva S.S., Shanina Z.K., Bekeshev A.Z.
Kinetic properties of high-density polyethylene filled with chromium spinel powder.....119

Nurbayev B.M., Dmitriyeva E.A., Kemelbekova A.E.
The role of low-dimensional layered structures in enhancing the stability of tin-based perovskite materials.....136

Sattinova Z., Ermakhanova F., Assilbekov B., Taimuratova L.
Influence of various cooling conditions and heat transfer coefficients on solidification during the formation of beryllium ceramic products.....149

Shestakova L.I., Serebryanskiy A.V., Spassyuk R.R., Omarov Ch.T.
Search for gas of comet-meteor origin in the inner Solar System: caii ion emission.....165

Ualikhanova U., Tursynkazy F., Syzdykova A.M., Altayeva G.S., Altaibayeva A.B.
Studying the amplitude of $f(T)$ gravitational waves using Bessel functions.....179

Zhexenbayeva G.A., Nasirova D.M., Aimanova G.K., Shomshekova S.A. Photometric study of the symbiotic object V725 Tau.....	194
Zhusupova N.K., Zhadyranova A.A. Bounce cosmology in $f(T, \mathcal{T})$ gravity based on energy condition analysis.....	205
Ziyatbekova G., Abdimanapova P., Sagyntay O., Nurym A., Ilinov R. Using artificial intelligence to predict diseases based on medical data.....	225

CHEMISTRY

Almassov N.Zh., Zhumagaliyeva A.N., Duisenbekov S.E., Zhakiyev N.K. Design and optimization of hybrid renewable energy systems for hydrogen production in Kazakhstan.....	236
Amangeldi B., Zhanikulov N., Taimasov B., Aitureev M.M., Dauletiyarov M. Calculation of the Raw material composition for obtaining white Portland cement clinker.....	251
Baeshov A., Tashenov E.A., Atykhanova S.B., Koshkarbayeva Sh.T. Preparation of cadmium sulfide by electrochemical method using a composite sulfur-graphite electrode.....	267
Baisalova G.Zh., Azhikhanova Zh., Taltenov A.A., Kuzhatova P. Determination of the total phenolic content in perennial herbaceous plants of the flora of Kazakhstan.....	277
Darmenbayeva A.S., Rajasekharan R., Zhussipnazarova G.M., Mukazhanova Zh.B., Begenova B.E. Composites based on chitosan and cellulose: synthesis, properties, and application prospects.....	287
Erkasov R.Sh., Zhamkenova A.S., Sergazina S.M., Nurmukhanbetova N.N., Kassenova N.B. Halide-dependent modulation of hydrogen bonding in Mn(II) complexes with protonated acetamide: a QAIM, NCI, and energy decomposition study.....	304
Kalimoldina L.M., Shaikhova Zh.E., Kaliyeva B.K., Bubish Sh., Askarova Sh.K. The effect of silver nanoparticles on the germination of bean, lemon, tangerine and avocado seeds.....	320
Kurtebayeva A.A., Alvarez-Torrellas S., Gomes H.T., Orynbayev S.A., Kalmakhanova M.S. Activated-carbon-enhanced polymeric membranes for efficient elimination of emerging contaminants.....	334

Massenova A.T., Zhumakanova A.S., Torlopov I.I., Rakhmetova K.S., Abilmagzhanov A.Z. Optimization of the hierarchical zeolite ZSM-5 synthesis process by steam-assisted alkaline modification.....	350
Mutushev A.Zh., Nuraly A.M., Sanat A.S., Shaukharova M.A., Yessimsiitova Z.B. The effect of light-converting films on the accumulation of bioactive compounds and the quality of fruits.....	366
Nefedov A.N., Taikenova A.T. Current state of organic corrosion inhibitor application in oil refining.....	379
Omarov B.T., Altybayev Zh.M., Serikbayeva B.S. Production of biohumus by vermicomposting of organic wastes and study of its agroecological effectiveness.....	399
Rakhman D.M., Kappasuly A., Makhayeva D.N., Kazybayeva D.S., Irmukhametova G.S. Development and investigation of mucoadhesive hydrogels based on gellan–cysteine complexes.....	414
Sabyrzhanova A.E., Bolatkyzy N., Berganaeva G.E., Dyusebaeva M.A. Study of amino acids and fatty acids in the aerial part of <i>Plantago major</i>	428
Satayeva S., Akhmetova F., Urazova A., Aituganova S., Yerniyazova K. The influence of PEPA concentration on the physical, mechanical, and operational properties of ED-20 epoxy adhesives.....	439
Zamanbek A.Zh., Koshkarbayeva Sh.T., Satayev M.S. Methods of Obtaining Silver Nanoparticles and Antibacterial Properties.....	450
Zhortarova A.A., Salkeyeva L.K., Minayeva Ye.V., Ibrayev M.K., Fazylov S.D. New possibilities for the synthesis and phosphorylation of phosphonoacetic acid ester.....	462

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Аймағанбетова З.К., Құлшымбаев Е.А., Жантурина Н.Н., Бекетова Г.К. Quantum Espresso бағдарламасы негізінде Cs ₂ Ag _{0.2} Na _{0.4} In _{0.6} Ti _{0.4} Cl ₆ кос галогенді перовскиттің электрондық қасиеттерін бірінші принциптік есептеу.....	14
Амангелдинова С., Жүнісхан С., Калжигитов Н., Курманғалиева В. Екі кластерлік жуықтауда 5He және 5Li айналық ядроларының кластерлік құрылымын зерттеу.....	35
Чокин К., Отунчи Е., Кожаметова А., Касенова А., Шонғалова А. Литий-ионды аккумуляторларды қайта өңдеуге арналған зертханалық пирометаллургиялық қондырғыны әзірлеу және сынау.....	46
Исаева А.Б., Бейсебаева А.С., Мадыбекова Г.М., Шиназбекова Ш.С., Иса А.Б. Сравнительный анализ физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды юга Казахстана.....	65
Ким В.Ю., Аймуратов Е.К. Кең бұрышты телескоптармен аспанды сканерлеу арқылы өтпелі ғарыштық оқиғаларды іздеу.....	78
Коштыбаев Т.Б., Татенов А.М., Алиева М.Е., Тугелбаева Г.Т., Жаналиева Г.Ж. Электромагниттік өрісті термодинамикалық бастамалар тұрғысында зерттеу.....	89
Мукамеденқызы В., Ақбердиев Б. Ar–N ₂ бинарлы газ қоспаларындағы механикалық тепе-теңдік тұрақтылығына қиғаш бұрыштың әсерін сандық зерттеу.....	105
Мясникова Л.Н., Узакбаева С.С., Шанина З.К., Бекешев А.З. Хром-шпинельді ұнтақ қосылған жоғары тығыздықты полиэтиленнің кинетикалық қасиеттері.....	119
Нұрбаев Б.М., Дмитриева Е.А., Кемелбекова А.Е. Қалайы негізіндегі перовскитті материалдардың тұрақтылығын арттырудағы төменөлшемді қабатты құрылымдардың рөлі.....	136
Саттинова З., Ермаханова Ф., Асылбеков Б., Таймуратова Л. Бериллий керамикалық бұйымдарын қалыптастыру кезінде әр түрлі салқындату жағдайлары мен жылу беру коэффициенттерінің қатаюға әсері.....	149
Шестакова Л.И., Серебрянский А.В., Спасюк Р.Р., Омаров Ш.Т. Күн жүйесінің ішкі аймағындағы комета-метеорлық тектегі газды іздеу: CaII иондарының жарқырауы.....	165

Уалиханова У.А., Тұрсынқазы Ф., Сыздықова А.М., Алтаева Г.С., Алтайбаева А.Б.
Бессель функцияларын пайдаланып $f(T)$ гравитациялық толқындардың
амплитудасын зерттеу.....179

Жексенбаева Г.А., Насирова Д.М., Айманова Г.К., Шомшекова С.А
V725 Тау симбиотикалық объектiсiн фотометрлiк зерттеу.....194

Жусупова Н.К., Жадыранова А.А.
Энергия шарттарын талдауға негiзделген $f(T, T)$ серпiлiс космологиясы.....205

Зиятбекова Г.З., Абдиманапова П.Б., Сағынтай О.А., Нұрым А.А., Ильинов Р.А.
Жасанды интеллект көмегiмен медициналық деректер бойынша
ауруларды болжау.....225

ХИМИЯ

Алмасов Н.Ж., Жумагалиева А.Н., Дүйсенбеков С.Е., Жакиев Н.К.
Қазақстанда сутегi өндiруге арналған гибрирдiк жаңартылатын энергия жүйелерiн
жобалау және оңтайландыру.....236

Амангелдi Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтуреев М., Даулетияров М.
Ақ портландцемент клинкерiн алу үшiн шикiзат шихта құрамын есептеу.....251

Баешов А., Ташенов Е.А., Атыханова С.Б., Кошкарбаева Ш.Т.
Композициялы күкiрт-графит электродын қолдану арқылы кадмий
сульфидiн электрохимиялық әдiспен алу.....267

Байсалова Г.Ж., Ажиханова Ж., Талтенов А.А., Құжатова П.
Қазақстан флорасындағы көпжылдық шөптесiн өсiмдiктердiң фенолдық
қосылыстарының жиынтық мөлшерiн анықтау.....277

**Дарменбаева А.С., Rajasekharan R., Жусипназарова Г.М., Мукажанова Ж.Б.,
Бегенова Б.Е.**
Хитозан және целлюлоза негiзiндегi композиттер: синтез, қасиеттерi және қолдану
перспективалары.....287

**Еркасов Р.Ш., Жамкенова А.С., Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н.,
Касенова Н.Б.**
Mn (II) кешендерiндегi сутектiк байланыстардың энергиясы мен табиғатына
галогеннiң әсерi: QТАІМ, NCI және энергия декомпозициясы.....304

Калимолдина Л.М., Шаихова Ж.Е., Калиева Б.К., Бубиш Ш., Аскарова Ш.К.
Күмiс нанобөлшектерiнiң бұршақ, лимон, мандарин, авокадо тұқымдарының
өнуiне әсерi.....320

Қуртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Gomes Н.Т., Орынбаев С.Ә., Калмаханова М.С. Алаңдаушылық тудыратын ластаушы заттарды тиімді жою үшін белсендірілген көмір полимерлі мембраналар.....	334
Масенова А.Т., Жұмақанова А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Абильмагжанов А.З. ZSM-5 иерархиялық цеолитін бумен сілтілі модификациялау арқылы алу процесін онтайландыру.....	350
Мутушев А.Ж., Нұралы Ә.М., Санат А.С., Шаукарова М.А., Есимситова З.Б. Жарық түрлендіретін пленкалардың биоактивті қосылыстардың жинақталуына және жеміс сапасына әсері.....	366
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т. Мұнай өңдеу өнеркәсібінде органикалық коррозия ингибиторларын қолданудың қазіргі жағдайы.....	379
Омаров Б.Т., Алтыбаев Ж.М., Серикбаева Б.С. Органикалық қалдықтарды вермикомпостинг арқылы биогумус өндіру және оның агроэкологиялық тиімділігін зерттеу.....	399
Рахман Д.М., Қаппасұлы Ә., Махаева Д.Н., Қазыбаева Д.С., Ирмухаметова Ғ.С. Геллан–цистеин кешендері негізінде мукоадгезиялық гидрогельдерді әзірлеу және зерттеу.....	414
Сабыржанова А.Е., Болатқызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А. Plantago Major жер үсті бөлігінің құрамындағы амин қышқылдары мен май қышқылдарын зерттеу.....	428
Сатаева С., Ахметова Ф., Уразова А., Айтуганова С., Ерниязова К. ЭД-20 эпоксидті желімдерінің физика-механикалық және эксплуатациялық қасиеттеріне ПЭПА концентрациясының ықпалы.....	439
Заманбек А.Ж., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С. Күміс нанобөлшектерінің алыну әдістері мен антибактериалдық қасиеттері.....	450
Жоргарова А.А., Салькева Л.К., Минаева Е.В., Ибраев М.К., Фазылов С.Д. Фосфоносірке қышқылының эфирін синтездеу мен фосфорландырудың жаңа мүмкіндіктері.....	462

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Аймаганбетова З.К., Кулшымбаев Е.А., Жантурина Н.Н., Бекетова Г.К. Расчет по первому принципу электронных свойств двойного галогенидного перовскита Cs ₂ Ag _{0.2} Na _{0.4} In _{0.6} Ti _{0.4} Cl ₆ на основе программы Quantum Espresso.....	14
Амангелдинова С., Жүнісхан С., Калжигитов Н., Курмангалиева В. Исследование кластерной структуры зеркальных ядер ⁵ He и ⁵ Li в двухкластерном приближении.....	35
Чокин К., Отунчи Е., Кожаметова А., Касенова А., Шонгалова А. Разработка и испытания лабораторной пирометаллургической установки для переработки литий-ионных аккумуляторов.....	46
Исаева А.Б., Бейсебаева А.С., Мадыбекова Г.М., Шиназбекова Ш.С., Иса А.Б. Сравнительный анализ физико-химических характеристик питьевой, родниковой и природной воды юга Казахстана.....	65
Ким В.Ю., Аймуратов Е.К. Поиск транзиентных космических событий методом сканирования неба широкоугольными телескопами.....	78
Коштыбаев Т.Б., Татенов А.М., Алиева М.Е., Тугелбаева Г.Т., Жаналиева Г.Ж. Исследование электромагнитного поля на основе термодинамических принципов.....	89
Мукамеденкызы В., Акбердиев Б. Численное исследование влияния угла наклона на устойчивость механического равновесия в бинарной газовой смеси Ar–N ₂	105
Мясникова Л.Н., Узакбаева С.С., Шанина З.К., Бекешев А.З. Кинетические свойства высокоплотного полиэтилена с добавлением хром-шпинельного порошка.....	119
Нурбаев Б.М., Дмитриева Е.А., Кемелбекова А.Е. Роль низкоразмерных слоистых структур в повышении стабильности перовскитных материалов на основе олова.....	136
Саттинова З., Ермаханова Ф., Асылбеков Б., Таймуратова Л. Влияние различных условий охлаждения и коэффициентов теплопередачи на затвердевание при формировании бериллиевых керамических изделий.....	149

Шестакова Л.И., Серебрянский А.В., Спасюк Р.Р., Омаров Ш.Т. Поиск газа кометно-метеорного происхождения во внутренней области Солнечной Системы: Свечение ионов СаII.....	165
Уалиханова У.А., Турсынказы Ф., Сыздыкова А.М., Алтаева Г.С., Алтайбаева А.Б. Изучение амплитуды $f(T)$ гравитационных волн с использованием функций Бесселя.....	179
Жексенбаева Г.А., Насирова Д.М., Айманова Г.К., Шомшекеева С.А. Фотометрическое исследование симбиотического объекта V725 Tau.....	194
Жусупова Н.К., Жадыранова А.А. Космология отскока в $f(T, \mathcal{J})$ гравитации на основе анализа энергетических условий.....	205
Зиятбекова Г.З., Абдимананова П.Б., Сағынтай О.А., Нұрым А.А., Ильинов Р.А. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования заболеваний на основе медицинских данных.....	225

ХИМИЯ

Алмассов Н.Ж., Жумагалиева А.Н., Дуйсенбеков С.Е., Жакиев Н.К. Проектирование и оптимизация гибридных возобновляемых источников энергии для производства водорода в Казахстане.....	236
Амангелді Б., Жаникулов Н., Таймасов Б., Айтуреев М., Даулетияров М. Расчёт состава сырьевой шихты для получения белого порландцементного клинкера.....	251
Башов А., Ташенов Е.А., Атыханова С.Б., Кошкарбаева Ш.Т. Получение сульфида кадмия электрохимическим методом с использованием композитного сера-графитового электрода.....	267
Байсалова Г.Ж., Ажиханова Ж., Талтенов А.А., Кужатова П. Определение суммы фенольных соединений в многолетних травянистых растениях флоры Казахстана.....	277
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R., Жусиппазарова Г.М., Мукажанова Ж.Б., Бегенова Б.Е. Композиты на основе хитозана и целлюлозы: синтез, свойства и перспективы применения.....	287
Еркасов Р.Ш., Жамкенова А.С., Сергазина С.М., Нурмуханбетова Н.Н., Касенова Н.Б. Влияние галогена на энергетику и природу водородных связей в Mn(II): QTAIM, NCI и энергодекомпозиция.....	304

Калимолдина Л.М., Шаихова Ж.Е., Калиева Б.К., Бубиш Ш., Аскарова Ш.К. Влияние наночастиц серебра на прорастание семян фасоли, лимона, мандарина, авокадо.....	320
Куртебаева А.А., Álvarez-Torrellas S., Gomes Н.Т., Орынбаев С.А., Калмаханова М.С. Полимерные мембраны с активированным углем для эффективного удаления загрязняющих веществ вызывающих обеспокоенность.....	334
Масенова А.Т., Жұмақанова А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Абильмагжанов А.З. Оптимизация процесса получения иерархического цеолита ZSM-5 паровой щелочной модификацией.....	350
Мутушев А.Ж., Нуралы А.М., Санат А.С., Шаукарова М.А., Есимсиитова З.Б. Влияние светопреобразующих плёнок на накопление биоактивных соединений и качество плодов.....	366
Нефедов А.Н., Тайекенова А.Т. Современное состояние применения органических ингибиторов коррозии в нефтепереработке.....	379
Омаров Б.Т., Алтыбаев Ж.М., Серикбаева Б.С. Получение биогумуса путем вермикомпостирования органических отходов и исследование его агроэкологической эффективности.....	399
Рахман Д.М., Қаппасұлы Ә., Махаева Д.Н., Казыбаева Д.С., Ирмухаметова Г.С. Разработка и исследование мукоадгезивных гидрогелей на основе комплексов геллан–цистеин.....	414
Сабыржанова А.Е., Болаткызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А. Исследование аминокислот и жирных кислот в составе надземной части <i>Plantago Major</i>	428
Сатаева С., Ахметова Ф., Уразова А., Айтуганова С., Ерниязова К. Влияние концентрации ПЭПА на физические, механические и эксплуатационные свойства эпоксидных клеев ЭД-20.....	439
Заманбек А.Ж., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С. Методы получения наночастиц серебра и антибактериальные свойства.....	450
Жоргарова А.А., Салькева Л.К., Минаева Е.В., Ибраев М.К., Фазылов С.Д. Новые возможности синтеза и фосфорилирования фосфонуксусного эфира.....	462

ACADEMIC JOURNAL
OF PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES
ISSN 2224-5227
Volume 1.
Number 357 (2026), 277–286

<https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.420>

UDC: 547.9
IRSTI: 31.23.39

©Baisalova G.Zh.¹, Azhikhanova Zh.^{2,3}, Taltenov A.A.¹, Kuzhatova P.⁴, 2026.

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

²Teqnovate LLC, Astana, Kazakhstan;

³Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan;

²Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: galya_72@mail.ru

DETERMINATION OF THE TOTAL PHENOLIC CONTENT IN PERENNIAL HERBACEOUS PLANTS OF THE FLORA OF KAZAKHSTAN

Baisalova Galiya — Candidate of Chemical Sciences, Acting Professor, L.N. Gumilyev Eurasian National university, Astana, Kazakhstan,

E-mail: galya_72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>;

Azhikhanova Zhanat — Junior Researcher, Teqnovate LLC; Kazakhstan; Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: zhanat.azhikhanova@nu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-9556-270X>;

Taltenov Abzal — Doctor of Chemical Sciences, Professor, L. N. Gumilyov Eurasian National university, Astana, Kazakhstan,

E-mail: abzal06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>;

Kuzhatova Pernegul — Master, Senior lecturer, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: perne-orazai@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-4378-0568>.

Abstract. Phenolic compounds are bioactive substances that mitigate chronic diseases associated with oxidative stress, inflammation, and aging. These compounds exert pleiotropic effects on regulatory proteins and are known for their activity against pathologies such as diabetes, obesity, osteoarthritis, atherosclerosis, Crohn's disease, hypertension, skin hyperpigmentation, and Alzheimer's disease. Flavonoids, which belong to the class of phenolic compounds, are known for their anti-inflammatory, antimicrobial, anti-obesity, anticancer, neuroprotective, cardioprotective, and antioxidant activities. In this study, the total phenolic content of perennial herbaceous plants from the flora of Kazakhstan (*Phlomis tuberosa* and *Achillea setacea*) was determined spectrophotometrically using the Folin-Ciocalteu reagent. The total phenolic content was quantified using a gallic acid calibration curve. Comparative analysis of various parts of *P. tuberosa* showed that the highest concentration of polyphenols was found in the leaves (19.88%) and flowers (18.06%). In *A. setacea*, the phenolic content in the leaves (11.83%) was higher than in the flowers, roots, and stems. Overall, the total phenolic content in all studied organs of *P. tuberosa* exceeded that of *A. setacea*. Furthermore, the flavonoid content in the flowers, stems, leaves, and roots was determined using differential spectrophotometry. The electronic absorption spectra of the test and

reference solutions were analyzed to identify absorption maxima and bathochromic shifts. The calculation of the total flavonoid content in plants from the literature sources is carried out by the optical density of the maximum formed on the absorption curve of the complex with aluminum chloride. However, due to the absence of distinct maxima in the absorption spectra of the flavonoid complexes of the two studied herbs, it was not possible to determine their total flavonoid content.

Keywords: phenolic compounds, flavonoids, *Phlomis tuberosa*, *Achillea setacea*, Folin-Ciocalteu reagent, spectrophotometry, antioxidant activity, gallic acid

For citations: Baisalova G.Zh., Azhikhanova Zh., Taltenov A.A., Kuzhatova P. Determination of the Total Phenolic Content in Perennial Herbaceous Plants of the Flora of Kazakhstan. *Academic Journal of Physical and Chemical Sciences*. 2026. No.1. Pp. 277–286. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.420>

©Байсалова Г.Ж.^{1*}, Ажиханова Ж.^{2,3}, Талтенов А.А.¹, Құжатов П.⁴, 2026.

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

²Тeqnovate ЖШС, Астана, Қазақстан;

³Назарбаев Университеті, Астана, Қазақстан;

⁴Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: galya_72@mail.ru

ҚАЗАҚСТАН ФЛОРАСЫНДАҒЫ КӨПЖЫЛДЫҚ ШӨПТЕСІН ӨСІМДІКТЕРДІҢ ФЕНОЛДЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ЖИЫНТЫҚ МӨЛШЕРІН АНЫҚТАУ

Байсалова Галия — химия ғылымдары кандидаты, профессор м.а, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: galya_72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>;

Ажиханова Жанат — кіші ғылыми қызметкер, Тeqnovate ЖШС; Назарбаев университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: zhanat.azhikhanova@nu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-9556-270X>;

Талтенов Абзал — химия ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: abzal06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>;

Құжатов Пернегүл — магистр, аға оқытушы, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: perne-orazai@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-4378-0568>.

Аннотация. Фенолды қосылыстар тотығу стрессімен, қабыну үдерістерінен немесе қартаю кезеңінен туындаған созылмалы ауруларға әсер ететін биобелсенді қосылыстар. Бұл қосылыстар реттеуші функциясын атқаратын ақуыздарға плеотропты әсер көрсетеді. Бұл қосылыстар созылмалы аурулардың өршуінен пайда болатын қант диабеті, семіру, остеоартрит, атеросклероз, Кронь ауруына, сонымен қатар гипертония, терінің гиперпигментациясы, Альцгеймер ауруына да қарсы белсенділікке ие екендігі белгілі. Фенолды қосылыстар қатарындағы флавоноидтар қабынуға, микробтарға, семіздікке, ісікке қарсы, нейропротекторлық, кардиопротекторлық және антиоксиданттық белсенділіктерімен белгілі. Спектрофотометрия әдісінің көмегімен Folin-Ciocalteu

реактивін қолдану арқылы Қазақстан флорасында өсетін көпжылдық шөптесін өсімдіктердің (*P. tuberosa*, *A. setacea*) фенолдық қосылыстарының мөлшері анықталды. Фенолдық қосылыстардың жиынтық мөлшері галл қышқылының градуирлеу графигін қолдана отырып есептелді. *P. tuberosa* өсімдігінің түрлі мүшелеріндегі фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшерін салыстыра талдағанда, жапырағы (19,88%) мен гүліндегі (18,06%) полифенолдар мөлшері басымдыққа ие болды. Салыстырмалы талдау *A. setacea* өсімдігінің жапырағындағы (11,83%) фенолдық қосылыстар мөлшері гүл, тамыр, сабағымен салыстырғанда жоғары екендігі анықталды. *P. tuberosa* өсімдігінің түрлі мүшелеріндегі фенолдық қосылыстар жиынтық мөлшері *A. setacea* өсімдігімен салыстырғанда жоғары мәнге ие. Мақалада дифференциалдық спектрофотометрия көмегімен осы аталған өсімдіктердің гүл, сабағы, жапырағы мен тамырындағы флавоноидтар мөлшерін анықтау мақсатында зерттеулер жүргізілді. Өрбір зерттеу нысаны үшін алынған жұмысшы және салыстырмалы ерітінділердің электрондық спектрлері салыстырылып, жұтылу максимумдары мен батахромды ығысудың пайда болуы талданды. Әдебиет көздерінен өсімдіктердегі флавоноидтардың жиынтық мөлшерін есептеу алюминий хлоридімен түзген комплексінің жұтылу қисығында пайда болған максимумның оптикалық тығыздығы арқылы жүзеге асырылады. Зерттелген екі шөптесін өсімдіктің флавоноидты кешендерінің жұтылу спектрінде айқын максимумдардың түзілмеуіне байланысты олардың жиынтық флавоноид мөлшерін анықтау мүмкін болмады.

Түйін сөздер: фенолдық қосылыстар, флавоноидтар, *Phlomis tuberosa*, *Achillea setacea*, Folin-Ciocalteu реактиві, спектрофотометрия, антиоксиданттық белсенділік, галл қышқылы

©Байсалова Г.Ж.^{1*}, Ажиханова Ж.^{2,3}, Талтенов А.А.¹, Құжатова П.⁴, 2026.

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан;

²ТОО «Тeqnovate», Астана, Казахстан;

³Назарбаев Университет, Астана, Казахстан;

²Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан.

E-mail: galya_72@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МНОГОЛЕТНИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ ФЛОРЫ КАЗАХСТАНА

Байсалова Галия — кандидат химических наук, и.о профессора, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: galya_72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>;

Ажиханова Жанат младший научный сотрудник, ТОО «Тeqnovate»; Назарбаев университет, Астана, Казахстан.

E-mail: zhanat.azhikhanova@nu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-9556-270X>;

Талтенов Абзал — доктор химических наук, профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: abzal06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>;

Құжатова Пернегүл — магистр, старший преподаватель, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан,

E-mail: perne-orazai@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-4378-0568>.

Аннотация. Фенольные соединения представляют собой биологически активные вещества, способные корректировать патологические состояния при хронических заболеваниях, обусловленных окислительным стрессом, воспалительными процессами и старением. Эти соединения оказывают плейотропное воздействие на регуляторные белки. Известно, что они проявляют активность в отношении таких патологий, как сахарный диабет, ожирение, остеоартрит, атеросклероз, болезнь Крона, артериальная гипертензия, гиперпигментация кожи и болезнь Альцгеймера. Флавоноиды - группа фенольных соединений, известная своими противовоспалительными, антимикробными, антиожирительными, противоопухолевыми, нейропротекторными, кардиопротекторными и антиоксидантными свойствами. Содержание фенольных соединений в многолетних травянистых растениях флоры Казахстана (*P. tuberosa*, *A. setacea*) определяли спектрофотометрическим методом с использованием реактива Фолина-Чокальтеу. Общее содержание фенольных соединений рассчитывали по калибровочному графику галловой кислоты. При сравнении различных органов *P. tuberosa* наибольшее количество полифенолов выявлено в листьях (19,88 %) и цветках (18,06 %). Сравнительный анализ показал, что содержание фенольных соединений в листьях *A. setacea* (11,83 %) выше, чем в цветках, корнях и стеблях. В целом общее содержание фенольных соединений в органах *P. tuberosa* выше, чем у *A. setacea*. В статье также представлены результаты количественного определения флавоноидов в цветках, стеблях, листьях и корнях указанных растений методом дифференциальной спектрофотометрии. Проведен сравнительный анализ электронных спектров рабочих и эталонных растворов, а также проанализировано наличие максимумов поглощения и батохромных сдвигов. Согласно литературным данным, суммарное содержание флавоноидов в растениях определяют по оптической плотности максимума, возникающего на кривой поглощения комплекса с хлоридом алюминия. Однако из-за отсутствия выраженных максимумов в спектрах поглощения флавоноидных комплексов двух исследованных травянистых растений определить их суммарное содержание не удалось.

Ключевые слова: фенольные соединения, флавоноиды, *Phlomis tuberosa*, *Achillea setacea*, реактив Фолин-Сиокальтеу, спектрофотометрия, антиоксидантная активность, галловая кислота

Кіріспе. Фенолды қосылыстар (флавоноидтар, тритерпендер, кумариндер) адам ағзасы үшін фармацевтикалық маңызға ие кең таралған екіншілік метаболиттер болып табылады. Өсімдік жасушаларындағы екіншілік метаболиттердің синтезі температураның күрт өзгеруі, экстремалды температуралар, ультракүлгін сәулелену мен топырақ теңгерімсіздігі сияқты абиотикалық факторлардың әсеріне жауап ретінде жүреді (Dada et al., 2017; Sánchez-Hernández et al., 2021; Dar et al., 2017). Өсімдіктер мен жануарлардағы бейімделу механизмі ұқсас болуы, екіншілік өсімдік метаболиттерін адамзат пайдасы үшін қолдануға мүмкіндік береді. Өсімдік текті биокөпөнімдер оттегінің белсенді формаларын сіңіруі,

түрлі ферменттердің белсенділігін, жасушалық циклін, дезоксирибонуклеин қышқылы мен ақуыздар функциясын, липидтердің асқыноттығыуын реттеу арқылы бос радикалдардың жоғары деңгейі тудырған аурулардың өршуінің алдын алады және баяулатады (Rahman et al., 2021; Elgadir et al., 2023; Panche et al., 2016).

Фенолдық қосылыстардың бір түрі болып саналатын флавоноидтар қабынуға, микробтарға, семіздікке, ісікке қарсы, нейропротекторлық, кардиопротекторлық және антиоксиданттық белсенділіктерімен белгілі (Stachelska et al., 2025).

Қазақстанның орталық аймағында өсетін *P. tuberosa* мен *A. setacea* өсімдіктері фенолды қосылыстардың потенциалды көздері ретінде қызығушылық тудырады.

P. tuberosa - Lamiaceae тұқымдасы *Phlomis* тегіне жататын көпжылдық жабайы өсімдік. *P. tuberosa* өсімдігі тыныс алу, жүрек-қантамыр, бауыр және қабыну ауыруларын емдеуде дәстүрлі және тибеттік медицинада кеңінен қолданылады. *Phlomis* түрлері флавоноидтар, иридоидтар және эфир майларымен бай екендігі зерттелген (Javzan & Selenge, 2014; Azhikhanova, et al., 2025).

A. setacea – күрделігүлділер Asteraceae тұқымдасына *Achillea* тегіне жататын көпжылдық шөптесін өсімдік. Бұл жабайы өсімдік құрғақ шалғындарда, далалық және жартылай шөлейтті аймақтарда, кездеседі. *A. setacea* өсімдігінің эфир майының зендік саңырауқұлақтарға қарсы антимикробтық және антиоксиданттық белсенділігі зерттелген (Rezaei et al., 2017; Saeidnia et al., 2011).

P. tuberosa және *A. setacea* – адам ықпалынан тыс, табиғи қолайлы жағдайларда өсетін, экологиялық тұрғыдан бейімделген тіршілік формасы жағынан гемикриптофиттер қатарына жататын көпжылдық жабайы өсімдіктер (Azhikhanova et al., 2024).

Бұл ғылыми жұмыстың мақсаты *P. tuberosa* мен *A. setacea* өсімдіктеріндегі фенолдық қосылыстар мен флавоноидтардың жиынтық мөлшерін спектрофотометриялық әдіспен анықтауға арналған.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Зерттеу нысандары ретінде Қазақстанның орталық аймағы, Қарағанды облысы Ортау тауларында өсетін *Phlomis tuberosa* L. (*P. tuberosa*) мен *Achillea setacea* Waldst. Et Kit. (*A. setacea*) өсімдіктері алынған.

Жиналған үлгілер ауада кептіріліп, механикалық қоспалардан тазартылды және зертханалық диірменде ұнтақталды. Аналитикалық үлгі диаметрі 2 мм електен өтетін бөлшектер өлшеміне дейін майдаланды.

Ұнтақталған өсімдік шикізатынан дәл 0,500 г өлшеніп алынып, көлемі 100 мл тығыз жабылатын колбаға орналастырылды. Үстіне 50 мл 70% этанол ерітіндісі қосылды. Колба герметикалық түрде жабылып, $\pm 0,01$ г дәлдікпен өлшенді (Sumaiyah, et al, 2018; Saptarini, et al, 2022).

Экстракция су моншасында кері тоңазытқыш көмегімен 45 минут бойы жүргізілді. Қыздыру аяқталғаннан кейін қоспа бөлме температурасына дейін салқындатылып, сүзгі қағазы арқылы сүзілді. Сүзіндінің алғашқы 5 мл бөлігі тасталып, қалған бөлігі талдау үшін «А ерітіндісі» ретінде пайдаланылды.

0,1 мл көлемдегі «А ерітіндісіне» 0,1 мл дистилденген су және 0,4 мл Folin–Ciocalteu реагенті қосылды. Содан кейін реакциялық ортаны жасау үшін қоспаға 2,5 мл 15%-дық Na_2CO_3 ерітіндісі енгізілді.

Реакциялық қоспа толық бояу кешенінің түзілуі үшін бөлме температурасында 30 минут бойы қараңғы жарық түспейтін жағдайда ұсталды. Белгіленген уақыт өткеннен кейін түзілген кешеннің оптикалық тығыздығы спектрофотометрде 500–800 нм толқын ұзындығы диапазонында өлшенді. Өлшеулердің дәлдігін қамтамасыз ету үшін жұтылу максимумы (λ_{\max}) 760–765 нм аймағында нақтыланды.

Ішкі стандарт ретінде галл қышқылы қолданылды. Алынған оптикалық тығыздық көрсеткіштері алдын ала құрылған галл қышқылының калибрлеу графигіне сәйкес қайта есептелді. Фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшері галл қышқылының эквивалентімен пайыздық көрсеткіш (%) түрінде келесі формула бойынша анықталды:

$$X = \frac{A_3 * m_0 * P * V_3 * V_{\text{э}}}{A_0 * m_{\text{ш}} * V_{\text{хэ}} * V_0 * V_{0\text{I}}} * \frac{V_{\text{х0}}}{(100 - W)} * 100\%$$

мұндағы:

A_3 - тәжірибелік үлгінің оптикалық тығыздығы;

A_0 - галл қышқылы стандартының оптикалық тығыздығы;

$m_{\text{ш}}$ - шикізат массасы (г);

m_0 - галл қышқылы стандартының массасы (г);

V_3 – алынған экстрактінің көлемі (мл);

$V_{\text{хэ}}$ – экстракт аликвотасы көлемі(мл);

V_0 - галл қышқылы ерітіндісі көлемі (мл);

V_0' - галл қышқылы өлшеуіш колбаның көлемі(мл);

$V_{\text{х0}}$ - галл қышқылы аликвотасы көлемі(мл);

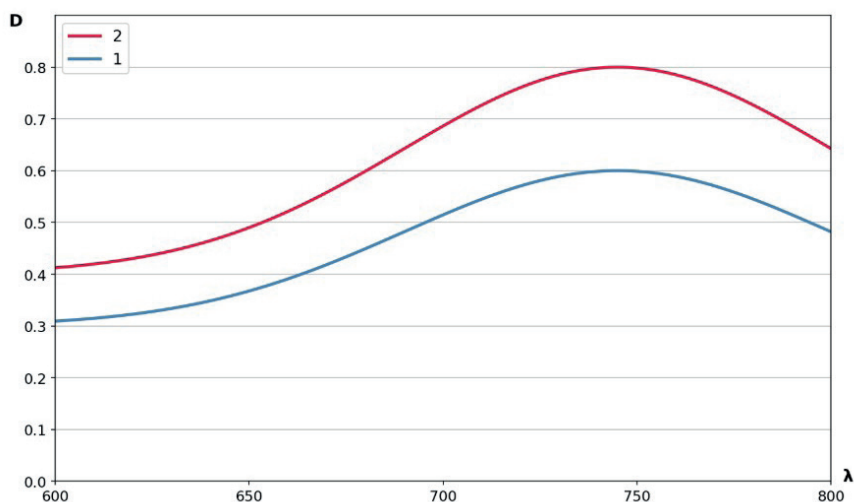
W – кептіру кезіндегі массаның жоғалуы (%).

Флавоноидтарды анықтау үшін 25 мл колбаға жоғарыдағы А ерітіндісінен 5 мл алып, 5%-дық алюминий хлориді ерітіндісін қосып, 10 минутқа қалдырады. Уақыт өткен соң үстіне көлемі 0,2 мл 3%-дық CH_3COOH ерітіндісін құяды. Өлшегіш колбаның белгісіне дейін этил спиртімен толтырып, 40 минут уақытқа қалдырады. Бұл жұмысшы ерітінді болып саналады.

Салыстыру ерітіндісін даярлау үшін, жоғарыдағы барлық процедураны қайталайды. Бірақ алюминий хлориді ерітіндісі қоспайды (Kurduykov, 2021).

Нәтижелер және оларды талқылау. Өсімдік шикізаттарындағы фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшерін анықтау үшін, спектрофотометрлік әдіс қолданылды. Бұл әдіс полифенолды қосылыстардың Folin-Ciocalteu реактивімен әрекеттесуіне негізделген. Фенолды қосылыстардағы гидроксилді тобтардың Folin-Ciocalteu реактивімен реакциясындағы тотықсыздандырғыш қасиеті анықталады. Нәтижесінде түсті қосылыс түзіліп, бояудың қарқындылығына қарай фенолды қосылыстардың мөлшері анықталады.

Төмендегі 1-суретте *A. setacea* жапырағы мен *P. tuberosa* гүлінен алынған фенолдық қосылыстардың Folin-Ciocalteu реактивімен кешенінің жұтылу спектрлері келтірілген.



Сурет 1 - Фенолдық қосылыстар жиынтығының Folin-Ciocalteu реактивімен кешенінің жұтылу спектрі 1- *A. setacea* жапырағы, 2 - *P. tuberosa* гүлі.

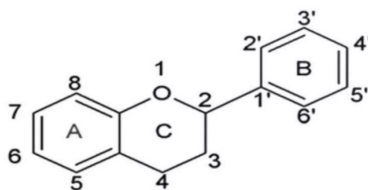
Фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшері бойынша *P. tuberosa* өсімдігінің жапырағы (19,88%) мен гүліндегі (18,06%) полифенолдар мөлшері ең жоғары мөлшерде. Ал *A. setacea* өсімдігінің жапырағындағы (11,83%) фенолдық қосылыстар мөлшері басқа қарастырылған мүшелерімен салыстырғанда басымдыққа ие. Жалпы фенолдық қосылыстар жиынтық мөлшері бойынша *P. tuberosa* доминант болып табылады (кесте 1).

Кесте 1- Фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшері

Өсімдіктің мүшелері	Фенолды қосылыстардың жиынтық мөлшері, %	
	<i>P. tuberosa</i>	<i>A. setacea</i>
Гүл	18,06	6,80
Сабағы	9,82	2,95
Тамыр	5,69	3,07
Жапырақ	19,88	11,83

Әдетте өсімдік шикізатындағы флавоноидтарды сандық анықтау үшін, алюминий хлоридімен комплекстүзу реакциясы қолданылады. Бұл реакция флавоноидты қосылыстарды полифенолды қосылыстардың күрделі қоспасынан таңдамалы (селективті) анықтауға мүмкіндік береді. Комплекстүзілу жағдайында спектрдің ұзынтолқынды аймаққа батохромды ығысуы орын алады. Сандық анықтау осы реакцияның түсті өнімдерінің жұтылу максимумдарындағы оптикалық тығыздықтарын өлшеу арқылы жүргізіледі.

Флавоноидтардағы C_4 -тегі кето-тобпен және C_3 немесе C_5 жағдайындағы гидроксилді тобтар арасында (сурет 2) сары түске боялған тұрақты қосылыс түзіледі (Sumaiyah, et al, 2018).

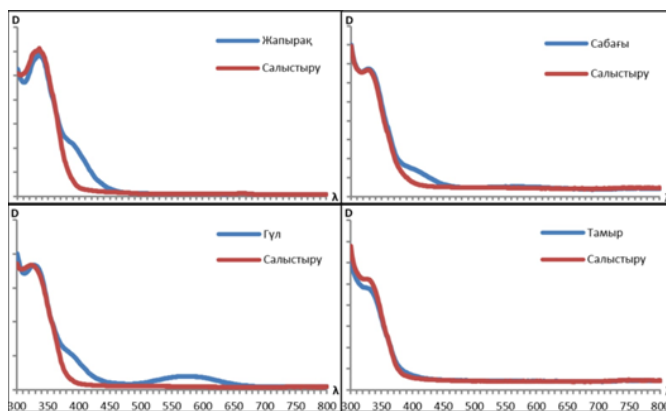


Сурет 2 - Флавоноидтардың негізгі көміртектік қаңқасының формуласы.

В-сақинасындағы ОН-тобтарының болуы жұтылу шыңының пайда болуына ықпал ететіні белгілі. Алайда C_2 - C_3 атомдарында қос байланыстың болмауы π -электрондардың делокализациясы үшін қолайсыз болғандықтан, кез-келген хиноноидты құрылымның түзілуі мүмкін емес. Сонымен В сақинасындағы орто-гидроксилді тобтардың қатысумен комплекстүзу жүрсе де, ол комплекстер тұрақсыз немесе лабилді болады. Одан бөлек C_4 -те кетотоп болмаса, тұрақты комплекстүзілу C_5 жағдайында ОН-тобтары болса да жүрмес еді. ОН-тобтарымен қатар, C_2 - C_3 -те қос байланыстың болуы және C_4 -жағдайында кетотобтың болуы комплекстүзілуде шешуші роль атқаратынын көрсетеді. Алюминий хлоридімен комплекстүзуде флавоноидтар мен флавонолдар үшін электрондық спектрде батохромды ығысу жұтылу максимумы түрінде 380-412 нм аймақта айқындалады.

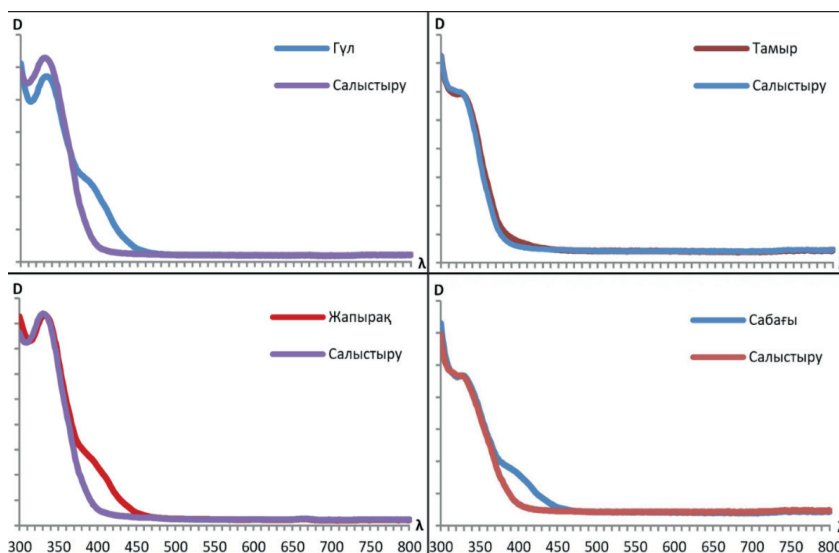
P. tuberosa түрлі мүшелеріндегі флавоноидтарды сандық анықтау барысында төмендегі суреттегі (сурет 3) қисықтар алынды.

P. tuberosa жапырақтарындағы флавоноидтарға алюминий хлоридін қосқан кездегі және ол реагентсіз жағдайда да максимум 328 нм көрінді. Жұтылуудың ұзынтолқынды жолағының батохромды ығысу «әлсіз иық» түрінде шамамен 390-420 нм аралығында байқалған. Осыған ұқсас жағдайлар жапырақ пен сабағының сығындыларының электрондық спектрінде байқалады. Бізге дейінгі бір зерттеуде (De, et al, 2022) бұл байқалған жағдайды флавоноидтардың алюминий ионымен тұрақсыз комплекс түзуімен байланыстырады. Ал тамырының сығындысының электрондық спектрінде мұндай батохромды ығысу мүлдем жоқ. Бұл жағдай алюминиймен комплекс түзетін тобтардың сығынды құрамындағы флавоноидтарда болмауымен түсіндіріледі.



Сурет 3 - *P. tuberosa* өсімдігінің түрлі мүшелерінен алынған сығындылардың электрондық спектрлері.

Ұқсас жағдай *A. setacea* өсімдігінің түрлі мүшелерінен алынған сығындылардың электрондық спектрінен байқалды. Гүлі, жапырағы мен сабағының сығындыларының электрондық спектрлерінен батохромды ығысу «иық» түрінде кескінделген. Тамырында бұл интервалда мұндай ығысу мүлдем жоқ (сурет 4). Қисықтардағы ерекшеліктер жоғарыдағы *P. tuberosa* сығындыларының жұтылу жолақтарын сипаттағандай түсіндіріледі.



Сурет 4 - *A. setacea* өсімдігінің түрлі мүшелерінен алынған сығындылардың электрондық спектрлері.

Көптеген ғылыми еңбектерде флавоноидтардың жиынтық мөлшері олардың алюминий хлоридімен түзген комплексінің жұтылу қисығында пайда болған максимумының сәйкес оптикалық тығыздығы арқылы табылған. Қарастырып отырған екі шөптесін өсімдіктердің флавоноидты жиынтықтарының жұтылу спектрінде айқын максимумдардың түзілмеуіне байланысты флавоноидты қосылыстардың жиынтық мөлшері анықталмады.

Қорытынды. Елімізде өсетін кейбір көпжылдық шөптесін өсімдіктердің түрлі мүшелеріндегі фенолдық қосылыстарының жиынтық мөлшері спектрофотометрия әдісімен анықталды. Бұл қосылыстардың *P. tuberosa* өсімдігінің жапырағы (19,88%) мен гүліндегі (18,06%) мөлшері сабағы және тамырымен салыстырғанда жоғары мәнге ие. Ал *A. setacea* өсімдігінің жапырағындағы (11,83%) фенолдық қосылыстар мөлшері басқа мүшелеріне (гүл, тамыр, сабағы) қарағанда басымдыққа ие. Бұл зерттеуде *P. tuberosa* өсімдігінің қарастырып отырған барлық мүшелеріндегі фенолдық қосылыстардың жиынтық мөлшері *A. setacea* өсімдігімен салыстырғанда жоғары екендігі анықталды. Сонымен қатар дифференциалдық спектрофотометрия көмегімен алынған электрондық спектрлерді талдау арқылы, осы аталған шикізаттың әрқайсысындағы флавоноидтар жиынтығының алюминий хлоридімен комплекс түзу мүмкіндігі қарастырылды.

References

- Azhikhanova Z., Duru M.E., Kucukaydin S., Megbenu H.K., Tas-Kucukaydin M., Baisalova G., Shaimardan M., Nuraje N., Özler M.A. (2025) Phytochemical profiling and various biological activities of *Phlomis tuberosa* L. *Scientific reports*, 15. – P. 7293. DOI: doi.org/10.1038/s41598-024-80456-5 (in Eng.).
- Azhikhanova Zh., Duru M.E., Megbenu H.K., Kucukaydin S., Tas-Kucukaydin M., Baisalova G., Shaimardan M., Seilgazy M., Adekenov S., Nuraje N., Özler M.A. (2024) Phytochemical study of *Achillea setacea* Waldst. et Kit. with anticholinesterase, antidiabetic, anti-Urease, and anti tyrosinase activities. *Eng. Sci.*, 31. – P. 256. DOI: dx.doi.org/10.30919/es1256 (in Eng.).
- Dada F.A., Oyeleye S.I., Ogunsuyi O.B., Olasehinde T.A., Adefegha S.A., Oboh G., Boligon A.A. (2017) Phenolic constituents and modulatory effects of raffia palm leaf [*raphia hookeri*] extract on carbohydrate hydrolyzing enzymes linked to type-2 diabetes. *J Tradit Complement Med*, 7(4). – P. 494-500. DOI:doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.01.003 (in Eng.).
- Dar R.A., Brahman R.K., Khurana N., Wagay J.A., Lone Z.A., Ganaie M.A., Pitre K.S. (2017) Evaluation of antioxidant activity of crocin, podophyllotoxin and kaempferol by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Arabian J Chem.*, 10. – P. 1119-1128. DOI: 10.1016/j.arabjc.2013.02.004 (in Eng.).
- De R., Jo K.W., Kim K.T. (2022) Influence of molecular structures on fluorescence of flavonoids and their detection in mammalian cells. *Biomedicines*,10(6). – P. 1265-1282. DOI: doi.org/10.3390/biomedicines10061265 (in Eng.).
- Elgadir M.A., Chigurupati S., Mariod A.A. (2023) Review: Selected potential pharmaceutical and medical benefits phenolic compounds: Recent advances. *Functional Food Science*, 3(7). – P. 108-128. DOI: doi.org/10.31989/ffs.v3i7.1118 (in Eng.).
- Javzan S., Selenge D. (2014) Phytochemical study of aerial parts from *Phlomis tuberosa* L. *Mongolian Journal of Chemistry*, 14. – P. 20-24. DOI:doi.org/10.5564/mjc.v14i0.192 (in Eng.).
- Kurdyukov E.E., Vodopyanova O.A., Moiseeva, I.Y., Semenova E.F. (2021) A method for the quantitative determination of the total flavonoid content of *Moringa* leaves (*Moringa oleifera*). *Moscow University Chemistry Bulletin*, 76(3). – P. 224-226. (in Eng.).
- Panche A.N., Diwan A.D., Chandra S.R. (2016) Flavonoids: an overview. *J Nutr Sci.*, 5:e47. DOI: 0.1017/jns.2016.41. (in Eng.).
- Rahman M.M., Rahaman M.S., Islam M.R., Rahman F., Mithi F.M., Alqahtani T., Almikhlafi M. A., Alghamdi S.Q., Alruwaili A.S., Hossain M.S., Ahmed M., Das R., Emran T.B., Uddin M.S. (2021) Role of phenolic compounds in human disease: Current knowledge and future prospects. *Molecules*, 27(1). – P. 233. DOI:doi.org/10.3390/molecules27010233 (in Eng.).
- Rezaei F., Jamei R., Heidari R. (2017) Chemical composition and antioxidant activity of oil from wild *Achillea setacea* and *A. vermicularis*. *International Journal of Food Properties*, 20. – P. 1522-1531. DOI: /10.1080/10942912.2016.1213281 (in Eng.).
- Saeidnia S., Gohari A.R., Mokhber-Dezfuli N., Kiuchi F. (2011) *Achillea* species: Comprehensive review of their traditional uses, phytochemicals, and biological activities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(13). – P. 2736-2746. (in Eng.).
- Sánchez-Hernández S., Esteban-Muñoz A., Samaniego Sánchez C., Giménez-Martínez R., Miralles B., Olalla Herrera M. (2021) Study of the phenolic compound profile and antioxidant activity of human milk from spanish women at different stages of lactation: A comparison with infant formulas. *Food Res Int*, 141. – P. 10149. DOI: doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110149 (in Eng.).
- Saptarini N.M., Pratiwi R., Maisyarah I.T. (2022) Colorimetric method for total phenolic and flavonoid content determination of fig (*Ficus carica* L.) leaves extract from west Java, Indonesia. *Rasayan J. Chem*, 15(1). – P. 600-605. DOI:dx.doi.org/10.31788/RJC.2022.1516670 (in Eng.).
- Stachelska M.A., Karpiński P., Kruszewski B. A (2025) *Comprehensive review of biological properties of flavonoids and their role in the prevention of metabolic, cancer and neurodegenerative diseases*. *Appl. Sci.*, 15(19). – P. 10840. DOI:/doi.org/10.3390/app151910840 (in Eng.).
- Sumaiyah S., Masfria M., Dalimunthe A. (2018) Determination of total phenolic content, total flavonoid content, and antimutagenic activity of ethanol extract nanoparticles of *Rhaphidophora pinnata* (L.f) Schott leaves. *Rasayan Journal of Chemistry*, 11(2). – P. 505-510. (in Eng.).
- Villegas-Aguilar M.C., Fernandez-Ochoa A., Cadiz-Gurrea M.L., Pimentel-Moral S., Lozano-Sanchez J., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A. (2020) Pleiotropic biological effects of dietary phenolic compounds and their metabolites on energy metabolism, inflammation and aging. *Molecules*, 25. – P. 596. DOI:doi.org/10.3390/molecules25030596 (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 сайте:

**[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)
ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)
<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*
Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 16.03.2026.

Формат 60x88¹/₈.
18,0 п.л. Заказ 1.