

ISSN: 1991-346X (Print)
ISSN: 2518-1726 (Online)

**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>

ЖҮСПІНОВ 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 Ержаңұлы, 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 агенттігін 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 Мексика (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>

ТАКИББАЕВ 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 QTAIM, 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 ⁵ He және ⁵ Li 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

Алмассов 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., Кожрахметова 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), 428–438

<https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.430>

UDC: 547

IRSTI: 31.23.33, 31.23.27

©Sabyrzhanova A.E., Bolatkyzy N., Berganaeva G.E.,
Dyusebaeva M.A.* , 2026.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

*E-mail: moldyr.dyusebaeva@kaznu.edu.kz

STUDY OF AMINO ACIDS AND FATTY ACIDS IN THE AERIAL PART OF *PLANTAGO MAJOR*

Sabyrzhanova Aizada — Junior Research Fellow, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: aiz_s@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0421-2654>;

Bolatkyzy Nazerke — PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: nbolatkyzy98@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2072-5884>;

Berganayeva Gulzat — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, scientist of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: gulzat_bakyt@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7213-7458>;

***Dyusebaeva Moldyr** — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, scientist of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: moldyr.dyusebaeva@kaznu.edu.kz, <http://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Abstract. This study presents a comprehensive investigation of the aboveground and underground parts of *Plantago major* (greater plantain) growing in different regions of Kazakhstan. The objective of the study was to evaluate the pharmacological and chemical characteristics of the plant and to determine the composition of biologically active substances (BAS), including macro- and microelements, amino acids, and fatty acids.

Physicochemical parameters of the plant material, such as moisture content, total ash, and extractive substances, were determined in accordance with the requirements of *the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan*. The mineral composition of the ash was analyzed using atomic absorption spectroscopy. The results demonstrated significant concentrations of calcium, potassium, magnesium, iron, and zinc, indicating a high nutritional and therapeutic potential of the plant material.

The quantitative composition of twenty amino acids in the root part of *Plantago major* was determined using gas and gas-liquid chromatography. Lysine, glycine, serine, and threonine were identified as the predominant amino acids. These compounds are known to play an essential role in metabolic processes and in maintaining immune and nervous system functions.



In addition, gas chromatography analysis of the aboveground part revealed the presence of eight fatty acids, with linoleic acid (40.2%) and oleic acid (34.6%) as the dominant components. These fatty acids contribute to energy metabolism, structural integrity of cellular membranes, and exhibit anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory properties.

The results confirm the potential of *Plantago major* as a valuable natural source of biologically active compounds for pharmaceutical and food industry applications.

Keywords: *Plantago major*, chemical-analytical parameters, mineral composition, amino acids, fatty acids, pharmacognostic parameters, GC, GC-MS

Financing: the work was carried out within the framework of the grant financing project of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan contract No.190 /GF 24-26 AP23484003 “Development of new domestic and environmentally safe pharmacological substances for the treatment of skin diseases”.

For citations: Sabyrzhanova A.E., Bolatkyzy N., Berganaeva G.E., Dyusebaeva M.A. Study of Amino Acids and Fatty Acids in the Aerial Part of *Plantago major*. Academic Journal of Physical and Chemical Sciences. 2026. No.1. Pp.428–438. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1483.430>

©Сабыржанова А.Е., Болатқызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А.* , 2026.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

*E-mail: moldyr.dyusebaeva@kaznu.edu.kz

PLANTAGO MAJOR ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫ МЕН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ

Сабыржанова Айзада — кіші ғылыми қызметкер, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: aiz_s@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0421-2654>;

Болатқызы Назерке — PhD, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университет, Алматы, Қазақстан,

E-mail: nbolatkyzy98@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2072-5884>;

Берганаева Гульзат — химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ғылыми қызметкер, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: gulzat_bakyt@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7213-7458>;

*Дюсебаева Мольдыр — химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ғылыми қызметкер, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,

E-mail: moldyr.dyusebaeva@kaznu.edu.kz, <http://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Аннотация. Бұл жұмыста Қазақстанның әртүрлі аймақтарында өсетін *Plantago major* (үлкен жолжелкен) өсімдігінің жер үсті және жер асты бөліктеріне кешенді зерттеу жүргізілді. Зерттеудің мақсаты өсімдіктің фармакологиялық және химиялық сипаттамаларын бағалау, сондай-ақ биологиялық белсенді заттардың (ББЗ), макро- және микроэлементтердің, аминқышқылдарының және май қышқылдарының құрамын анықтау болды.

Өсімдік шикізатының физика-химиялық көрсеткіштері, соның ішінде ылғалдылық, жалпы күл мөлшері және экстрактивті заттардың құрамы *Қазақстан Республикасының Мемлекеттік фармакопеясының* талаптарына сәйкес анықталды. Күл құрамындағы минералдық элементтер атомдық-абсорбциялық спектроскопия әдісі арқылы зерттелді. Зерттеу нәтижелері кальций, калий, магний, темір және мырыш элементтерінің едәуір мөлшерде бар екенін көрсетті, бұл өсімдіктің жоғары тағамдық және емдік құндылығын дәлелдейді.

Plantago major өсімдігінің тамыр бөлігіндегі жиырма аминқышқылының сандық құрамы газды және газ-сұйық хроматография әдістері арқылы анықталды. Анықталған аминқышқылдарының ішінде лизин, глицин, серин және треонин басым мөлшерде кездесетіні анықталды. Бұл аминқышқылдары ағзадағы зат алмасу процестерінде маңызды рөл атқарады және иммундық әрі жүйке жүйелерінің қызметін қолдауға қатысады.

Сонымен қатар, өсімдіктің жер үсті бөлігінде газды хроматография әдісі арқылы сегіз май қышқылы анықталды. Олардың ішінде линол қышқылы (40,2%) және олеин қышқылы (34,6%) басым екені анықталды. Бұл май қышқылдары энергия алмасуына қатысады, жасуша мембраналарының құрылымын сақтауға көмектеседі және қабынуға қарсы, антиоксиданттық әрі иммуномодуляциялық қасиеттерге ие.

Алынған нәтижелер *Plantago major* өсімдігінің фармацевтика және тағам өнеркәсібінде қолдануға болатын биологиялық белсенді қосылыстардың маңызды көзі екенін көрсетеді.

Түйін сөздер: *Plantago major*, химико-талдамалық көрсеткіштер, минералдық құрамы, аминқышқылдар, май қышқылдары, фармакогностикалық көрсеткіштер, ГХ, ГХ-МС

©Сабыржанова А.Е., Болатқызы Н., Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А.* , 2026.

¹Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

*E-mail: moldyr.dyusebaeva@kaznu.edu.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В СОСТАВЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *PLANTAGO MAJOR*

Сабыржанова Айзада — младший научный сотрудник, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

E-mail: aiz_s@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0421-2654>;

Болатқызы Назерке — PhD, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

E-mail: nbolatkyzy98@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2072-5884>;

Берганаева Гульзат — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

E-mail: gulzat_bakyt@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7213-7458>;

***Дюсебаева Мольдыр** — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

E-mail: moldyr.dyusebaeva@kaznu.edu.kz, <http://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.



Аннотация. В работе представлено комплексное исследование надземной и подземной частей растения *Plantago major* (подорожник большой), произрастающего в различных регионах Казахстана. Цель исследования заключалась в изучении фармакологических и химических характеристик растения, а также в определении состава биологически активных веществ (БАВ), включая макро- и микроэлементы, аминокислоты и жирные кислоты. Физико-химические показатели растительного сырья, такие как влажность, общая зольность и содержание экстрактивных веществ, определяли в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Республики Казахстан. Минеральный состав золы исследовали методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Результаты анализа показали значительное содержание кальция, калия, магния, железа и цинка, что свидетельствует о высокой пищевой и терапевтической ценности растения. Количественный состав двадцати аминокислот в корневой части *Plantago major* был установлен с использованием методов газовой и газожидкостной хроматографии. Среди идентифицированных аминокислот наибольшее содержание отмечено для лизина, глицина, серина и треонина. Указанные аминокислоты играют важную роль в метаболических процессах и участвуют в поддержании функций иммунной и нервной систем. Кроме того, методом газовой хроматографии в надземной части растения было выявлено восемь жирных кислот, среди которых доминируют линолевая (40,2 %) и олеиновая (34,6 %) кислоты. Эти соединения участвуют в энергетическом обмене, поддержании структуры клеточных мембран, а также обладают противовоспалительными, антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами. Полученные результаты подтверждают перспективность *Plantago major* как источника биологически активных соединений для применения в фармацевтической и пищевой промышленности.

Ключевые слова: *Plantago major*, химико-аналитические показатели, минеральный состав, аминокислоты, жирные кислоты, фармакогностические показатели, ГХ, ГХ-МС

Введение. Флора Казахстана богата лекарственными растениями, представляющими значительный интерес для фармацевтической промышленности. Одним из широко распространённых и биологически активных видов является *Plantago major* L. (большой подорожник, сем. *Plantaginaceae*), известный своими антисептическими, противовоспалительными, иммуностимулирующими и ранозаживляющими свойствами (Adom et al., 2017; Rahamooz-Haghighi et al., 2021; Turgumbayeva et al., 2022).

Род *Plantago* насчитывает свыше 200 видов, преимущественно распространённых в умеренных широтах северного полушария. В Казахстане встречается до 25 видов подорожника, среди которых *Plantago major* является наиболее распространённым. Однако, несмотря на широкое ареальное распространение, казахстанские популяции этого вида остаются недостаточно изученными в эколого-химическом аспекте, что ограничивает их промышленное использование.

Химический состав *P. major* включает флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, иридо-иды, сапонины, слизь, витамины и минеральные элементы, определяющие его фармакологи-ческую активность (da Silva Rodrigues et al., 2025; Rahamouz-Naghighi et al., 2023). Известно, что содержание вторичных метаболитов в растениях варьирует в зависимости от экологических условий, почвенного состава и антропогенной нагрузки, что требует регионального анализа.

Актуальность работы обусловлена необходимостью формирования отечественной сырьевой базы лекарственных растений и выявления экологически устойчивых популяций с высоким содержанием биологически активных веществ.

Цель исследования - провести GC-MS анализ жирорастворимых компонентов *Plantago major* L., произрастающего на территории Казахстана, для оценки его эколого-химических особенностей и определения перспектив культивирования.

Научная новизна заключается в том, что впервые проводится сравнительное исследование химического профиля казахстанских популяций *P. major*, что позволит выявить их потенциал для использования в фармацевтической промышленности и разработке стандартизированных отечественных фитопрепаратов (Cardoso et al., 2025; Laanet et al., 2024; Najafian et al., 2018; Samuelsen, 2000; Sousa et al., 2025).

Материалы и методы. Влажность и зольность лекарственного растительного сырья определяли в соответствии с Государственной Фармакопеей (ГФХИ).

Для анализа макро- и микроэлементного состава используют сырье, предварительно измельченное лабораторным измельчителем до размера, не превышающего 10 мм. В 3-5 г \pm 0.01 г сырья помещают в прокаленный и точно взвешенный фарфоровый тигель. Затем тигель осторожно нагревают, начиная с минимальной температуры для того, чтобы вещество загорелось. Постепенно увеличивают температуру, проводя сжигание при 500 °C до получения постоянной массы. Зола *Plantago major* растворяют в 5 мл (1:1) азотной кислоты при нагревании. Полученный раствор затем нагревают для получения солей. Далее растворяют в 10-15 мл 1н HNO₃ или в 1н HCl, переносят в мерный сосуд объемом 25 мл для анализа. Холодный раствор готовится аналогичным способом (State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan, 2014).

Для определения макро- и микроэлементов использовался метод атомно-адсорбционной спектроскопии. Элементный состав золы *Plantago major* определяют методом многоэлементного атомно-адсорбционного спектрального анализа в Центре физико-химических методов анализа НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби».

Для определения аминокислотного и жирнокислотного состава надземной части *Plantago major* применяли метод газожидкостной хроматографии (ГЖХ) (*Agilent 8890 GC США*). Анализ аминокислотного состава корневой части *Plantago major* проводят методом газовой хроматографии, сопряженной с масс-спектрометрией (ГХ-МС). Пробоподготовку осуществляют путём гидролиза высушенного и измельченного растительного материала 6 н HCl при 110 °C в течение 24 ч, последующего фильтрования и дериватизации с использованием

N,O-бис(триметилсилил)трифторацетамида (BSTFA) при 70 °С в течение 30 мин.

В качестве неподвижной фазы используют 0.31 % полярной смеси на 20-метровом карбоваре, 0.28 % 5 CP силар и WA-W-120-140 меш., а также 0.06 % лексан, нанесённый на хромосорб в колонке размером 400 × 3 мм. Температурную программу устанавливают следующим образом: 110 °С (20 мин), повышение до 180 °С со скоростью 6 °С/мин, затем до 290 °С со скоростью 32 °С/мин, удержание 10 мин.

Идентификацию аминокислот осуществляют на основании времени удерживания и масс-спектров внешних стандартов (*Sigma-Aldrich*). Количественное определение выполняют методом внутреннего стандарта.

Жирнокислотный состав (высших карбоновых кислот) растительного комплекса определяют методом газовой хроматографии на приборе *Clarus 600*. Для анализа используют предварительно измельчённое растительное сырьё, из которого проводят экстракцию смесью хлороформа и метанола в соотношении 2:1 в течение 5 мин. Полученный экстракт фильтруют через бумажный фильтр и упаривают до концентрата.

К концентрату добавляют 10 мл метанола и 2-3 капли ацетилхлорида, после чего проводят метилирование при температуре 60-70 °С в течение 30 мин. После завершения реакции метанол удаляют с помощью роторного испарителя, а оставшийся осадок экстрагируют 5 мл гексана. Полученные метиловые эфиры жирных кислот вводят в газовый хроматограф для анализа.

Условия хроматографического анализа:

- температура инжектора - 188°С
- температура детектора - 230°С
- температура печи - 188°С
- продолжительность анализа - 1 час

Определение содержания отдельных компонентов проводили методом внутренней нормализации.

Результаты исследований. Состав биологически активных веществ зависит от различных факторов - в первую очередь, от климатических условий региона произрастания, времени сбора и подготовки сырья, а также от способности растений накапливать соединения определенных групп.

Для выявления активных соединений в растении были проведены качественные реакции, соответствующие каждой группе биологически активных веществ.

Количественный и качественный анализ биологически активных компонентов, а также содержание влаги, общей золы и содержания экстрактивных веществ был определен для надземной части *Plantago major*.

Таблица 1 - Количественный анализ надземных частей *Plantago major*

<i>Plantago major</i>	Влажность	Зольность	Экстрактивность		
			50 % этанол	70% этанол	95% этанол
	5.40% ±0.12	6.05%±0.09	15.54±0.31	18.28±0.27	1763±0.22

Как показано в таблице 1, влажность растительного сырья составила 5.4%. Обычно влажность растения представляет собой коллоидную жидкость, которая сохраняется в тканях и клетках сырья после его высушивания до постоянной массы. Содержание влаги в лекарственном сырье является одним из показателей его массы. У большинства видов лекарственного растительного сырья влажность не должна превышать 12-15%.

Для определения экстрактивных веществ при использовании 70% этилового спирта было установлено увеличение выхода биологически активных веществ в раствор. Это свидетельствует о том, что 70% этанол является эффективным экстрагентом для выделения БАВ из *Plantago major*. Поэтому качественные и количественные определения проводились с использованием 70%-ного водно-спиртового экстракта.

В «Центре физико-химических методов анализа» НАО «Казахский национальный университет им. аль-Фараби» метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) в золе *Plantago major* были определены десять макро- и микроэлементов, показаны в таблице 2, основными из которых являются Ca (1342.5611мкг/мл) и K (1224.1271мкг/мл). Калий участвует в процессе проведения нервных импульсов и передачи их к иннервируемым органам, способствует лучшей мозговой деятельности, также необходим для осуществления сокращений скелетных мышц (Humphries & Dart, 2015). Кальций играет ключевую роль в формировании и укреплении костной ткани и зубов. Он необходим для нормального сокращения мышц, в том числе сердечной, а также для передачи нервных импульсов. Кроме того, кальций участвует в свёртывании крови и поддержании стабильной работы ферментных систем (Cormick & Belizán, 2018).

Таблица 2 - Состав макро-микроэлементов в золе растения *P. Major*

Элементы	Проба	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cd	Ni	Cu	Mn	Zn
Концентрация в золе, мкг/мл	1	1342.10	144.80	253.40	1223.80	32.80	0.02	0.28	1.03	1.18	2.05
	2	1343.00	147.10	254.00	1224.50	33.10	0.01	0.34	1.07	1.34	2.13
	3	1342.58	146.22	253.67	1224.06	33.07	0.03	0.31	1.05	1.26	2.09
	Среднее значение	1342.56	146.04	253.69	1224.12	32.99	0.02	0.31	1.05	1.26	2.09

Методом газовой хроматографии с масс-детектором был определён аминокислотный состав растения *Plantago major*. Идентифицировано 20 аминокислот.

Таблица 3 - Аминокислотный состав *P. Major*

№	Аминокислота	Общая формула соединения	М, г/моль	Доля в растении, мг/100г
1	Аланин	$C_3H_7NO_2$	89.09	352
2	Глицин	$C_2H_5NO_2$	75.07	447
3	Лейцин	$C_6H_{13}NO_2$	131.17	321
4	Изолейцин	$C_6H_{13}NO_2$	131.17	334
5	Валин	$C_5H_{11}NO_2$	117.15	289
6	Глутамат	$C_5H_9NO_4$	147.13	22
7	Треонин	$C_4H_9NO_3$	119.12	413
8	Пролин	$C_5H_9NO_2$	115.13	251
9	Метионин	$C_5H_{11}NO_2S$	149.21	113
10	Серин	$C_3H_7NO_3$	105.09	437

11.	Аспаратат	$C_4H_7NO_4$	133.10	38
12.	Цистин	$C_6H_{12}N_2O_4S_2$	240.30	82
13.	Оксипролин	$C_5H_7NO_3$	131.13	23
14.	Фенилаланин	$C_9H_9NO_2$	165.19	379
15.	Тирозин	$C_9H_9NO_3$	181.19	359
16.	Гистидин	$C_6H_9N_3O_2$	155.16	117
17.	Орнитин	$C_5H_{12}N_2O_2$	132.16	18
18.	Аргинин	$C_6H_{14}N_4O_2$	174.20	431
19.	Лизин	$C_6H_{14}N_2O_2$	146.19	627
20.	Триптофан	$C_{11}H_{12}N_2O_2$	204.23	62

В составе аминокислот большого подорожника преобладали лизин (627 мг / 100 г), глицин (447 мг / 100 г), серин (437 мг / 100 г) и треонин (413 мг / 100 г).

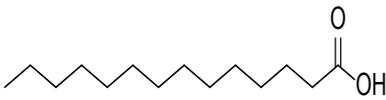
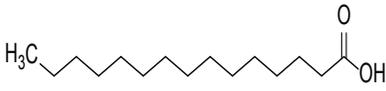
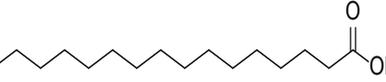
Лизин необходим для поддержания энергетического уровня организма, усвоения и транспортировки кальция в костные ткани, а также стимулирует основные функции жёлчного пузыря и процессы эндокринной системы человека (Bihuniak et al., 2014).

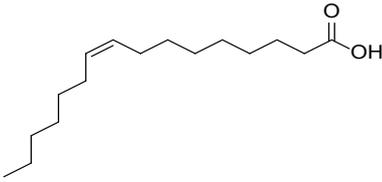
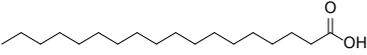
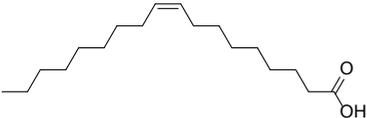
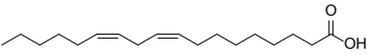
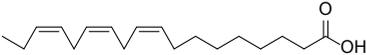
Треонин предотвращает накопление жира в печени и участвует в синтезе аминокислот глицина и серина, которые отвечают за рост мышечной ткани, эластина и коллагена [15].

Глицин — это тормозной медиатор центральной нервной системы, влияющий на внимание, память, нормализацию сна и снижение психоэмоционального напряжения. При дефиците глицина снижаются интеллектуальные способности, уровень энергии и ухудшается работа иммунной системы (Razak et al., 2017).

Методом газовой хроматографии было определено 8 жирных кислот (таблица 4). Жирные кислоты являются основными структурными компонентами растительных клеток и служат важным источником энергии. Липиды присутствуют во всех частях растения в различной концентрации и способствуют регуляции жидкостного баланса в мембранах, а также адаптации к изменениям температуры (Yu et al., 2021).

Таблица 4 - Показатель жирных кислот в *P. Major*

№	Жирные кислоты	Общая формула	Структурная формула	М, г/моль	Доля в растении, %
1	Миристиновая кислота	$C_{14}H_{28}O_2$		228	1.8
2	Пентадециловая кислота	$C_{15}H_{30}O_2$		242	2.1
3	Пальмитиновая кислота	$C_{16}H_{32}O_2$		256	13.9

4	Пальмитолеиновая кислота	$C_{16}H_{30}O_2$		254	1.4
5	Стеариновая кислота	$C_{18}H_{36}O_2$		284	2.3
6	Олеиновая кислота	$C_{18}H_{34}O_2$		282	34.6
7	Линолевая кислота	$C_{18}H_{32}O_2$		280	40.2
8	Линоленовая кислота	$C_{18}H_{30}O_2$		278	6.7

Согласно данным, представленным в таблице 4, основными жирными кислотами в составе листьев *Plantago major* являются линолевая кислота (40.2%) и олеиновая кислота (34.6%).

Линолевая кислота способствует снижению риска канцерогенеза, атеросклероза, воспалений, ожирения и сахарного диабета, а также предотвращает развитие атеросклеротических изменений в сосудах и способствует снижению уровня холестерина в крови (Qiu et al., 2024).

Олеиновая кислота играет важную роль в питании, помогает бороться с высоким уровнем холестерина и инсулинорезистентностью, укрепляет иммунитет, а по данным последних исследований, может даже предотвращать развитие рака молочной железы у женщин, препятствовать заболеваниям, влияющим на головной мозг и надпочечники, а также улучшать память (Perdomo et al., 2015).

Пальмитиновая кислота входит в состав глицеридов многих животных и растительных жиров, а также восков. Известно, что она стимулирует противовоспалительные реакции в иммунных клетках человека через рецепторы TLR4 и обладает противоопухолевой и антидиабетической активностью (Nicholas et al., 2017).

Заключение. Проведенное всестороннее фитохимическое исследование *Plantago major* (большого подорожника), произрастающего на территории Казахстана, подтвердило его высокую фармакогностическую, биологическую и пищевую ценность. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

Физико-химические показатели сырья, включая влажность, зольность и экстрактивность, соответствуют требованиям Государственной фармакопеи Республики Казахстан, что свидетельствует о надлежащем качестве исследуемого растительного материала и возможности его дальнейшего стандартизированного

использования в фармацевтической практике. Минералогический анализ золы, выполненный методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), выявил высокое содержание макро- и микроэлементов, включая кальций, калий, магний, железо и цинк. Эти элементы играют ключевую роль в поддержании нормального функционирования сердечно-сосудистой, нервной и опорно-двигательной систем, а также в обменных процессах и антиоксидантной защите организма.

Аминокислотный состав корневой части *P. major*, определённый с использованием газовой хроматографии, продемонстрировал высокую концентрацию жизненно важных аминокислот - лизина, глицина, серина и треонина. Эти аминокислоты участвуют в регуляции метаболизма, синтезе белков, функционировании нервной системы и укреплении иммунного ответа. Наличие всех 20 стандартных аминокислот указывает на полноценный белковый потенциал растения.

Жирнокислотный профиль надземной части, определённый методом газовой хроматографии, выявил доминирование полиненасыщенных жирных кислот - линолевой и олеиновой, которые обладают выраженными противовоспалительными, гипохолестеринемическими и антиоксидантными свойствами, а также способствуют профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и нарушений обмена веществ.

Таким образом, *Plantago major* представляет собой перспективный источник биологически активных веществ (БАВ), обоснованно рекомендуемый для использования в качестве сырья при разработке новых фитопрепаратов, нутрицевтиков и функциональных продуктов питания. Его богатый аминокислотный, жирнокислотный и минеральный состав делает растение привлекательным как для традиционной, так и для современной медицины. Учитывая широкую экологическую распространённость и адаптационные способности данного вида в условиях Казахстана, целесообразно продолжить его углублённое изучение, стандартизацию и оптимизацию условий культивирования с целью расширения базы отечественного лекарственного растительного сырья.

References

- Adom M.B., Taher M., Mutalabisin M.F., et al. (2017). Chemical constituents and medical benefits of *Plantago major*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 96. – P. 348–360. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.09.152> (in Eng.).
- Bihuniak J.D., Sullivan R.R., Simpson C.A., et al. (2014). Supplementing a low-protein diet with dibasic amino acids increases urinary calcium excretion in young women. *The Journal of Nutrition*, 144(3). – P. 282–288. <https://doi.org/10.3945/jn.113.185009> (in Eng.).
- Cardoso F.C. I., et al. (2025). Effect of *Plantago major* on wound healing in hyperglycemic mice. *Journal of Biosciences and Medicines*, 13(4). – P. 320–333. <https://doi.org/10.4236/jbm.2025.134026> (in Eng.).
- Chen J., Qian D., Wang Z., et al. (2022). Threonine supplementation prevents the development of fat deposition in mice fed a high-fat diet. *Food & Function*, 13. – P. 7772–7780. <https://doi.org/10.1039/D2FO01201D> (in Eng.).
- Cormick G. & Belizán J. M. (2018). Calcium intake in bone health: A focus on calcium-rich mineral waters. *Nutrients*, 10(12). – P. 1930. <https://doi.org/10.3390/nu10121930> (in Eng.).
- Da Silva Rodrigues L., et al. (2025). Mineral and trace element analysis of non-conventional food plants using ICP-OES and chemometric techniques. *Food Chemistry*, 472. – P. 142854. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.142854> (in Eng.).

Humphries E.S. & Dart C. (2015). Neuronal and cardiovascular potassium channels as therapeutic drug targets: Promise and pitfalls. *The Journal of Physiology*, 593(13). – P. 2609–2623. <https://doi.org/10.1177/1087057115601677> (in Eng.).

Laanet P.R., Bragina O., Jõul P. & Vaher M. (2024). *Plantago major* and *Plantago lanceolata* exhibit antioxidants and *Borrelia burgdorferi* inhibiting activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(13). – P. 7112. <https://doi.org/10.3390/ijms25137112> (in Eng.).

Najafian Y., Hamedei S.S., Farshchi M.K. & Feyzabadi Z. (2018). *Plantago major* in traditional Persian medicine and modern phytotherapy: A narrative review. *Electronic Physician*, 10(2). – P. 6390. <https://doi.org/10.19082/6390> (in Eng.).

Nicholas D.A., Zhang K., Hung C., et al. (2017). Palmitic acid is a toll-like receptor 4 ligand that induces human dendritic cell secretion of IL-1 β . *PLOS ONE*, 12(5), e0176793. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176793> (in Eng.).

Perdomo L., Benoit N., Otero Y. F., et al. (2015). Protective role of oleic acid against cardiovascular insulin resistance and in the early and late cellular atherosclerotic process. *Cardiovascular Diabetology*, 14:75. <https://doi.org/10.1186/s12933-015-0237-9> (in Eng.).

Qiu J., Zhao Z., Suo H., et al. (2024). Linoleic acid exhibits anti-proliferative and anti-invasive activities in endometrial cancer cells and a transgenic model of endometrial cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/15384047.2024.2325130> (in Eng.).

Rahamouz-Haghighi S., Bagheri K., Sharafi A., et al. (2021). Anti-proliferative properties, biocompatibility, and chemical composition of different extracts of *Plantago major* medicinal plant. *Iranian Biomedical Journal*, 25(2). – P. 106. <https://doi.org/10.29252/ibj.25.2.106> (in Eng.).

Rahamouz-Haghighi S., Bagheri K., Sharafi A., et al. (2023). Antibacterial activities and chemical compounds of *Plantago lanceolata* (Ribwort plantain) and *Plantago major* (Broadleaf plantain) leaf extracts. *Pharmaceutical and Biomedical Research*, 9(3). – P. 183-200. <https://doi.org/10.32598/PBR.9.3.1061.4> (in Eng.).

Razak M.A., Begu P. S., Viswanath, B., & Rajagopal S. (2017). Multifarious beneficial effect of nonessential amino acid glycine. *Scientific World Journal*, 1716701. <https://doi.org/10.1155/2017/1716701> (in Eng.).

Samuelsen A.B. (2000). The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L.: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 71:(1–2). – P. 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00212-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00212-9) (in Eng.).

Sousa D.S.M., et al. (2025). *Plantago major* leaf extract against bacteria and fungi of medical importance. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 61, e24143. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902025e24143> (in Eng.).

State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. (2014). *State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan: Vol. 1. General methods of analysis*. National Center for Expertise of Medicines and Medical Devices. (in Kazakh)

Turgumbayeva A., Zhakipbekov K., Shimirova Z., et al. (2022). Study of phytochemical compounds of *Plantago major* leaves grown in Kazakhstan. *Pharmacia*, 69. – P. 1019-1026. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.69.e96526> (in Eng.).

Yu L., Zhou C., Fan J., et al. (2021). Mechanics and functions of membrane lipid remodeling in plants. *The Plant Journal*, 107(1). – P. 37–53. <https://doi.org/10.1111/tpj.15273> (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

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.