

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№3
2026**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

3 (468)

JULY – SEPTEMBER 2026

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY

Editor in chief:

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

Editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan № **KZ23VPY00121156**, issued 05.06.2025

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

Periodicity: 4 times a year.

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

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2026

Бас редактор:

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

Редакция алқасы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Периодичность: 4 раз в год.

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

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

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № KZ23VPY00121156 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2026

CONTENTS

Abdugalimov A.Sh., Jalmakhanbetova R.I., Mukusheva G.K. Atomistic insight into solvent effects on the chemical structure of betulonic acid.....	11
Assembayeva E.K., Shadi D.K., Nurmukhanbetova D.E., Bozhbanov A.Zh., Gabdullina E.Zh. Effect of inulin on the quality characteristics of a fermented cheese whey-based beverage	25
Asylbekova D.D., Toktibayeva Kh.R., Kaldybayeva A.R., Zhurkhabayeva L., Tukibayeva A.S. Electrochemical behavior of phosphorous acid on a platinum electrode and its galvanostatic anodic oxidation using a lead anode	39
Auyeshov A.P., Yeskibayeva Ch.Z., Ibrayeva A.M., Alzhanov K.B., Dzholdasova E.M. Investigation of the adsorption characteristics of silica obtained from serpentinite by a combined acid–alkali method	58
Galymzhan A., Kozhabekov S., Kuanyshev A., Sansyzbay N., Abdrasilova A. Effect of octadecyl methacrylate–maleic anhydride copolymer composition on crude oil rheological properties	78
Darmenbayeva A.S., Rajasekharan R. Investigation of the structural properties of nanocellulose membranes derived from agricultural waste	95
Dmitriyeva E.A., Medvedev A., Kemelbekova A. Development of a low-temperature gas sensor based on SnO ₂ thin films and a precision measurement system for high-resistance detection	109
Dzheldybaeva I.M., Kairbekov Zh., Esenalieva M.Z., Dossumova B.T., Suimbaeva S.M. Influence of ultrasonic treatment on the structure and physicochemical properties of brown coal humic acids	125
Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Imangazy A. Features of heavy metal ion sorption by interpolymer systems formed from homogeneous polyelectrolytes	140
Zhylyzbek M., Orazbekova R.S., Yerkibaeva M.K., Aidarova A.O., Baizhumanova T.S. Co–Mg oxide catalysts for deep oxidation of methane: synthesis, structure, and catalytic activity.....	154
Imangaliyeva B., Rakhmetova G., Dossanova B., Sovet N. Technology of biological fertilizer production by hydrolysis treatment of polymer waste.....	169
Karar M.E., Beisenbayev O.K., Alibekov R.S., Shamsudin R. Starch extraction from Baidaly rice and Gala potatoes for application in biodegradable materials.....	186
Kudaibergenova G.N., Azimbayeva G.E., Kamysbayeva A.K., Izteleu B.M., Kurbanbayeva N.M. Fatty acid composition of <i>Helianthus tuberosus</i> flowers	204
Massenova A.T., Sass A.S., Torlopov I.I., Rakhmetova K.S., Malgazhdarova M.K. Tuning of surface acidity in Zn–Me-modified shaped ZSM-5–Al ₂ O ₃ alkylation catalysts.....	219
Nurislamov R.M., Nefedov A.N., Beissenbayev D.K., Leontyeva X.A., Imashev B.K. Effect of oxide films on the corrosion resistance of iron: modeling in COMSOL Multiphysics 6.2.....	238

Nurlybayev O., Kudaibergenova R., Taubayeva R., Bekaulova A., Seitmanbetova A. Textural properties of bentonite–sawdust carbon composites after metal-chloride-assisted carbonization.....	250
Puzikova D.S., Bessonova G.V., Kenzin N.R., Zhurinov M.Zh., Torlopov I.I. Modeling cavitation of oil-containing media in various hydrodynamic configurations.....	263
Rakhimov A., Zhanikulov N., Taimasov B., Potapova E., Sarsenbaev B. Calculation of the raw material composition for cement clinker with the addition of lead slag processing waste.....	285
Ryskalieva D., Baibulanova A., Yessenamanova M., Mustafina A., Samat A. Hydrogen sulfide pollution in the atmosphere of an industrial city: the potential role of evaporation fields (Atyrau, Kazakhstan)	299
Serikbayeva K.T., Chalov T.K., Sadykov K.A. Rubidium sorption from aqueous solutions by VEMEA–AGE–PEI anion exchangers.....	322
Seitkazinova A.R., Nazhipkyzy M., Yeleuov M.A., Zhaparov A.A., Kalybayeva A.K. Orange peel-derived porous activated carbon	334
Samadun A.I., Taussarova B.R., Asrakulova D.I., Nurmukhanbetova D.E. Biodegradable packaging films with copper nanoparticles: effect of NaBH ₄ concentration on morphology and antifungal properties	351
Khamitova T.O., Tyanakh S., Bolatbay A.N., Ma Fengyun, Aitbekova D.E. Linking geological genesis to the molecular and optical traits of humic acids from coal wastes.....	370
Talgatov E., Zamanbekova A., Abilmagzhanov A., Auyezkhanova A., Akhmetova S. Polymer-modified supported catalysts for the oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide.....	389

МАЗМҰНЫ

Абдугалимов А.Ш., Джалмаханбетова Р.И., Мукушева Г.К.

Бетулон қышқылының химиялық құрылымына еріткіштер әсерін атомистикалық тұрғыдан зерттеу11

Асембаева Э.К., Шәді Д.Қ., Нурмуханбетова Д.Е., Божбанов А.Ж., Габдуллина Е.Ж.

Инулиннің ірімшік сарысуы негізіндегі ашытылған сусынның сапа көрсеткіштеріне әсері.....25

Асылбекова Д.Д., Токтыбаева Х.Р., Қалдыбаева А.Р., Журхабаева Л., Түкібаева А.С.

Фосфорлы қышқылдың платина электродындағы электрохимиялық қасиеттері және оны қорғасын анодын қолданып гальваностатикалық анодты тотықтыру.....39

Ауешов А.П., Ескибаева Ч.З., Ибраева А.М., Алжанов К.Б., Джолдасова Э.М.

Қышқылды-сілтілі комбинациялық әдіспен серпентиниттен алынған кремнеземнің адсорбциялық сипаттамаларын зерттеу58

Ғалымжан А., Қожабеков С., Қуанышев А., Сансызбай Н., Абдрасилова А.

Октадецилметакрилат пен малеин ангидридi сополимерлері құрамының мұнайдың реологиялық қасиеттеріне әсері78

Дарменбаева А.С., Rajasekharan R. Агроқалдықтардан алынған наноцеллюлозалы

мембраналардың құрылымдық қасиеттерін зерттеу.....95

Дмитриева Е.А., Медведев А., Кемелбекова А.

SnO₂ жұқа қабықшалары негізіндегі төмен температуралы газ сенсорын және жоғары кедергілерді тіркеуге арналған прецизионды өлшеу жүйесін әзірлеу.....109

Джелдыбаева И.М., Қайырбеков Ж., Есеналиева М.З., Досумова Б.Т., Суймбаева С.М.

Ультрадыбыстық өңдеудің қоңыр көмір гумин қышқылдарының құрылымы мен физика-химиялық қасиеттеріне әсері.....125

Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Иманғазы А.

Біртекті полиэлектролиттерден құрылған интерполимерлік жүйелердің ауыр металл иондарын сорбциялау ерекшеліктері.....140

Жылқыбек М., Оразбекова Р.С., Еркибаева М.К., Айдарова А.О., Байжұманова Т.С.

Метанды терең тотықтыруға арналған Co–Mg оксидті катализаторлар: синтезі, құрылымы және каталитикалық белсенділігі.....154

Иманғалиева Б., Рахметова Г., Досанова Б., Совет Н.

Полимер қалдықтарын гидролиздік өңдеу арқылы биологиялық тыңайтқыш алу технологиясы.....169

Қарар М.Е., Бейсенбаев О.К., Алибеков Р.С., Роснах Шамсудин.

Байдалы күрішпен және Гала сортты картоптан крахмал алу және оны биоыдырайтын материалдарда қолдану.....186

Құдайбергенова Г.Н., Азимбаева Г.Е., Камысбаева А.К., Ізтелеу Б.М., Құрбанбаева Н.М.

Топинамбур гүлдерінің май қышқылдық құрамы204

Масенова А.Т., Сасс А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Малгаждарова М.К. Zn–Me-модификацияланған қалыпталған ZSM-5–Al ₂ O ₃ алкилдеу катализаторларының беттік қышқылдығын реттеу.....	219
Нурисламов Р.М., Нефедов А.Н., Бейсенбаев Д.К., Леонтьева К.А., Имашев Б.К. Темірдің коррозияға төзімділігіне оксидтік қабықшалардың әсері: COMSOL Multiphysics 6.2 бағдарламасында модельдеу.....	238
Нурлыбаев О., Кудайбергенова Р., Таубаева Р., Бекаулова А., Сейтманбетова А. Металл хлоридтері қатысында карбонизацияланған бентонит–ағаш үгіндісі көміртекті композиттерінің текстуралық қасиеттері.....	250
Пузикова Д.С., Бессонова Г.В., Кензин Н.Р., Жұрынов М.Ж., Торлопов И.И. Өртүрлі гидродинамикалық конструкциялардағы мұнай құрамды орталардың кавитация процесін модельдеу	263
Рахимов А., Жаникулов Н., Таймасов Б., Потапова Е., Сәрсенбаев Б. Қорғасын қожын өндеу қалдықтары қосылған цемент клинкерінің шикізат шихтасының құрамын есептеу	285
Серікбаева К.Т., Чалов Т.К., Садықов К.А. Сулы ерітінділерден рубидийді ВЭМЭА–АГЭ–ПЭИ аниониттерімен сорбциялау.....	299
Сейтказинова А.Р., Нажипқызы М., Елеуов М.А., Жапаров А.А., Қалыбаева А.Қ. Апельсин қабығынан алынған кеуекті белсендірілген көмір.....	322
Самадун А.И., Таусарова Б.Р., Асракулова Д.И., Нурмуханбетова Д.Е. Мыс нанобөлшектері бар биоыдырайтын қаптамалық үлдірлер: NaBH ₄ концентрациясының морфологияға және саңырауқұлаққа қарсы қасиеттеріне әсері.....	334
Хамитова Т.О., Тянах С., Болатбай А.Н., Ма Фэньюнь, Айтбекова Д.Е. Көмір қалдықтарынан бөлінген гумин қышқылдарының геологиялық генезисі мен молекулалық және оптикалық қасиеттерінің байланысы	351
Рысқалиева Д.К., Байбуланова А.А., Есенаманова М.С., Мұстафина А.Ж., Самат А.С. Өнеркәсіптік қала атмосферасының күкіртсутекпен ластануы: булану алаңдарының ықтимал рөлі (Атырау, Қазақстан)	370
Талғатов Э.Т., Заманбекова А.Т., Абильмагжанов А.З., Әуезханова А.С., Ахметова С.Н. Циклогександы сутек пероксидімен тотықтыруға арналған полимермен модификацияланған тасымалдағышқа бекітілген катализаторлар	389

СОДЕРЖАНИЕ

Абдугалимов А.Ш., Джалмаханбетова Р.И., Мукушева Г.К. Атомистическое исследование влияния растворителей на химическую структуру бетулоновой кислоты.....	11
Асембаева Э.К., Шади Д.К., Нурмуханбетова Д.Е., Божбанов А.Ж., Габдуллина Е.Ж. Влияние инулина на показатели качества ферментированного напитка на основе сырной сыворотки	25
Асылбекова Д.Д., Токтибаева Х.Р., Калдыбаева А.Р., Журхабаева Л., Тукибаева А.С. Электрохимическое поведение фосфористой кислоты на платиновом электроде и её гальваностатическое анодное окисление с использованием свинцового анода.....	39
Ауешов А.П., Ескибаева Ч.З., Ибраева А.М., Алжанов К.Б., Джолдасова Э.М. Исследование адсорбционных характеристик кремнезёма, полученного из серпентинита комбинированным кислотно-щелочным методом	58
Галымжан А., Кожабеков С., Куанышев А., Сансызбай Н., Абдрасилова А. Влияние состава сополимеров октадецилметакрилата и малеинового ангидрида на реологические свойства нефти	78
Дарменбаева А.С., Rajasekharan R. Исследование структурных свойств наноцеллюлозных мембран, полученных из агроотходов.....	95
Дмитриева Е.А., Медведев А., Кемелбекова А. Разработка низкотемпературного газового сенсора на основе тонких плёнок SnO_2 и прецизионной измерительной системы для регистрации высокоомных сопротивлений.....	109
Джелдыбаева И.М., Каирбеков Ж., Есеналиева М.З., Досумова Б.Т., Суймбаева С.М. Влияние ультразвуковой обработки на структуру и физико-химические свойства гуминовых кислот бурого угля	125
Джумадилов Т.К., Химэрсэн Х., Имангазы А. Особенности сорбции ионов тяжёлых металлов интерполимерными системами, сформированными из однородных полиэлектролитов.....	140
Жылкыбек М., Оразбекова Р.С., Еркибаева М.К., Айдарова А.О., Байжуманова Т.С. Co–Mg оксидные катализаторы для глубокого окисления метана: синтез, структура и каталитическая активность	154
Имангалиева Б., Рахметова Г., Досанова Б., Совет Н. Технология получения биологического удобрения путём гидролизной обработки полимерных отходов	169
Карар М.Е., Бейсенбаев О.К., Алибеков Р.С., Роснах Шамсудин. Получение крахмала из риса «Байдалы» и картофеля сорта «Гала» и его применение в биоразлагаемых материалах	186
Кудайбергенова Г.Н., Азимбаева Г.Е., Камысбаева А.К., Изтелеу Б.М., Курбанбаева Н.М. Жирнокислотный состав цветков топинамбура	204

Масенова А.Т., Сасс А.С., Торлопов И.И., Рахметова К.С., Малгаждарова М.К. Регулирование поверхностной кислотности Zn–Me-модифицированных формованных ZSM-5–Al ₂ O ₃ катализаторов алкилирования	219
Нурисламов Р.М., Нефедов А.Н., Бейсенбаев Д.К., Леонтьева К.А., Имашев Б.К. Влияние оксидных плёнок на коррозионную стойкость железа: моделирование в COMSOL Multiphysics 6.2	238
Нурлыбаев О., Кудайбергенова Р., Таубаева Р., Бекаулова А., Сейтманбетова А. Текстурные свойства бентонит–углеродных композитов после карбонизации в присутствии хлоридов металлов	250
Пузикова Д.С., Бессонова Г.В., Кензин Н.Р., Журинов М.Ж., Торлопов И.И. Моделирование процесса кавитации нефтесодержащих сред в различных гидродинамических конструкциях.....	263
Рахимов А., Жаникулов Н., Таймасов Б., Потапова Е., Сарсенбаев Б. Расчёт состава сырьевой шихты для цементного клинкера с добавлением отходов переработки свинцового шлака	285
Серикбаева К.Т., Чалов Т.К., Садыков К.А. Сорбция рубидия из водных растворов анионитами ВЭМЭА–АГЭ–ПЭИ.....	299
Сейтказинова А.Р., Нажипкызы М., Елеуов М.А., Жапаров А.А., Калыбаева А.К. Пористый активированный углерод, полученный из апельсиновой кожуры.....	322
Самадун А.И., Таусарова Б.Р., Асракулова Д.И., Нурмуханбетова Д.Е. Биоразлагаемые упаковочные плёнки с наночастицами меди: влияние концентрации NaBH ₄ на морфологию и антигрибковые свойства	334
Хамитова Т.О., Тянах С., Болатбай А.Н., Ма Фэньюнь, Айтбекова Д.Е. Связь геологического генезиса с молекулярными и оптическими характеристиками гуминовых кислот из угольных отходов	351
Рыскалиева Д.К., Байбуланова А.А., Есенаманова М.С., Мустафина А.Ж., Самат А.С. Загрязнение атмосферы промышленного города сероводородом: потенциальная роль полей испарения (Атырау, Казахстан)	370
Талгатова Э.Т., Заманбекова А.Т., Абильмагжанов А.З., Ауезханова А.С., Ахметова С.Н. Полимер-модифицированные нанесённые катализаторы окисления циклогексана пероксидом водорода	389

© **Kudaibergenova G.N*., Azimbayeva G.E., Kamysbayeva A.K., Izteleu B.M.,
Kurbanbayeva N.M. 2026.**

Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: kudaibergenova.g@qyzpu.edu.kz

FATTY ACID COMPOSITION OF HELIANTHUS TUBEROSUS FLOWERS

Kudaibergenova Gulzira — candidate of the chemical sciences, Senior Lecturer of the department of chemistry, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: kudaibergenova.g@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-9888-8061>;

Azimbayeva Gulbayra — candidate of the chemical sciences, acting professor of the department of chemistry, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: azimbaeva.g@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6558-8146>;

Kamysbayeva Aliya — master of pedagogical sciences, Senior Lecturer of the department of chemistry, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: kamysbayeva.a@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0092-4636>;

Izteleu Bakshat — master of natural sciences, PhD doctoral student, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: bakshat.izteleu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6044-3642>;

Kurbanbayeva Nurzhamol — master of natural sciences, lecturer of the department of chemistry, Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: knurzhamol@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3997-3375>.

Abstract. *Helianthus tuberosus* is a relatively environmentally safe plant due to its ability to accumulate certain heavy metal salts, nitrates, and radioactive isotopes in smaller quantities than other plants. Most of the high-molecular-weight carbohydrates in this plant are pectin substances. Pectin substances help regulate digestive processes and promote digestive tract health. The biochemical composition of Jerusalem artichoke enhances its value as an industrial crop. This is because Jerusalem artichoke is a primary source of nutrients and physiologically active substances, including vitamins, macronutrients, micronutrients, amino acids, polyunsaturated fatty acids, carbohydrates, organic acids, bioflavonoids, phytoncides, and other biologically active compounds. The value of Jerusalem artichoke lies in the fact that its lipid fraction is dominated by saturated and monounsaturated fatty acids. Current research in the fields of phytochemistry and pharmacognosy is focused on studying the content of higher fatty acids (HFAs) in *Helianthus tuberosus* plant tissues. As the primary structural components of cellular

lipids, fatty acids ensure the structural integrity of biological membranes—that is, energy stabilization, intercellular signaling, and the regulation of metabolic processes; they possess antioxidant properties and anti-inflammatory effects; and they also reduce the risk of developing cardiovascular diseases. It is found in plant tissues in the form of triacylglycerides, phospholipids, and wax. Analyzing a plant's fatty acid composition helps increase its value. This article describes the results of a study on fatty acids in Jerusalem artichoke flowers. Jerusalem artichoke flowers collected in the Medeu mountainous region of Almaty were used as the subject of the study. The fatty acids in the Jerusalem artichoke flowers were analyzed using gas chromatography. The content of higher fatty acids was determined using a “JMS-Q1600GS” gas chromatograph-mass spectrometer manufactured by “JEOL” (Japan). According to the chromatographic data, 12 fatty acids are present in Jerusalem artichoke flowers.

Keywords: *Helianthus tuberosus*, palmitic acid, myristic acid, caproic acid

For citations: Kudaibergenova G.N., Azimbayeva G.E., Kamysbayeva A.K., Izteleu B.M., Kurbanbayeva N.M. Fatty acid composition of Helianthus tuberosus flowers. Academic Scientific Journal of Chemistry, 2026. — No. 3. — P. 204–218. DOI: <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.396>.

© Кудайбергенова Г.Н*, Азимбаева Г.Е., Камысбаева А.К., Изтелеу Б.М., Курбанбаева Н.М., 2026.

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: kudaibergenova.g@qyzpu.edu.kz

ТОПИНАМБУР ГҮЛДЕРІНІҢ МАЙ ҚЫШҚЫЛДЫ ҚҰРАМЫ

Құдайбергенова Гүлзира — химия ғылымдарының кандидаты, Химия кафедрасының аға оқытушысы, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: kudaibergenova.g@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-9888-8061>;

Азимбаева Гүлбайра — химия ғылымдарының кандидаты, профессор м.а., Химия кафедрасы, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: azimbaeva.g@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6558-8146>;

Камысбаева Әлия — педагогика ғылымдарының магистрі, Химия кафедрасының аға оқытушысы, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: kamysbayeva.a@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0092-4636>;

Изтелеу Бақшат — жаратылыстану ғылымдарының магистрі, PhD докторант, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: bakshat.izteleu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6044-3642>;

Құрбанбаева Нұржамол — жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Химия кафедрасының оқытушысы, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,
E-mail: knurzhamol@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3997-3375>.

Аннотация. Топинамбур (*Helianthus tuberosus*) басқа өсімдіктермен салыстырғанда ауыр металл тұздарын, нитраттарды және радиоактивті изотоптарды аз мөлшерде жинақтау қабілетіне байланысты экологиялық тұрғыдан қауіпсіз өсімдік болып табылады. Бұл өсімдіктің жоғары молекулалық көмірсуларының

басым бөлігін пектинді заттар құрайды. Пектинді заттар ас қорыту процестерін реттеуге және ас қорыту жолдарының қалыпты қызметін сақтауға ықпал етеді. Топинамбурдың биохимиялық құрамы оның техникалық дақыл ретіндегі маңызын арттырады. Себебі бұл дақыл дәрумендерге, макроэлементтерге, микроэлементтерге, аминқышқылдарына, көп қанықпаған май қышқылдарына, көмірсуларға, органикалық қышқылдарға, биофлавоноидтарға, фитонцидтерге және басқа да биологиялық белсенді қосылыстарға бай қоректік әрі физиологиялық белсенді заттардың маңызды көзі болып табылады. Топинамбурдың құндылығы оның липидтік фракциясының құрамында қаныққан және көп қанықпаған май қышқылдарының басым болуымен де сипатталады. Фитохимия мен фармакогнозия салаларындағы өзекті зерттеу бағыттарының бірі — топинамбур өсімдігінің ұлпаларындағы жоғары май қышқылдарының (ЖМҚ) құрамын зерттеу. Жасушалық липидтердің негізгі құрылымдық компоненттері ретінде май қышқылдары биологиялық мембраналардың құрылымдық тұтастығын қамтамасыз етеді, энергияның жинақталуына қатысады, жасушааралық сигнал беруге және зат алмасу процестерін реттеуге ықпал етеді. Сонымен қатар, олар антиоксиданттық және қабынуға қарсы қасиеттерімен ерекшеленіп, жүрек-қан тамырлары ауруларының даму қаупін төмендетуге ықпал етеді. Май қышқылдары өсімдік ұлпаларында триацилглицеридтер, фосфолипидтер және балауыздар түрінде кездеседі. Өсімдіктің май қышқылдарының құрамын талдау оның биологиялық және тағамдық құндылығын бағалауға мүмкіндік береді. Бұл мақалада топинамбур гүлдерінің құрамындағы май қышқылдарын зерттеу нәтижелері сипатталған. Зерттеу нысаны ретінде Алматы қаласының Медеу таулы аймағынан жиналған топинамбур гүлдері пайдаланылды. Топинамбур гүлдерінің құрамындағы май қышқылдары газды хроматография әдісімен талданды. Жоғары май қышқылдарының мөлшері «JEOL» (Жапония) фирмасының «JMS-Q1600GS» маркалы газды хроматограф-масс-спектрометрі арқылы анықталды. Хроматографиялық мәліметтерге сәйкес, топинамбур өсімдігінің гүлдерінен 12 май қышқылы анықталды.

Түйін сөздер: топинамбур, пальмитин, миристин, капрон қышқылдары

© Кудайбергенова Г.Н.*, Азимбаева Г.Е., Камысбаева А.К., Изтелеу Б.М.,
Курбанбаева Н.М., 2026.

Казахский национальный женский педагогический университет,

Алматы, Қазақстан.

E-mail: kudaibergenova.g@qyzpu.edu.kz

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЦВЕТКОВ ТОПИНАМБУРА

Кудайбергенова Гульзира — кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,
E-mail: kudaibergenova.g@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-9888-8061>;

Азимбаева Гүлбайра — кандидат химических наук, и.о. профессора кафедры химии, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: azimbaeva.g@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6558-8146>;

Камысбаева Алия — магистр педагогических наук, старший преподаватель кафедры химии, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: kamysbayeva.a@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0092-4636>;

Изтелеу Бакшат — магистр естественных наук, PhD-докторант, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: bakshat.izteleu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6044-3642>;

Курбанбаева Нуржамол — магистр естественных наук, преподаватель кафедры химии, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,

E-mail: knurzhamol@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3997-3375>.

Аннотация. Топинамбур (*Helianthus tuberosus*) является относительно экологически безопасным растением благодаря способности накапливать соли тяжелых металлов, нитраты и радиоактивные изотопы в меньших количествах по сравнению с другими растениями. Большую часть высокомолекулярных углеводов этого растения составляют пектиновые вещества. Пектиновые вещества способствуют регулированию процессов пищеварения и поддержанию нормального функционирования пищеварительного тракта. Биохимический состав топинамбура повышает его значение как технической культуры. Данная культура является важным источником питательных и физиологически активных веществ, включая витамины, макро- и микроэлементы, аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, углеводы, органические кислоты, биофлавоноиды, фитонциды и другие биологически активные соединения. Ценность топинамбура обусловлена также содержанием в его липидной фракции насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Одним из актуальных направлений исследований в области фитохимии и фармакогнозии является изучение состава и содержания высших жирных кислот (ВЖК) в тканях топинамбура. Жирные кислоты, являясь основными структурными компонентами клеточных липидов, обеспечивают структурную целостность биологических мембран, участвуют в накоплении энергии, межклеточной передаче сигналов и регуляции обменных процессов. Кроме того, они обладают антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, а также способствуют снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. В растительных тканях жирные кислоты содержатся преимущественно в составе триацилглицеридов, фосфолипидов и восков. Анализ жирнокислотного состава растения позволяет оценить его биологическую и пищевую ценность. В данной статье представлены результаты исследования жирных кислот в цветках топинамбура. В качестве объекта исследования использовали цветки топинамбура, собранные в горной местности Медеу города Алматы. Жирнокислотный состав цветков топинамбура анализировали методом газовой хроматографии. Содержание высших жирных кислот определяли с использованием газового хроматографа-масс-спектрометра «JMS-Q1600GS» фирмы «JEOL» (Япония). Согласно полученным хроматографическим данным, в цветках топинамбура обнаружено 12 жирных кислот.

Ключевые слова: топинамбур, пальмитин, миристин, капроновые кислоты

Введение. Традиционная медицина нуждается в растениях, способных синтезировать вторичные метаболиты, которые играют важную роль в профилактике и терапии различных заболеваний (Sawicka et al., 2020). Согласно официальным данным Всемирной организации здравоохранения, более 80 % населения планеты в той или иной степени использует препараты растительного происхождения в рамках традиционной медицины. Традиционные фитопрепараты, как правило, более доступны, отличаются относительно низкой стоимостью и могут характеризоваться меньшим риском развития нежелательных реакций по сравнению с рядом синтетических аналогов (Hussain, 2024). В структуре лекарственного растительного сырья особое место занимает семейство Астровые (Asteraceae). Семейство *Asteraceae* представляет собой один из крупнейших таксонов покрытосеменных растений, включающий более 1 600 родов и около 25 000 видов в мировом масштабе (Brusentseva and Kuzenko, 2013).

Представители семейства *Asteraceae* на протяжении многих поколений используются в качестве пищевого и лекарственного растительного сырья. Несмотря на значительное таксономическое разнообразие, многие представители данного семейства характеризуются наличием сходных групп биологически активных соединений. Фитохимический профиль отдельных видов включает инулин - природный полисахарид, обладающий выраженными пребиотическими свойствами. Биологически активные компоненты представителей данного семейства могут проявлять антиоксидантную, противовоспалительную и антимикробную активность, а также способствовать усилению диуреза и репаративных процессов в тканях. Данные эффекты обусловлены комплексным воздействием различных групп фитохимических соединений, синтезируемых растениями, в том числе полифенолов, фенольных кислот, флавоноидов, ацетиленовых соединений и тритерпенов. В структуре вторичного метаболизма представителей семейства особое место занимают сесквитерпеновые лактоны, присутствие которых в значительной степени обуславливает характерный горький вкус растительных экстрактов (Rolnik and Olas, 2021).

Широкое применение представителей семейства *Asteraceae* в традиционной и народной медицине связано с их разнообразным фитохимическим составом и фармакологической активностью. Содержащиеся в них флавоноиды, алкалоиды, эфирные масла и другие биологически активные соединения вносят вклад в формирование их потенциальных лечебных свойств (Annaeva and Charyeva, 2025).

Одним из представляющих значительный интерес объектов семейства *Asteraceae* является топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.), характеризующийся разнообразным химическим составом и наличием комплекса биологически активных веществ.

Литературный обзор. В ряде научных работ детально охарактеризован комплекс биологически активных соединений, экстрагированных из топинамбура. Экспериментально доказано, что идентифицированные терпеноиды и флавоноиды обладают выраженным терапевтическим потенциалом. В частности, фенольные компоненты и сесквитерпеновые лактоны гермакранового типа демонстрируют

манифестную антирадикальную защиту, а для отдельных метаболитов зафиксирован фунгицидный эффект. Принимая во внимание дефицит сведений о биохимической матрице ярко-желтых соцветий данного вида, в исследовании сформулировано теоретическое обоснование целесообразности их скрининга на предмет содержания биологически активных веществ (Jantaharn et al., 2018).

Представленный авторами литературный обзор научных публикаций за 2020 год посвящен изучению целесообразности применения клинических нутрицевтиков на основе инулина топинамбура в комплексной терапии сахарного диабета и злокачественных новообразований. Полученные авторами систематизированные данные позволили раскрыть богатый фитохимический состав растения, выявить его ценность в качестве сырьевого ресурса для промышленного получения этанола и органических кислот (янтарной, лимонной, молочной), а также валидировать его значимость для фармацевтического сектора (Sawicka et al., 2020).

В данной работе проанализированы особенности выращивания топинамбура при различной степени засоления почвы, способность адаптироваться к различным климатическим условиям. К основным преимуществам относятся низкие затраты на возделывание, высокая урожайность, устойчивость к вредителям и болезням. Особое внимание уделено изучению жирнокислотного состава надземной части на разных стадиях. Полученные данные показали, что в зеленой массе доля линолевой кислоты составляет до 23%, а содержание олеиновой кислоты достигает 34%. В период цветения топинамбура содержание полиненасыщенных жирных кислот и жирных кислот омега-3 высокое (Kara, 2021). Проведен анализ 16 сортов топинамбура. Топинамбур описан как основной компонент сырьевой базы для производства здоровых продуктов питания, напитков, кормов, лекарств и топлива (Manokhina et al., 2022).

Авторы описывают клубни топинамбура как высококачественный продукт питания в качестве овоща в Западной Европе, Центрально-Восточной и Северо-Восточной Европе, а интерес к топинамбуру отмечают его полезность для организма человека из-за содержащихся в их химическом составе инулина, фруктоолигосахаридов, аминокислот, витаминов и флавоноидов (Sawicka et al., 2021).

Проанализирован перспективы использования топинамбура в производстве хлебобулочных изделий и напитков. Наличие пребиотических свойств и пищевых волокон, возможность использования инулина в качестве заменителя жиров и сахара свидетельствуют о его потенциальной ценности для разработки продуктов питания с пониженной энергетической ценностью и содержанием жира без существенного изменения их основных характеристик (Munim A et al., 2017).

Авторы изучали различных пять сортов топинамбура. Они сравнили пищевую ценность растения. Изучен содержание углеводов, инулина и пищевых волокон. Углеводный профиль представлен в среднем инулином (80–90 %), 7–14 % сахарозой (3–6 %) и редуцирующими сахарами (3–6%). Время сбора урожая влияет на состав сырья. Топинамбур представляет большой интерес в качестве сырья для производства инулина и фруктозы (Barta and Pátkai, 2007).

В исследовании рассматривают клубни топинамбура. Они богатые фруктанами, среди которых ключевую роль играет главный запасный углевод - инулин. Он критически важен для организма, поскольку действует как эффективная растворимая клетчатка. В связи с этим актуален комплексный анализ научных публикации, направленный на изучение биологических и нутриентных особенностей топинамбура, перспектив его переработки и терапевтического потенциала при регулярном употреблении в пищу (Maino et al., 2018).

В представленной работе изучена возможность применения экстракта топинамбура. Роль экстрактов топинамбура в питательной среде для синтеза липидов, обогащенных докозагексаеновой кислотой (ДГК). В качестве биоагента в данном процессе выступает масляный микроорганизм *Aurantiochytrium* sp. KRS101. На основе методологии поверхности отклика были определены оптимальные параметры культивирования: температурный режим 27,7 °C, значение pH 5,9 и дозировка фермента 282,6. Наиболее высокие результаты демонстрирует метод дробной ферментации, при котором концентрация жиров достигает 16,4 г/л, а выход ДГК составляет 9 г/л, что эквивалентно более чем 48% от общей массы жирных кислот. Важным экологическим аспектом данной технологии является затрат примерно 40 % минимизации использования дорогого дрожжевого экстракта. Рассмотренные данные подтверждают целесообразность дальнейшего внедрения биомассы топинамбура в качестве экономически выгодного сырья для микробиологического синтеза ценных жирных кислот (Ju et al., 2018).

Жирные кислоты представляют собой важнейшие структурные элементы растительных тканей, которые критически необходимы для поддержания гомеостаза и здоровья человека.

Результаты анализа показывают, выступая в роли высококонцентрированных энергоносителей, жирные кислоты формируют основу клеточных мембран и обеспечивают протекание таких фундаментальных физиологических процессов, как сигнализация клеток и регуляция экспрессии генов. Доказано их терапевтическое значение для гармоничного пренатального развития, снижения рисков развития кардиопатологии и предотвращения нейродегенеративных изменений, в частности болезни Альцгеймера. Кроме того, липидные производные, включая сложные эфиры, востребованы в промышленности в качестве ароматических добавок и вспомогательных компонентов при создании фармацевтических форм. Подобная многофункциональность обуславливает стабильное увеличение рыночной потребности в высокоочищенных препаратах жирных кислот (Kishino and Ogawa, 2026).

Материалы и основные методы. Жирнокислотный спектр листьев *Helianthus tuberosus* уже выступал объектом нашего анализа в одной из прошлых публикаций (Azimbaeva et al., 2024).

В рамках данного изыскания перед авторами стояла задача подробно изучить липидный спектр цветков топинамбура. Сбор фактических данных осуществлялся

на основе изучения генеративных органов (цветков) топинамбура собранные в горной зоне Медеу в Алматы в сентября 2025 года.

Извлечение липидных компонентов из подготовленной растительной биомассы осуществляли на экстракционном оборудовании Soxtec 2043/2050 (FOSS), задействовав в роли растворителя н-гексан (фракция с температурным интервалом кипения 68–69°C). По окончании экстракционного процесса растворитель отгоняли методом выпаривания до получения чистого маслянистого остатка. Относительное содержание выделенной липидной фракции составило 0,11% в пересчете на абсолютно сухое вещество. Последующую идентификацию качественного спектра и количественную оценку индивидуальных жирных кислот выполняли на газовом хроматографе, куда вносили подготовленный образец экстракта. Хроматографическое разделение и регистрацию сигналов осуществляли в течение 60 минут, сканируя диапазон масс-спектров от 30 до 550 единиц (m/z).

Результаты. Интерпретация полученной хроматограммы выявила комплекс соединений, четко разграниченных по времени удерживания. В стартовом интервале (от 1 до 9 минут) фиксировались сигналы летучих низкокипящих фракций. Наиболее выраженный пик регистрировался между 5-й и 6-й минутами, что указывает на явное доминирование одного из компонентов. Напротив, после 25-й минуты элюировались высококипящие вещества, характеризующиеся более длительным удерживанием и незначительным относительным содержанием.

Проведенный хроматографический анализ позволил идентифицировать спектр жирных кислот. Среди них максимальная концентрация, достигшая 97,74 мкг/мл, зафиксирована для пальмитиновой кислоты. Установлено, что в липидном профиле превалирует группа насыщенных жирных кислот, где пальмитиновая кислота выступает ключевым компонентом. Комплексный характер полученного профиля подтверждает присутствие разнообразных биологически активных веществ.

Выбранные условия хроматографирования обеспечили эффективное и четкое разделение всех идентифицированных аналитов. Данный методический подход позволяет проводить прецизионную качественную и количественную оценку исследуемых липидных фракций. Полученный массив данных может выступать надежной платформой для последующего скрининга фармакологического потенциала извлекаемых веществ, а также использоваться в процедурах стандартизации и компаративного анализа сырья. Резюмируя, можно утверждать, что генеративные органы *Helianthus tuberosus* обладают дифференцированным жирнокислотным составом, включающим насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные представители. Результаты оценки состава и концентрации отдельных жирных кислот приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика качественного и количественного содержания жирных кислот в соцветиях топинамбур

№	Формула компонента	Формула	Тривиальное название	Группа «Омега»	Содержание (mkg/ml)
Насыщенные жирные кислоты					
1	C4:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Масляная	–	23.24
2	C6:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Капроновая	–	11.01
3	C8:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Каприловая	–	9.07
4	C10:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Каприновая	–	0.25
5	C12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Лауриновая	–	5.04
6	C14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Миристиновая	–	24.15
7	C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Пальмитиновая	–	97.74
8	C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Стеариновая	–	2.51
Ненасыщенные жирные кислоты					
9	C18:1n9c	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Олеиновая	Омега-9	3.24
10	C18:n6c	$\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$	γ-линоленовая кислота	Омега-6	1.02
11	C18:n3c	$\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$	α-линоленовая кислота	Омега-3	0.33
12	C20:3 n3	$\text{C}_{20}\text{H}_{34}\text{O}_2$	Эйкозантириевая кислота	Омега-3	1.80

Согласно аналитическим данным, обобщенным в таблице 1, применение метода газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) позволило дифференцировать липидный профиль соцветий *Helianthus tuberosus* на насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Проведенный скрининг обеспечил надежную идентификацию и последующий численный расчет концентрации 12 индивидуальных жирнокислотных компонентов в анализируемом экстракте.

Обсуждение. Группа насыщенных жирных кислот в исследуемом профиле имеет разнородный характер и включает летучие низшие (масляная, C4:0; капроновая, C6:0; каприловая, C8:0), среднецепочечные (лауриновая, C12:0), а также высшие алифатические соединения (миристиновая, C14:0; пальмитиновая, C16:0; стеариновая, C18:0). Абсолютным доминантом в данной фракции выступает пальмитиновая кислота (C16:0), количественное содержание которой достигает пикового значения — 97,74 мкг/мл

Относительно высокие значения также отмечены для миристиновой (C14:0) - 24,15 мкг/мл, масляной (C4:0) - 23,24 мкг/мл, капроновой (C6:0) - 11,01 мкг/мл, каприловой (C8:0) - 9.07 мкг/мл, лауриновой (C12:0) - 5,04 мкг/мл и стеариновой (C18:0) - 2,51 мкг/мл.

Помимо этого, в липидном экстракте зафиксировано присутствие эйкозантириеновой кислоты (C20:3) в количестве 1,80 мкг/мл. Ненасыщенная фракция также представлена олеиновой кислотой (C18:1), содержание которой определено на уровне 3,24 мкг/мл.

Численные показатели для всех остальных обнаруженных жирнокислотных компонентов оказались минимальными и не пересекали порог в 1,0 мкг/мл.

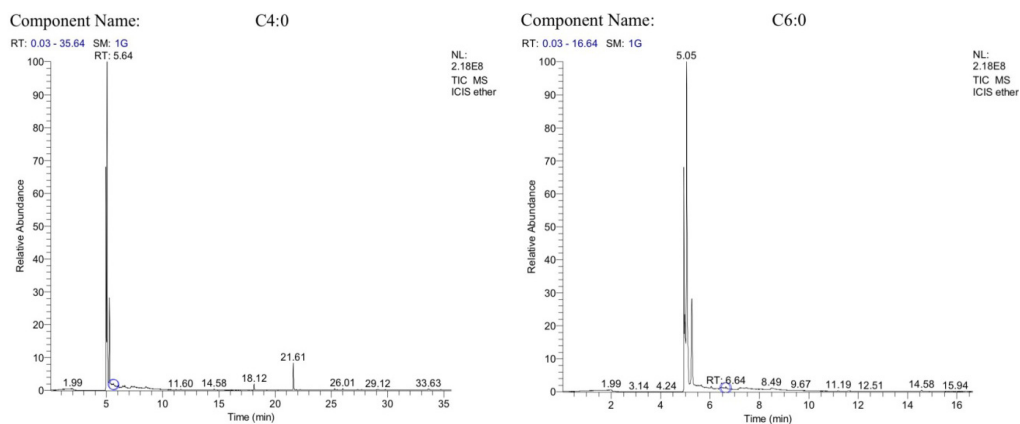


Рисунок 1 — Масс-хроматографический профиль (ГХ-МС) масляной (C4:0) и капроновой (C6:0) кислот, выделенных из соцветий топинамбура

Жирные кислоты являются важными компонентами липидов растений и выполняют структурные, энергетические и регуляторные функции. Они входят в состав клеточных мембран, обеспечивают их стабильность и текучесть, служат резервной формой энергии, а также участвуют в биосинтезе сигнальных молекул, регулирующих рост, развитие и адаптацию растений к воздействию абиотических и биотических факторов.

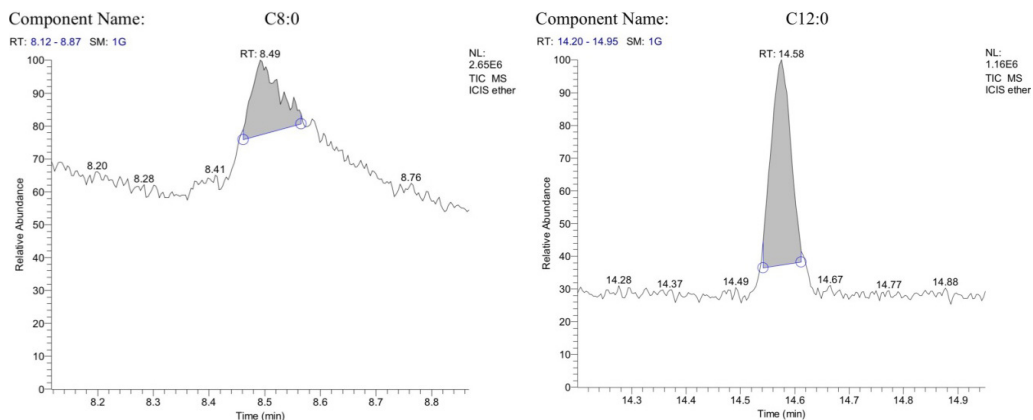


Рисунок 2 — Масс-хроматографический профиль (ГХ-МС) каприловой (C8:0) и лауриновой (C12:0) кислот, выделенных из соцветий топинамбура

Согласно с авторами различия в длине углеродной цепи и молекулярных модификациях определяют физико-химическую специфику, а также метаболический и биологический профиль коротко-, средне- и длинноцепочечных жирных кислот. Данные соединения представляют собой критически важные нутриенты, обеспечивающие генерацию энергии в процессах митохондриального

бета-окисления внутри различных клеточных популяций, включая иммунокомпетентные клетки. Поддержание их оптимального эндогенного уровня необходимо для корректного созревания, дифференцировки и активности звеньев иммунитета. Напротив, избыточная концентрация липидных субстратов способна спровоцировать дисрегуляцию клеточного ответа и запустить каскад воспалительных реакций.

Регуляторное влияние указанных трех классов жирных кислот на клеточный метаболизм реализуется преимущественно через систему рецепторов, сопряженных с G-белком (GPCR). В частности, лигандами для рецепторов GPR41, GPR43, GPR109A и Olfr78 служат короткоцепочечные гомологи; средне- и длинноцепочечные формы активируют GPR40 и GPR120, в то время как рецептор GPR84 селективно реагирует на среднецепочечные структуры. Опосредованная жирными кислотами стимуляция данных рецепторных комплексов координирует клеточную пролиферацию и определяет их специализированные функции. Важно подчеркнуть, что через индукцию GPCR-рецепторов липидные лиганды модулируют секрецию инкретинов — глюкагоноподобного пептида-1 и глюкозозависимого инсулиотропного полипептида. Кроме того, короткоцепочечные представители способны напрямую контролировать механизмы эпигенетической регуляции, выступая в роли модуляторов активности гистоновых деацетилаз и гистонацетилтрансфераз.

В патофизиологическом аспекте насыщенные длинноцепочечные аналоги и омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты тесно ассоциированы с развитием метаболического синдрома и манифестацией воспалительных процессов. В то же время короткоцепочечные фракции, мононенасыщенные соединения и омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, напротив, поддерживают функциональный статус иммунной системы и проявляют выраженные противовоспалительные свойства. Настоящая публикация посвящена комплексному анализу механизмов участия жирных кислот в регуляции иммунного гомеостаза, с детальным рассмотрением как их синергичных или уникальных путей сигнализации, так и диаметрально противоположных физиологических эффектов (Kim, 2026).

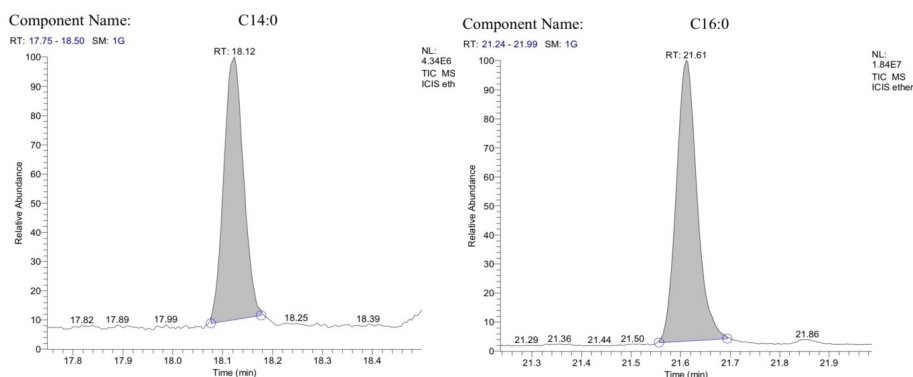


Рисунок 3 — Масс-хроматографический профиль (ГХ-МС) миристиновой (C14:0) и пальмитиновой (C16:0) кислот, выделенных из соцветий топинамбура

Катаболизм всех представителей жирных кислот, включающий процессы их активации и последующего окисления, локализован в митохондриальном матриксе. Начальный этап данного метаболического пути приводит к генерации ацетил-КоА и молекул АТФ. На следующей стадии образовавшийся ацетил-КоА вовлекается в цикл трикарбоновых кислот (Кребса), где подвергается полному окислению до углекислого газа и воды. Стоит отметить, что данный терминальный этап деградации липидных субстратов полностью совпадает с путями катаболизма углеводов. При этом утилизация ненасыщенных жирных кислот протекает сложнее и сопряжена с активацией двух дополнительных энзиматических каскадов.

Пальмитиновая кислота выполняет ключевую роль базового структурного предшественника при биосинтезе ненасыщенных жирных кислот. В клетках животных этот насыщенный гомолог является стандартным конечным продуктом, синтезируемым мультиферментным комплексом синтазы жирных кислот. За счет внутриклеточных энзимных систем, локализованных в эндоплазматическом ретикулеуме и митохондриях, углеродный скелет пальмитиновой кислоты может последовательно наращиваться путем последовательного присоединения ацетильных фрагментов. Данный процесс элонгации приводит к формированию стеариновой кислоты и более высокомолекулярных насыщенных аналогов.

Будучи главным представителем класса насыщенных высших жирных кислот, пальмитиновая кислота обладает выраженной способностью к мицеллообразованию. Во внутриэнтероцитарном пространстве кишечного эпителия при обязательном соучастии желчных кислот данные мицеллярные структуры абсорбируют гидрофобные витаминные молекулы (А, D, Е, К), трансформируясь в липопротеидные комплексы — хиломикроны. По мере сборки хиломикронов происходит их транслокация в лимфатическое русло, посредством которого осуществляется направленный транспорт экзогенных витаминов к органам-мишеням и тканевым системам для их дальнейшей метаболической конверсии в биохимически активные формы (Pozdnyakov et al., 2012).

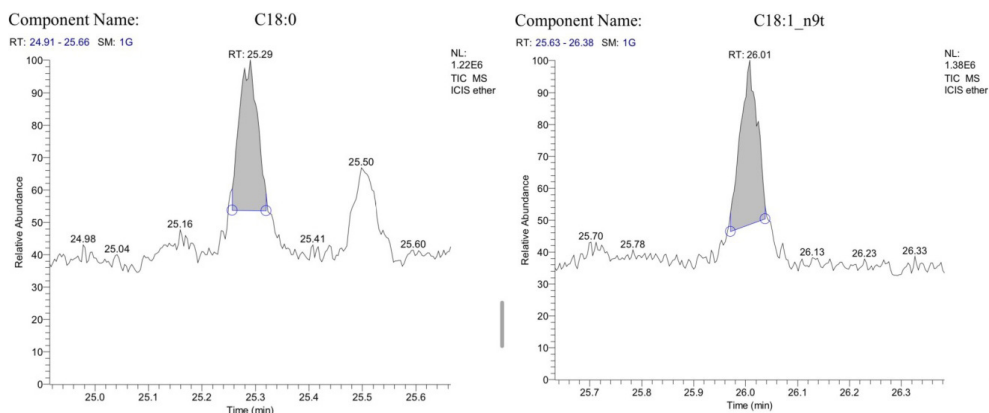


Рисунок 4 — Масс-хроматографический профиль (ГХ-МС) стеариной (C18:0) и олеиновой (C18:1) кислот, выделенных из соцветий топинамбура

Молекулярная структура жирных кислот (ЖК) представлена протяженными гидрофобными углеводородными радикалами, преимущественно линейного строения, на терминальном конце которых локализована гидрофильная карбоксильная группа. Данные соединения выполняют функцию фундаментального энергетического депо и служат обязательными структурными блоками полярных липидов, формирующих клеточные мембраны всех живых систем. В растительном мире метаболические каскады с участием ЖК также выступают ключевым звеном в механизмах индукции системного иммунитета и защиты от фитопатогенов (Kachroo and Kachroo, 2009).

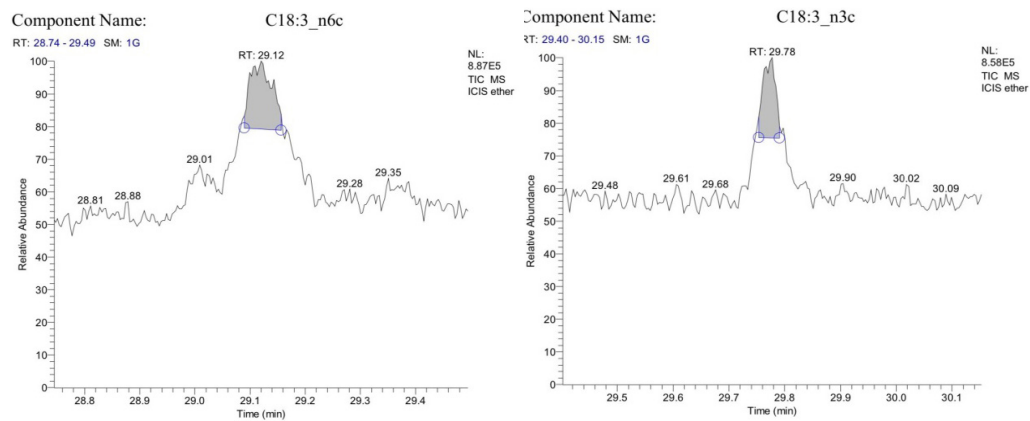


Рисунок 5 — Масс-хроматографический профиль (ГХ-МС) γ -линоленовой (C18:3, ω -6) и (C18:3, ω -3) α -линоленовой кислот, выделенных из соцветий топинамбура

В контексте нутрициологической и биологической значимости для человеческого организма жирные кислоты рассматриваются как ключевые доноры энергии, базисные элементы цитоплазматических мембран и исходные субстраты для биосинтеза широкого спектра регуляторных молекул. Роль насыщенных представителей, таких как пальмитиновая и стеариновая кислоты, заключается в обеспечении стабильности клеточных барьеров, регуляции липидного метаболизма и участии в процессах посттрансляционной модификации белковых структур. Тем не менее, профицит данных соединений в рационе сопряжен с рисками развития метаболических дисфункций. Напротив, мононенасыщенная олеиновая кислота традиционно позиционируется как ценный нутриент диетического питания ввиду ее протекторного действия на липидный профиль крови и функциональные свойства биомембран.

Следовательно, установленный жирнокислотный спектр соцветий топинамбура подтверждает наличие в их составе жирных кислот, вовлеченных в фундаментальные физиологические процессы как самого растения, так и макроорганизма. Полученные результаты обосновывают перспективность проведения комплексных скрининговых исследований, направленных на

детальное изучение фармакологического и терапевтического потенциала данного вида растительного сырья.

Заключение. Посредством метода газовой хроматографии детально охарактеризован компонентный спектр и количественное распределение жирных кислот, образующих липидную фракцию топинамбура. Анализ выявил присутствие насыщенных и мононенасыщенных соединений, при этом мажорную часть профиля формируют пальмитиновая, миристиновая, масляная, капроновая, каприловая, лауриновая, а также олеиновая кислоты.

Экспериментальные данные вносят существенный вклад в понимание химической организации исследуемой растительной биомассы и расширяют фундаментальные представления о ее метаболитном составе. Наличие комплекса биологически ценных липидных компонентов позволяет позиционировать топинамбура как высокоперспективный сырьевой источник природного происхождения для проведения последующих междисциплинарных изысканий на стыке биохимии, фармакологии и биотехнологии.

References

- Annaeva G.B., and Charyeva Sh.Sh. (2025) Fitoterapevticheskie svoistva rastenii semeistva slozhnotsvetnykh (Asteraceae) [Phytotherapeutic properties of plants of the Asteraceae family]. *Akademicheskaya publitsistika*, (2–2). — P. 12–15 (in Russian).
- Azimbaeva G.E., Kudaibergenova G.N., Kamysbaeva A.K., Kurbanbaeva N.M., and Balkashbay Sh.Zh. (2024) Opredelenie vysshikh zhirnykh kislot v sostave list'ev topinambura i georgina [Determination of higher fatty acids in the composition of *Helianthus tuberosus* and dahlia leaves]. *Academic Scientific Journal of Chemistry*, (4). — P. 5–15. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.247> (in Russian).
- Balkashbay Sh.Zh., Azimbaeva G.E., Kudaibergenova G.N., Kamysbaeva A.K., and Kurbanbaeva N.M. (2026) Opredelenie biologicheskii aktivnykh veshchestv v morfologicheskikh organakh lekarstvennykh rastenii [Determination of biologically active substances in the morphological organs of medicinal plants]. *Academic Scientific Journal of Chemistry*, 466(1). — P. 24–38. <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1491.338> (in Russian).
- Barta J., and Pátkai Gy. (2007) Chemical composition and storability of *Helianthus tuberosus* tubers. *Acta Alimentaria*, 36(2). — P. 257–267. <https://doi.org/10.1556/AAlim.36.2007.2.13> (in Eng.).
- Brusentseva L.Y., and Kuzenko O.A. (2013) *Lekarstvennye i pishchevye rasteniya semeystva Astrovyie (Asteraceae)* [Medicinal and food plants of the Asteraceae family]. Reaviz (in Russian).
- Hussain A. (2024) Potential Medicinal Uses of Plants From the Asteraceae (Compositae) Family in Pakistan: A Literature Review Based Meta-analysis. *Journal of Herbal Medicine*, 45. — 100871 p. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2024.100871> (in Eng.).
- Jantaharn P., Mongkolthanaruk W., Senawong T., Jogloy S., and McCloskey S. (2018) Bioactive compounds from organic extracts of *Helianthus tuberosus* L. flowers. *Industrial Crops and Products*, 119. — P. 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.060> (in Eng.).
- Ju J.-H., Oh B.-R., Ryu S.-K., Heo S.-Y., Kim S.-Y., Hong W.-K., Kim C. H., and Seo J.-W. (2018) Production of Lipid Containing High Levels of Docosahexaenoic Acid by Cultivation of *Aurantiochytrium* sp. KRS101 Using *Helianthus tuberosus* Extract. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 23(6). — P. 726–732. <https://doi.org/10.1007/s12257-018-0419-x> (in Eng.).
- Kachroo A., and Kachroo P. (2009) Fatty Acid-Derived Signals in Plant Defense. *Annual Review of Phytopathology*, 47(1). — P. 153–176. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080508-081820> (in Eng.).
- Kara K. (2021) The investigation of fatty acids compositions of *Helianthus tuberosus* (Helianthus tuberosus) herbage harvested at different phenological stages. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68(3). — P. 259–267. <https://doi.org/10.33988/auvfd.753067> (in Eng.).
- Kim C.H. (2026) Short-, medium-, versus long-chain fatty acids: Mechanisms of immunomodulation

and disease pathogenesis. *Cellular and Molecular Immunology*, 23(6). — P. 594–606. <https://doi.org/10.1038/s41423-026-01412-z>(in Eng.).

Kishino S., and Ogawa J. (2026) Novel Health-Promoting Fatty Acids Produced from Dietary Fatty Acids by Intestinal Bacteria. In A. Murakami, H. Sakakibara, K. Kawabata, and N. Miyoshi (Eds), *Functional Food Factors*. — P. 265–274. Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-95-7068-3_31(in Eng.).

Maino A., Crespi M.F., Esain M., Grassi D., Menchi A., and Zalazar V. (2018) *Topinambur, un cultivo del siglo pasado con propiedades de alimento funcional en la actualidad [Helianthus tuberosus, a crop from the last century with functional food properties today]*. Universidad de Buenos Aires (in Spanish).

Manokhina A.A., Dorokhov A.S., Kobozeva T.P., Fomina T.N., and Starovoitov V.I. (2022) Helianthus tuberosus as a Strategic Crop for Solving Food Problems. *Agronomy*, 12(2). — 465 p. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020465> (in Eng.).

Pozdnyakov A.A., Pozdnyakov A.M., and Alabovskii V.V. (2012) Mesto i rol' zhirnykh kislot v nutritivnoi sostavlyayushchei sovremennogo pokoleniya adaptirovannykh smesei [The place and role of fatty acids in the nutritional component of the modern generation of adapted formulas]. *Nauchnye vedomosti. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 16 (135). — P. 152–155 (in Russian).

Rolnik A., and Olas B. (2021) The Plants of the Asteraceae Family as Agents in the Protection of Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6). — P. 3009–3018. <https://doi.org/10.3390/ijms22063009>(in Eng.).

Sawicka B., Danilchenko H., Jariene E., Skiba D., Rachoń L., Barbaś P., and Pszczółkowski P. (2021) Nutritional Value of Helianthus tuberosus Tubers (Helianthus tuberosus L.) Grown in Organic System under Lithuanian and Polish Conditions. *Agriculture*, 11(5). — 440 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050440> (in Eng.).

Sawicka B., Skiba D., Pszczółkowski P., Aslan İ., Sharifi-Rad J., and Krochmal-Marczak B. (2020) Helianthus tuberosus (Helianthus tuberosus L.) as a medicinal plant and its natural products. *Cellular and Molecular Biology (Noisy-Le-Grand, France)*, 66(4). — P. 160–177 (in Eng.).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Signed for print: September 23, 2026

Format: 70×90 1/16. 24.0 printed sheets. Order No. 3