

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,
catalysis and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
4 (453)

OCTOBER – DECEMBER 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ В ладимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

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

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

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) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (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 No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

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

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2022

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

<https://doi.org/10.32014/2518-1491.137>

Volume 4, Number 453 (2022) 88-95

УДК 574/577; 504.73.05

Ж.Н. Курганбеков^{1*}, А.А. Утебаев¹, Р.С. Мухамедов²

¹Южно – Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

²Институт генетики и экспериментальной биологии растений,

Ташкент, Узбекистан.

E-mail: jako_1590@bk.ru

**НАКОПЛЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ»**

Аннотация. Исследовано количественное содержание восьми тяжелых металлов в составе почвы, на растениях и плодах томатов. Объектом исследования являлись тепличные томаты и почва, где возделывается культура. В пробах почвы и культуры определяли пять тяжелых металлов – Pb, Cu, Zn, Cr, Cd. По полученным данным в исследуемой почве было выявлено высокое содержание свинца, меди и кадмия. Вместе с тем концентрация этих же металлов была превышена на растениях и плодах томатов. Так, наибольший вклад в загрязнения растений томатов вносит цинк и свинец – 12,4 и 8 мг/кг, соответственно. Концентрация меди и хрома составило 1,3 и 0,3 мг/кг, соответственно, кадмия – 0,56. Концентрация свинца превышена и на плодах томатов – 0,6 мг/кг при ПДК 0,5 и кадмия в 8 раз – 0,26 мг/кг при ПДК – 0,03 на овощных культурах. Также анализы показали, что и концентрация цинка превышена в 7 раз, концентрация меди в 6 раз.

Также нами была рассчитана биоаккумуляция (коэффициент биологического накопления) как отношение среднего содержания тяжелых металлов на растениях и плодах томатов к их среднему содержанию в почвах. По проведенным анализам было выявлено, что наибольшее накопление меди и цинка отмечено на растениях, а кадмия плодах томатов. Для каждого из элементов коэффициента биологического накопления на исследуемой территории в порядке уменьшения образует следующие ряды: Томаты Cd > Cu > Zn > Pb; Растения Cu > Zn > Pb > Cr > Cd.

Ключевые слова: тяжелые металлы, экология, почва, загрязнение, растения.

Ж.Н. Қорғанбеков^{1*}, А.А. Өтебаев¹, Р.М. Мухамедов²

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті;

²Өсімдіктер генетикасы және эксперименттік биология институты,
Ташкент, Өзбекстан.

E-mail: jako_1590@bk.ru

«ТОПЫРАҚ-ӨСІМДІК» ЖҮЙЕСІНДЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ЖИНАЛУЫ ЖӘНЕ ТАРАЛУЫ

Аннотация. Топырақ құрамындағы, өсімдіктер мен қызанақ жемістеріндегі сегіз ауыр металдардың сандық құрамы зерттелді. Зерттеу нысаны жылыжай қызанақтары мен дақыл өсірілген топырақ болды. Топырақ пен дақыл сынамаларында бес ауыр металл анықталды – Pb, Cu, Zn, Cr, Cd. Алынған мәліметтер бойынша, зерттелген топырақта қорғасын, мыс және кадмийдің жоғары мөлшері анықталды. Сонымен қатар, қызанақ өсімдіктері мен жемістерінде осы металдардың концентрациясы асып кетті. Сонымен, мырыш пен қорғасын қызанақ өсімдіктерінің ластануына үлкен үлес қосады – 12,4 және 8 мг/кг, сәйкесінше. Мыс пен хромның концентрациясы 1,3 және 0,3 мг/кг құрады, сәйкесінше, кадмий – 0,56. Қызанақ жемістерінде қорғасын концентрациясы 0,5 ШЖК кезінде 0,6 мг/кг және кадмий 8 есе – 0,26 мг/кг көкөніс дақылдарында ШЖК – 0,03 кезінде асты. Сондай-ақ, талдаулар мырыштың концентрациясы 7 есе, мыс концентрациясы 6 есе артқанын көрсетті.

Сонымен қатар, өсімдіктер мен қызанақ жемістеріндегі ауыр металдардың орташа құрамының топырақтағы орташа құрамына қатынасы ретінде биоаккумуляцияны (биологиялық жинақтау коэффициенті) есептелді.

Талдау бойынша мыс пен мырыштың ең көп жинақталуы өсімдіктерде, ал кадмий қызанақ жемістерінде кездесетіні анықталды. Зерттелетін аумақта биологиялық жинақтау коэффициентінің әрбір элементі үшін азаю тәртібімен мынадай қатарларды құрайды: Cd > Си > Zn > Pb қызанақ жемісінде; Си > Zn > Pb > Cr > Cd қызанақ өсімдіктерінде.

Түйін сөздер: ауыр металдар, экология, топырақ, ластану, өсімдіктер.

ZH.N. Kurganbekov^{1*}, A.A. Utebaev¹, R.S. Muhamedov²

¹M. Auezov South - Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

²Institute of genetics and plant experimental biology, Tashkent, Uzbekistan.

E-mail: jako_1590@bk.ru

ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE SOIL-PLANT SYSTEM

Abstract. The quantitative content of eight heavy metals in the soil composition, on plants and tomato fruits was studied. The object of the study was greenhouse tomatoes

and the soil where the culture is cultivated. Five heavy metals, Pb, Cu, Zn, Cr, Cd, were determined in soil and culture samples. According to the obtained data, a high content of lead, copper and cadmium was detected in the studied soil. At the same time, the concentration of the same metals was exceeded on plants and fruits of tomatoes. Thus, the greatest contribution to the pollution of tomato plants is made by zinc and lead - 12.4 and 8 mg/kg, respectively. The concentration of copper and chromium was 1.3 and 0.3 mg/kg, respectively, cadmium - 0.56. The concentration of lead is exceeded and on tomato fruits - 0.6 mg/kg at the maximum permissible concentration of 0.5 and cadmium 8 times - 0.26 mg/kg at the maximum permissible concentration - 0.03 on vegetable crops. Also, analyzes showed that the zinc concentration was 7 times higher, the copper concentration was 6 times higher.

We also calculated bioaccumulation (biological accumulation coefficient) as the ratio of the average content of heavy metals on plants and tomato fruits to their average content in soils. According to the analyses, it was found that the largest accumulation of copper and zinc was noted on plants, and cadmium in tomato fruits. For each of the elements of the biological accumulation coefficient in the studied area, in decreasing order, it forms the following rows: Tomatoes $Cd > Cu > Zn > Pb$; Plants $Cu > Zn > Pb > Cr > Cd$.

Key words: heavy metals, ecology, soil, pollution, plants.

Введение. Резкое ухудшение экологической ситуации практически во всех регионах мира, связанное с антропогенной деятельностью человека, повлияло на качественный состав потребляемой пищи. Известно, что от 60 до 80% потенциально вредных химических веществ поступает в организм человека с продуктами питания. Химические и биологические вещества попадают и накапливаются в пищевых продуктах по ходу как биологической цепи, обеспечивающей обмен веществ между живыми организмами, с одной стороны, и воздухом, водой и почвой – с другой, так и пищевой цепи, включающей все этапы сельскохозяйственного и промышленного производства (Лицуков, 2015).

В связи бурным развитием промышленности, энергетики и транспортных коммуникаций, интенсивной разработки полезных ископаемых, активной химизации сельского хозяйства происходит резкий рост уровня загрязнения природной среды и в первую очередь почв и растений. В последние десятилетия среди наиболее опасных загрязнителей всё чаще называют тяжёлые металлы. Их миграция и перераспределение в компонентах экосистем зависят как от всего комплекса природных факторов, так и от интенсивности и характера техногенеза (Толкач, 2015). Тяжёлые металлы техногенной природы попадают на поверхность почв, и дальнейшая их судьба зависит от её химических и физических свойств. Из почвы они усваиваются растениями, которые затем попадают в пищу.

Установлено, что распределение тяжёлых металлов в техногенно измененных почвах не подчиняется занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. В перспективе они могут стать более опасными,

чем отходы атомных электростанций и твердые отходы. Загрязнение металлами связано с их широким использованием в промышленном производстве. Почва является основной средой, в которую попадают тяжелые металлы, в том числе из атмосферы и водной среды. Она же служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод, попадающих из нее в Мировой океан.

Основными источниками загрязнения почвенного покрова на территории Казахстана тяжелыми металлами являются предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, тепловые электростанции, транспорт и др. В связи с этим, загрязнение техногенно-нарушенных почв тяжелыми металлами, особенно в больших городах и промышленных центрах, стало одной из актуальных экологических проблем в республике. В промышленных регионах страны распространены значительные очаги антропогенных нарушений и загрязнения почвенного покрова.

Цель работы – изучить процессы накопления и распределения тяжелых металлов в системе «почва-растение» на примере томатов.

Материалы и методы. Материалы для исследования были отобраны в ходе полевых исследований на территориях одного из тепличного комплекса г.Шымкент.

Объектом исследования являлись почва и томаты. Для анализа отбирали зеленую массу, включающую все органы растений. Это позволяет получить более эффективную характеристику, т. к. распределение металлов по органам растений неравномерно. Для отбора проб почвы были заложены ключевые участки, где пробы почв были отобраны методом конверта на глубину корнеобитаемого слоя до 25-30 см. Лабораторный анализ проб по определению тяжелых металлов проводили на базе лаборатории кафедры «экология» Южно-Казахстанского университета им. М. Ауезова.

Содержание тяжелых металлов в образцах почвы, растениях и томатах определялось атомно-абсорбционным методом. В пробах определяли содержание пяти тяжелых металлов различного класса опасности: I-го класса опасности (Pb, Zn, Cd) и II-го класса опасности (Cu, Cr).

Расчет биоаккумуляции (коэффициент биологического накопления) как отношение среднего содержания тяжелых металлов в растениях и на томатах к их среднему содержанию в почвах был произведен по следующей формуле:

$$K_c = \frac{C_t}{C_{cp}}$$

где K_c – коэффициент биологического накопления;

C_t – содержание металла в растении, мг/кг;

C_{cp} – содержание металла в почвенном покрове, мг/кг.

Результаты и обсуждение. Объектом исследования являлись тепличные томаты и почва, где возделывается культура.

Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в почве и на овощах (Нормативы ПДК РК, 2004) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Предельно-допустимая концентрация тяжелых металлов в составе почвы и овощах

Элемент	Класс опасности	ПДК	
		почва	овощи
Pb (свинец)	1	32	0,5
Cu (медь)	2	3	0,045
Zn (цинк)	1	23	0,45
Cr (хром)	2	6,0	0,2
Cd (кадмий)	1	0,5-2,0	0,03

В пробах определяли пять тяжелых металлов – Pb, Cu, Zn, Cr, Cd. Результаты анализов представлены на рисунках 1–3.

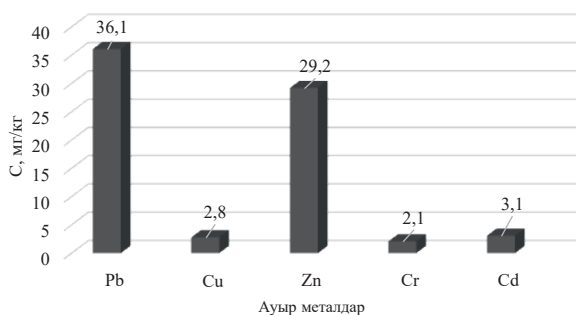


Рисунок 1 – Содержание тяжелых металлов в почве

По содержанию тяжелых металлов в почве можно разделить на 2 группы – повышенной концентрации – Pb (36,1 мг/кг), Zn (29,2), Cd (3,1) при предельно допустимой норме 32, 23 и 0,5-2,0 мг/кг, соответственно и низкой – Cu (2,8), Cr (2,1).

Известно, что свинец и кадмий относятся к одним из тех металлов, которые проявляют сильно выраженные токсикологические свойства даже при самых низких концентрациях и не выполняют какой-либо полезной функции. Они не являются ни жизненно необходимыми, ни благотворными, но даже в малых дозах приводят к нарушению нормальных метаболических функций организма (Конотопчик, 2013).

Наши анализы показали, что уровень концентрации цинка, меди и кадмия превышены (рисунок 3).

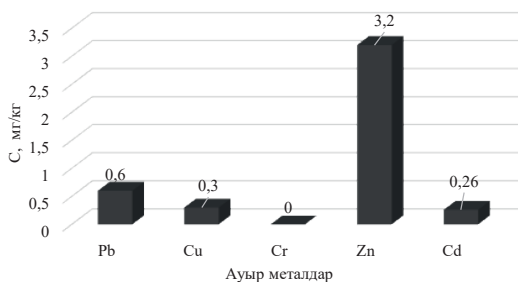


Рисунок 3 – Содержание тяжелых металлов на плодах томатов

На рисунке 3 видно, что концентрация свинца превышена и на плодах томатов – 0,6 мг/кг при ПДК 0,5 и кадмия в 8 раз – 0,26 мг/кг при ПДК – 0,03 на овощных культурах. Также анализы показали, что и концентрация цинка превышена в 7 раз, концентрация меди – в 6 раз. Хрома обнаружено не было.

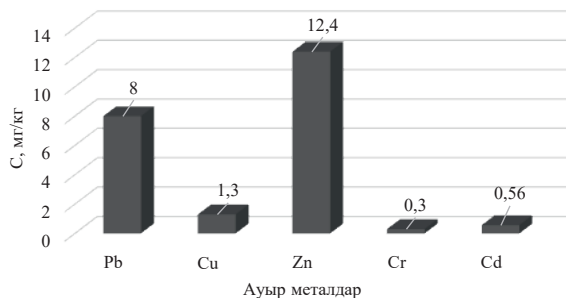


Рисунок 2 – Содержание тяжелых металлов на растениях томатов

Анализ выявления тяжелыми металлами показал, что наибольший вклад в загрязнения растений вносит цинк и свинец – 12,4 и 8 мг/кг, соответственно (рисунок 2).

Концентрация меди и хрома составило 1,3 и 0,3 мг/кг, соответственно. Кадмия – 0,56.

Нами также была рассчитана биоаккумуляция (коэффициент биологического накопления) как отношение среднего содержания тяжелых металлов в растениях и на томатах к их среднему содержанию в почвах.

Результаты расчета коэффициентов биологического накопления по средним величинам содержания металлов в растениях и плодах томатов приведены на рисунке 4.

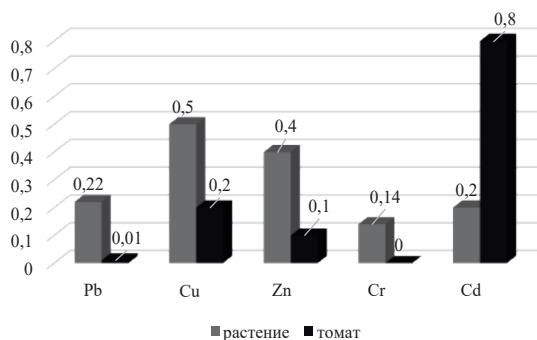


Рисунок 4 – Среднее значение коэффициента биологического накопления в растениях и плодах томатов

По определению В.В. Добровольского (Добровольский, 1998), а также согласно шкалы И.А. Авессаламова (Авессаламов, 1987), если $10 > K_c \geq 1$, то происходит накопление металлов в растениях и, следовательно, их загрязнение. Как следует

из данных представленных на рисунке 4, наибольшее накопление меди и цинка отмечено на растениях, а кадмия – плодах томатов. Для каждого из элементов коэффициента биологического накопления на исследуемой территории в порядке уменьшения образует следующие ряды:

Томаты $Cd > Cu > Zn > Pb$;

Растения $Cu > Zn > Pb > Cr > Cd$

Заключение. Таким образом, полученные данные по оценке степени поглощения тяжелых металлов плодами томатов и растений из почв, свидетельствуют о том, что исследуемая территория загрязнена и концентрация некоторых элементов превышает предельно допустимую концентрацию, что неприемлемо для томатов и других овощей, которые в основном мы употребляем в пищу в свежем виде.

Нами установлено, что наибольший вклад в загрязнения растений вносит цинк и свинец – 12,4 и 8 мг/кг, соответственно. Концентрация меди и хрома составило 1,3 и 0,3 мг/кг, соответственно. Кадмия – 0,56.

Сброс тяжелых металлов в листья, стебли и оболочку семян томатов в процессе их мелиорации носит накопительный характер, освобождая металлы от накопления их в плодах и ядрах семян. Тем самым самоорганизующая система растений не загрязняет семена томатов.

Проведенное исследование предполагает необходимость проверки механизма и времени включения самоорганизующей системы на борьбу с накоплением тяжелых металлов выше уровня их содержания в составе подвижных водорастворимых соединений в почве. Предполагается, что одним из ведущих механизмов такой реакции является процесс постепенного изменения pH в составе стеблей томата.

Конфликт интересов. Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Information about the authors:

Kurganbekov Zhangel'di Nurumbetovich – Master, doctoral student of the Department of Ecology, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan. e-mail: jako_1590@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3647-7121>;

Utabayev Aspondiyar Abdrazahovich – Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Ecology, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan. e-mail: asmat.63@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1572-8315>;

Muhammedov Rustam Sultanovich – Doctor of Medical Sciences, Professor Institute of genetics and plant experimental biology, Tashkent, Uzbekistan e-mail: info@hayot-tech.uz. <https://orcid.org/0000-0002-0190-5106>.

ЛИТЕРАТУРА

Авессаламов И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов / И.А. Авессаламов. – М., 1987. – 108 с.

Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учеб. пособие / В.В. Добровольский. – М., 1998. – 413 с.

Конотопчик Е.Е. Тяжелые металлы в пищевой продукции, реализуемой на территории Хабаровского края // «Ученые заметки ТОГУ» Том 4, № 2, 2013. – С.50-56.

Лицуков С.Д., Кузнецова Л.Н., Ширяев А.В. Влияние средств химизации на накопление свинца и цинка растениями овощных культур на черноземе типичном // Вестник ОрелГАУ, 4(55). – Август, 2015. – С. 86-92.

Лицуков С.Д., Акинчин А.В. Транслокация тяжелых металлов в системе почва- растение. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2013. – 201 с.

Lindebner L. Schwermetalle - Weiser fir die Immissionsbelastung von Wildern // Osterr. Fortztg. 1989. B.100. 3. S.41-42.

Толкач Г.В. Содержание химических элементов в почвах на территории фермерских (крестьянских) хозяйств Брестского района / Г.В. Толкач, С.С. Позняк // Экологический вестник, 2015. – №3(33). – С. 79–88.

Нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных организмов и других биологических веществ, загрязняющих почву, утвержденные совместным приказом Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 30 января 2004 г. N99 и Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан от 27 января 2004 г. Астана. 2004. No 21-П.

REFERENCES

Avessalamov I.A. (1987) Geochemical indicators in the study of landscapes. – Moscow. – 108 p. (in Russ).

Dobrovolsky V.V. (1998) Fundamentals of biogeochemistry: textbook. allowance. – Moscow. – 413 p. (in Russ).

Konotopchik E.E. (2013) Heavy metals in food products sold in the Khabarovsk Territory. Scientific notes of PNU, 4(2), – p. 50-56. (in Russ).

Litsukov S.D., Kuznetsova L.N., Shiryayev A.V. (2015) Influence of chemicals on the accumulation of lead and zinc by vegetable crops on typical chernozem. Vestnik OrelGAU, 4(55). p. 86-92. (in Russ).

Litsukov S.D., Akinchin A.V. (2013) Translocation of heavy metals in the soil-plant system. - Belgorod: Publishing House of BelGSHA. – 201 p. (in Russ).

Lindebner L. (1989) Schwermetalle - Weiser fir die Immissions belastung von Wildern. Osterr. Fortztg. B.100. 3. p.41-42. (in Eng).

Tolkach G.V. Poznyak S.S. (2015) The content of chemical elements in soils on the territory of farms (peasants) of the Brest region. Ecological Bulletin. 3(33). p.79-88. (in Russ).

Standards for maximum permissible concentrations of harmful substances, harmful organisms and other biological substances that pollute the soil, approved by the joint order of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan dated January 30, 2004 No 99 and the Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan dated January 27, 2004 Astana. 2004. No 21-P. (in Russ).

МАЗМҰНЫ

<p>К.Т. Бисембаева, А.С. Хадиева, Е.Н. Маммалов, Г.С. Сабырбаева, Б.М. Нуранбаева КҮРДЕЛІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ПОЛИМЕРЛІК ЕРІТІНДІМЕН МҰНАЙДЫ ЫҒЫСТЫРУ ҮДЕРІСІНІҢ ЗЕРТТЕЛУІ.....</p>	5
<p>Б. Жақып, Б. Аскапова, А. Бақыт, К. Мусабеков ҚАЗАҚСТАН МОНТМОРИЛЛОНИТ НЕГІЗІНДЕ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ БИОНАНОКОМПОЗИТТЕРДІ АЛУ.....</p>	14
<p>М. Жумабек, С.А. Тунгатарова, Г.Н. Кауменова, А. Манабаева, С.О. Котов ТАБИҒИ ГАЗДЫ КОМПОЗИТТИ Ni-Co-Zr КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ПАРЦИАЛДЫ ТОТЫҚТЫРУ.....</p>	26
<p>Ш.С. Ислам, Х.С. Рафиқова, С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керімқұлова, М.А. Кожайсақова МОТОР ОТЫНЫНАН КҮКІРТ ҚОСЫЛЫСТАРЫН ТЕРЕҢ ЭВТЕКТИКАЛЫҚ ЕРІТКІШТЕРМЕН БӨЛІП АЛУ.....</p>	37
<p>Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, Ж.К. Шуханова ШИНА РЕГЕНЕРАТЫ ӨНДІРІСІНДЕ МАЙ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ІЛЕСПЕ ӨНІМДЕРІН ПАЙДАЛАНУ.....</p>	46
<p>Ж. Касенова, С. Кожабеков, Ә. Жубанов, А. Ғалымжан АЛКИЛ ФУМАРАТТАР МЕН ОКТАДЕЦЕН-1-НІҢ СОПОЛИМЕРЛЕРІН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....</p>	58
<p>Р.М. Қудайбергенова, Н.С. Мурзакасымова, С.М. Кантарбаева, Д.Т. Алтынбекова, Г.К. Сугурбекова ГРАФЕН, ГО, ТГО РАМАНДЫҚ СПЕКТРОСКОПИЯСЫ.....</p>	69
<p>А. Қадырбаева, Д. Уразкелдиева, Р. Тәңірбергенов, Г. Шаймерденова ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ «ТАСТЫ ТҰЗ» КЕН ОРНЫНДАҒЫ ТЕХНИКАЛЫҚ НАТРИЙ ХЛОРИДІН ТАЗАЛАУ.....</p>	80
<p>Ж.Н. Қорғанбеков, А.А. Өтебаев, Р.М. Мухамедов «ТОПЫРАҚ-ӨСІМДІК» ЖҮЙЕСІНДЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ЖИНАЛУЫ ЖӘНЕ ТАРАЛУЫ.....</p>	88
<p>К.М. Маханбетова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, Е.Ж. Габдуллина, М. Ілиясқызы ЕШКІ СҮТІ – БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОЛЫҚҚҰНДЫ ШИКІЗАТ.....</p>	96

Б.Ж. Мулдабекова, А.М. Токтарова, Р.А. Изтелиева, М.Б. Атыханова, А. А. Сейдімханова КОМПОЗИТТІК ҰНДАРДЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН БАҚЫЛАУ.....	107
Н.С. Мурзакасымова, М.А. Гавриленко, Н.А. Бектенов, Р.М. Кудайбергенова, Г.А. Сейтбекова МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН КӨМІРДЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ СОРБЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	118
А.А. Өтебаев, Ж.Н. Қорғанбеков, Р.М. Мухамедов КӨКӨНІС ДАҚЫЛДАРЫНДАҒЫ АУЫР МЕТЕЛДАРДЫ БИОТЕСТІЛЕУ.....	126
Ж.А. Сайлау, Н.Ж. Алмас, Қ. Тоштай, А.А. Алдонгаров TiO ₂ КАТАЛИТИКАЛЫҚ БЕТІ АРҚЫЛЫ БИООТЫННАН ГЛИЦЕРОЛДЫ АДСОРБЦИЯЛАУ ПРОЦЕССИН ТЕОРИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА ЗЕРТТЕУ.....	136

СОДЕРЖАНИЕ

К.Т. Бисембаева, А.С. Хадиева, Е.Н. Маммалов, Г.С. Сабырбаева, Б.М. Нуранбаева ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ПОЛИМЕРНЫМИ РАСТВОРАМИ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	5
Б. Жақып, Б. Аскапова, А. Бақыт, К. Мусабеков РАЗРАБОТКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ БИОНАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ КАЗАХСТАНСКОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА.....	14
М. Жумабек, С.А. Тунгатарова, Г.Н. Кауменова, А. Манабаева, С.О. Котов Ni-Co-Zr КОМПОЗИТНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	26
Ш.С. Ислам, Х.С. Рафикова, С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керимкулова, М.А. Кожайсакова ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ ИЗ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ГЛУБОКИМИ ЭВТЕКТИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ.....	37
Г.Н. Калматаева, Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Д.Д. Асылбекова, Ж.К. Шуханова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ ПРОДУКТОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШИННОГО РЕГЕНЕРАТА.....	46
Ж. Касенова, С. Кожабеков, Ә. Жубанов, А. Галымжан СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГРЕБНЕОБРАЗНЫХ СОПОЛИМЕРОВ АЛКИЛ ФУМАРАТОВ С ОКТАДЕЦЕНОМ-1.....	58
Р.М. Кудайбергенова, Н.С. Мурзакасымова, С.М. Кантарбаева, Д.Т. Алтынбекова, Г.К. Сугурбекова РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГРАФЕНА, ГО, ВГО.....	69
А. Кадырбаева, Д. Уразкелдиева, Р. Танирбергенов, Г. Шаймерденова ОЧИСТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ХЛОРИДА НАТРИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТАСТЫ ТҮЗ» РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	80
Ж.Н. Курганбеков, А.А. Утебаев, Р.С. Мухамедов НАКОПЛЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ».....	88

- К.М. Маханбетова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, Е.Ж. Габдуллина,
М. Илияскызы**
КОЗЬЕ МОЛОКО – ПОЛНОЦЕННОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ.....96
- Б.Ж. Мулдабекова, А.М. Токтарова, Р.А. Изтелиева, М.Б. Атыханова,
А.А. Сейдімханова**
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОМПОЗИТНОЙ МУКИ.....107
- Н.С. Мурзакасымова, М.А. Гавриленко, Н.А. Бектенов,
Р.М. Кудайбергенова, Г.А. Сейтбекова**
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
НА МОДИФИЦИРОВАННОМ УГЛЕ.....118
- А.А.Утебаев, Ж.Н.Курганбеков, Р.С.Мухамедов**
БИОТЕСТИРОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОВОЩНЫХ
КУЛЬТУРАХ.....126
- Ж.А. Сайлау, Н.Ж. Алмасов, К. Тоштай, А.А. Алдонгаров**
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ГЛИЦЕРИНА
ИЗ БИОТОПЛИВА ЧЕРЕЗ КАТАЛИТИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ TiO_2136

CONTENTS

K. Bissembayeva, A. Khadiyeva, E. Mamalov, G. Sabyrbayeva, B. Nuranbayeva
RESEARCH OF THE PROCESS OF OIL DISPLACEMENT BY POLYMER
SOLUTION IN COMPLICATED GEOLOGICAL CONDITIONS.....5

B. Zhakyp, B. Askapova, A. Bakyt, K. Musabekov
DEVELOPMENT OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE BIONANOCOMPOSITES
BASED ON KAZAKHSTAN MONTMORILLONITE.....14

M. Zhumabek, S.A. Tungatarova, G.N. Kaumenova, A. Manabayeva, S.O. Kotov
Ni-Co-Zr COMPOSITE CATALYSTS FOR PARTIAL OXIDATION
OF NATURAL GAS.....26

**Sh.S. Islam, Kh.S. Rafikova, S.B. Ryspaeva, A.Zh. Kerimkulova,
M.A. Kozhaisakova**
EXTRACTION OF SULFUR COMPOUNDS FROM MOTOR FUEL WITH
DEEP EUTECTIC SOLVENTS.....37

**G.N. Kalamatayeva, G.F. Sagitova, S.A. Sakibayeva, D.D. Asylbekova,
Zh.K. Shukhanova**
THE USE OF RELATED PRODUCTS OF THE FAT AND OIL INDUSTRY
IN THE PRODUCTION OF TIRE REGENERATE.....46

Zh. Kassenova, S. Kozhabekov, A. Zhubanov, A. Galymzhan
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF COMB-LIKE ALKYL
FUMARATE – OCTADECEN-1 COPOLYMERS.....58

**R. Kudaibergenova, N. Murzakassymova, S. Kantarbaeva, D. Altynbekova,
G. Sugurbekova**
RAMAN SPECTROSCOPY OF GRAPHENE, GO, RGO.....69

A. Kadirbayeva, D. Urazkeldiyeva, R. Tanirbergenov, G. Shaimerdenova
PURIFICATION OF TECHNICAL SODIUM CHLORIDE FROM THE TASTY
TUZ DEPOSIT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....80

ZH.N. Kurganbekov, A.A. Utebaev, R.S. Muhamedov
ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE
SOIL-PLANT SYSTEM.....88

**K.M. Makhanbetova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova,
E.Zh. Gabdullina, M. Iliyaskyzy**
GOAT'S MILK – WHOLE BIOLOGICAL RAW MATERIAL.....96

B. Muldabekova, A. Toktarova, R. Iztelieva, M. Atykhanova, A. Seidimkhanova QUALITY AND SAFETY CONTROL OF COMPOSITE FLOUR.....	107
N.S. Murzakassymova, M.A. Gavrilenko, N.A. Bektenov, R.M.Kudaibergenova, G.A. Seitbekova¹ INVESTIGATION OF THE SORPTION OF HEAVY METALS ON MODIFIED COAL.....	118
A.A. Utebaev, Zh.N. Kurganbekov, R.S. Muhamedov BIOTESTING OF HEAVY METALS IN VEGETABLE CROPS.....	126
Zh.A. Sailau, N.Zh. Almas, K. Toshtay, A.A. Aldongarov THEORETICAL STUDY OF THE GLYCEROL ADSORPTION FROM THE BIOFUEL OVER TiO ₂ CATALYTIC SURFACE.....	136

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

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.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*
Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 05.12.2022.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.