

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халык»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
1 (458)

JANUARY – MARCH 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и WoS и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

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/arithiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

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

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/arithiv>

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

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

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, 2024

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 1. Number 458 (2024), 153–163

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.214>

UDC: 54.057

© **A.I. Samadun^{1*}, B.R. Taussarova¹, G.T. Daribayeva¹,
D.E. Nurmukhanbetova², 2024**

¹Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan;

²Narxoz University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: abdu.93_93@mail.ru

SYNTHESIS OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES AND APPLICATION FOR FOOD PACKAGING

Samadun A.I. — doctoral student of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan

E-mail: abdu.93_93@mail.ru. ORCID:0000-0002-5286-5175;

Taussarova B.R. — professor of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Doctor of Chemical Sciences, Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan

E-mail: birtausarova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2718-2102;

Daribayeva G.T. — PhD, Head of the testing laboratory Almaty Technological University, 100 Tole bi str., Almaty, Kazakhstan

E-mail: daribaeva.80@mail.ru. ORCID :0000-0003-4109-5272;

Nurmukhanbetova D.E. — candidate of technical sciences, assistant professor, Narxoz University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: dinara.nurmukhanbetova@narxoz.kz. ORCID: 0000-0002-8939-6325.

Abstract. Microbial contamination is the main cause of food spoilage. Antimicrobial agents are used to extend the shelf life of food products. They also serve the food packaging industry as they are used to form antimicrobial packaging films that preserve the structure, texture, color and nutritional value of food products. In this study, a method was created for the production of copper oxide nanoparticles that were stabilized with gelatin and pectin. The synthesis process was carried out through direct chemical precipitation, while copper chlorides were used as starting compounds for the production of copper oxide. Gelatin and pectin were used as stabilizers. As a result, particles with a minimum diameter of 62 nm were formed in an aqueous solution. According to spectroscopic data, the nanoparticles synthesized in an aqueous solution were stable. The effect of pH on the colloidal stability of copper oxide nanoparticles has been investigated, and it has been shown that the samples are stable in the pH range 6.5–10.2. CuO nanoparticles stabilized with gelatin and pectin exhibit antimicrobial activity in certain concentrations, which makes it possible to increase the shelf life of food products as nanopackaging materials. The possibility of using polylactide films

modified with CuO nanoparticles for packaging and storage of solid products has been investigated. The distribution of CuO nanoparticles in the polylactide film was uniform. The results showed that CuO nanoparticles stabilized with gelatin and pectin have a high potential for use in food packaging, both as an independent nanofilm and as part of other packaging materials.

Keywords: CuO nanoparticles, gelatin, pectin, polylactide, antimicrobial, packaging

© А.И. Самадун^{1*}, Б.Р. Таусарова¹, Г.Т. Дарибаева¹,
Д.Е. Нурмуханбетова², 2024

¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан;

²Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: abdu.93_93@mail.ru

МЫС ОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ОРАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ

Самадун А.И. — «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының докторанты, Алматы технологиялық университеті, Төле би көш. 100, Алматы, Қазақстан
E-mail: abdu.93_93@mail.ru. ORCID:0000-0002-5286-5175;

Таусарова Б.Р. — «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының сениор-лекторы, т.ғ. докторы, профессор Алматы технологиялық университеті, Төле би көш. 100, Алматы, Қазақстан
E-mail: birtausarova@mail.ru. Orcid ID 000-0001-8322-4592;

Дарибаева Г.Т. — «Тағам қауіпсіздігі» сынақ зертханасының меңгерушісі, PhD докторы, Алматы технологиялық университеті, Төле би көш. 100, Алматы, Қазақстан
E-mail: daribaeva.80@mail.ru. ORCID :0000-0003-4109-5272;

Нурмуханбетова Д.Е. — т.ғ.к., ассист-профессор, Нархоз Университеті. Алматы, Қазақстан
E-mail: dinara.nurmukhanbetova@narhoz.kz. ORCID: 0000-0002-8939-6325.

Аннотация. Тағам өнімінің бұзылуының негізгі себебі микробтармен ластануы болып табылады. Микробқа қарсы заттар тағамның жарамдылық мерзімін ұзарту үшін қолданылады. Олар тамақ өнеркәсібінде де қолданылады, өйткені олар тағамның құрылымын, құрылымын, түсін және тағамдық құндылығын сақтайтын микробқа қарсы қаптама пленкаларын жасау үшін қолданылады. Бұл зерттеуде желатин мен пектинді тұрақтандырғыш ретінде қолданып мыс оксидінің нанобөлшектерін синтездеу әдісі жасалды. Синтез тікелей химиялық тұндыру арқылы жүзеге асырылды. Мыс оксидін синтездеу үшін бастапқы зат ретінде мыс хлориді пайдаланылды. Тұрақтандырғыш ретінде желатин мен пектин қолданылды. Нәтижелер, нанобөлшектердің ең кіші диаметрі сулы ортада 62 нм болатынын көрсетті. Сулы ортада синтезделген мыс оксидінің нанобөлшектері жоғары тұрақтылыққа ие екендігін спектроскопиялық нәтижелер көрсетті. Коллоидты ерітінділердегі мыс нанобөлшектерінің тұрақтылығына рН-тың әсерін зерттеу нәтижесі рН 6,5–10,2-ге дейінгі аралықта үлгінің тұрақты екенін көрсетті. Желатин, пектинмен тұрақтандырылған CuO нанобөлшектері белгілі концентрацияда микробқа қарсы белсенділік көрсететіндігі анықталғ. Нанопакеттер тағамның сақтау мерзімін ұзартуды қамтамасыз ете алады. Қатты

тағамдарды орау және сақтау үшін CuO нанобөлшектерімен модификацияланған полилактидті пленкаларды қолдану мүмкіндігі зерттелді. Полилактидті пленкадағы CuO нанобөлшектерінің таралуы біркелкі болды. Алынған нәтижелер желатинмен және пектинмен тұрақтандырылған CuO нанобөлшектерін азық – түлік қаптама материалдарын, нанопленкаларды алуда пайдалану мүмкіндігі жоғары екеніндігін көрсетті.

Түйін сөздер: CuO нанобөлшектері, желатин, пектин, полилактид, микробқа қарсы, қаптама

© А.И. Самадун^{1*}, Б.Р. Таусарова¹, Г.Т. Дарибаева¹,
Д.Е. Нурмуханбетова², 2024

¹Алматинский технологический университет, Республика Казахстан;

²Университет Нархоз, г. Алматы, Казахстан.

E-mail: abdu.93_93@mail.ru

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Самадун А.И. — докторант кафедры «Химии, химической технологии и экологии» Алматинский технологический университет, ул. Толе би. 100, Алматы, Казахстан

E-mail: abdu.93_93@mail.ru. ORCID:0000-0002-5286-5175;

Таусарова Б.Р. — профессор кафедры «Химия, химическая технология и экология», д.х.н., Алматинский технологический университет, ул. Толе би. 100, Алматы, Казахстан

E-mail: birtausarova@mail.ru. Orcid ID 0000-0002-2718-2102;

Дарибаева Г.Т. — заведующая испытательной лабораторией «Пищевая безопасность», доктор PhD, Алматинский технологический университет, ул. Толе би. 100, Алматы, Казахстан

E-mail: daribaeva.80@mail.ru. ORCID :0000-0003-4109-5272;

Нурмуханбетова Д.Е. — к.т.н., ассист-профессор, Университет Нархоз. Алматы, Казахстан

E-mail: dinara.nurmukhanbetova@narhoz.kz. ORCID: 0000-0002-8939-6325.

Аннотация. Микробное загрязнение является основной причиной порчи пищевых продуктов. Противомикробные агенты используются для продления срока хранения пищевых продуктов. Они также служат индустрии упаковки пищевых продуктов, поскольку используются для формирования антимикробных упаковочных пленок, которые сохраняют структуру, текстуру, цвет и пищевую ценность продуктов. В данном исследовании был создан метод получения наночастиц оксида меди, которые были стабилизированы желатином и пектином. Процесс синтеза проводился через прямое химическое осаждение, при этом в качестве исходных соединений для получения оксида меди использовались хлориды меди. Желатин и пектин использовались в качестве стабилизаторов. В результате в водном растворе были сформированы частицы с минимальным диаметром 62 нм. Согласно спектроскопическим данным, наночастицы синтезированные в водном растворе, были стабильны. Влияние pH на коллоидную стабильность наночастиц оксида меди было исследовано, и показано, что образцы стабильны в диапазоне pH 6,5–10,2. Наночастицы CuO, стабилизированные

желатином и пектином, проявляют антимикробную активность в определенных концентрациях, что позволяет увеличить срок хранения пищевых продуктов в качестве наноупаковочных материалов. А работе исследована возможность использования пленок полилактида, модифицированных наночастицами CuO, для упаковки и хранения твердых продуктов. Распределение наночастиц CuO в полилактидной пленке было равномерным. Результаты показали, что наночастицы CuO, стабилизированные желатином и пектином, обладают высоким потенциалом для использования в упаковке пищевых продуктов – как в качестве самостоятельной нанопленки, так и в составе других упаковочных материалов.

Ключевые слова: наночастицы CuO, желатин, пектин, полилактид, антимикробная, упаковка

Introduction

Copper (II)oxide (CuO) is known as a p-type semiconductor with a narrow bandgap that ranges from 1.9 to 2.1 eV. This material has promising useful physical properties such as high temperature superconductivity, electron correlation effects, and spin dynamics. CuO nanoparticles have found wide application in various fields of science and technology, including electronics (Singh, 2017: 16–34), agriculture (Mousa, 2020: 155–160), medicine (Amalraj, 2019: 102), and solar energy (Tunçsoy, 2021: 412–420). CuO nanoparticles can be used to remove organic pollutants from wastewater. However, the use of CuO nanoparticles in food formulations is still limited due to increased toxicity (Katsumiti, 2018: 146–158). CuO nanoparticles at a concentration of 1–50 µg/ml have a dose-dependent cytotoxic effect on the human body. To improve their application in the food industry, researchers are striving to find optimal approaches to the synthesis and stabilization of CuO nanoparticles, if necessary to reduce toxicity, maintain or even improve their beneficial properties.

Nanoparticles are often used in the food industry to create antibacterial films (Esmailzadeh, 2021: 1671–1682). Today, research is underway to develop antimicrobial packaging materials using various nanoparticles, including CuO (Jovanović, 2021: 2865). Nanopackets can be applied to food by wrapping, dipping, brushing or spraying to provide a selective barrier against the movement of gases, moisture and dissolved materials, as well as protection against mechanical damage (Yousuf, 2018: 198–209). The main developments are aimed at obtaining nanoparticles with subsequent surface treatment of finished packaging materials. According to many researchers, the activity of nanoparticles depends on the shape and their dispersion (Singh, 2021: 101). An important aspect when developing food packaging with nanocompositions is the stabilization of nanoparticles. The stability of nanoparticles in the polymer composition of packaging materials is a condition for bactericidal activity and migration of nanoparticles into the product (Kayani, 2015: 3704–3709) and depends on the synthesis method. With high stability, migration of CuO nanoparticles into the product will be excluded, which guarantees the absence of toxicity of the packaging material.

CuO nanoparticles: sol–gel method (Arunkumar, 2019: 698–705), sonochemical method, hydrothermal method (Silva, 2019: 1–13), reverse micelles method, and exploding wire method.

It is important to note that for use in real systems, nanoparticles must be stabilized to prevent aggregation, coagulation and sedimentation, which lead to particle enlargement and loss of physicochemical properties associated with the nanoscale state (Blinov, 2021: 209–217).

To stabilize CuO nanoparticles, various surfactants can be used, such as: sodium dodecyl sulfate, cetyltrimethylammonium bromide, alkyloxyethyltrimethylammonium chloride, polyvinylpyrrolidone (PVP) (Korpy, 2020: 158), monomers acrylonitrile and methyl methacrylate (Iqbal, 2020: 224), polyethylene glycol (PEG) (Rodríguez, 2021: 161–181), etc. However, there is no mention in the literature of the use of pectin to stabilize copper oxide nanoparticles. Pectin - This heteropolysaccharide, a structural acid found in the primary lamina, middle lamina, and cell walls of plants. The main chemical component of pectin is galacturonic acid, with a long coiled-coil chain of repeating units and high molecular weight, and has the properties of a lyophilic colloid. Unlike other natural colloids (gelatin, agar-agar), pectin sols turn into a gel only in the presence of sugar and acid or polyvalent metals.

Gelatin - it is a food ingredient that is a mixture of linear polypeptides with different molecular weights. Gelatin contains up to 18 amino acids. Gelatin contains both negatively charged carboxyl and hydroxyl groups and positively charged amino groups.

Based on the analysis of literature sources, it was decided to investigate a method for producing copper nanoparticles by reduction with ascorbic acid (Blinov, 2020: 56–70).

The purpose of this work was to develop a method for the synthesis of CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin, to study their colloidal stability in various dispersion media and to study the possibility of their use in food packaging.

Materials and methods

Copper (II) chloride, 2-aqueous (Sigma-Aldrich Pty Ltd, a subsidiary of Merck KGaA, Darmstadt, Germany), gelatin (Sigma-Aldrich Pty Ltd, a subsidiary of Merck KGaA, Darmstadt, Germany), sodium hydroxide (Shandong Zhoushun International Trade Co., Ltd), Ascorbic Acid-L (Sigma-Aldrich Pty Ltd, a subsidiary of Merck KGaA, Darmstadt, Germany), pectin (Jiaying Renze Import & Export Co., Ltd.).

Method for the synthesis of CuO nanoparticles

CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin were prepared by direct chemical precipitation. Copper (II) chloride was used as precursors for CuO nanoparticles. Pectin and gelatin acted as a stabilizer, ascorbic acid was used as a reducing agent, and sodium hydroxide was used as a precipitant. Distilled water was used as the reaction medium.

CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin were prepared by the following procedure: 0.03 g of precursor (copper chloride), 0.03 g of gelatin and 0.1 g of ascorbic acid were dissolved in 90 ml of reaction medium (distilled water), a similar procedure was carried out with pectin. The resulting solution was heated to boiling with constant stirring and an additional 0.5% NaOH solution was added to pH=10. The sample was stirred for 2–3 minutes, cooled to room temperature, and stirred at room temperature for 20 minutes. As a result, a sol of copper oxide nanoparticles was obtained.

CuO nanoparticles

CuO nanoparticle samples and elemental composition data were obtained using an INTEGRA TERMA scanning electron microscope and integration of probe and optical

microscopy and spectroscopy, AFM – Raman – SNOM – TERS. The samples were dried for testing. The samples were prepared as follows: double-sided conductive carbon tape was glued to a standard tool table. Powder applied to conductive carbon tape CuO. Then a carbon coating about 10 nm thick was applied. pH was measured using a Testo 206 ph1 pH meter using a combined silver chloride electrode.

Preparation and study of polylactide films modified with CuO nanoparticles.

To prepare packaging material modified with CuO nanoparticles, we used polylactide film, which is often used in the production of eco-bags. We took the company's regular polylactide film ECO Products Group LLP (Astana) as a control sample.

Polylactide films modified with CuO nanoparticles on the quality and shelf life of bread was studied.

For the experiment, we took white wheat bread produced by “Aksai Nan” (Almaty). The expiration date at the time of purchase was 3 days. To study the initial parameters of bread, on the day the experiment began, slices weighing 50 ± 0.2 g corresponding to the amount of experimental films were cut.

Bread samples were stored in a SKTB TS-1/80 SPU thermostat at a temperature of $30 \pm 1^\circ\text{C}$ for 120 ± 3 hours of the experiment. After time, microbiological analysis was carried out. The analysis was carried out in accordance with State standard 10444.15–94 Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. The method for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms by sowing into agar nutrient media is based on sowing the product or diluting a sample of the product into the nutrient medium, incubating the crops, and counting all grown visible colonies.

In order to identify the migration of copper nanoparticles to products, the elemental composition of control and experimental samples was studied on a KVANT-Z.ETA atomic absorption spectrometer according to State standard 30178-96 Raw materials and food products. Atomic absorption method for determining toxic elements.

Results and discussion

Characteristics of CuO nanoparticles

CuO nanoparticles were obtained using copper (II) chloride. The synthesis was carried out in an aqueous medium. The resulting samples were studied by Raman spectroscopy, the spectra are shown in Figure 1.

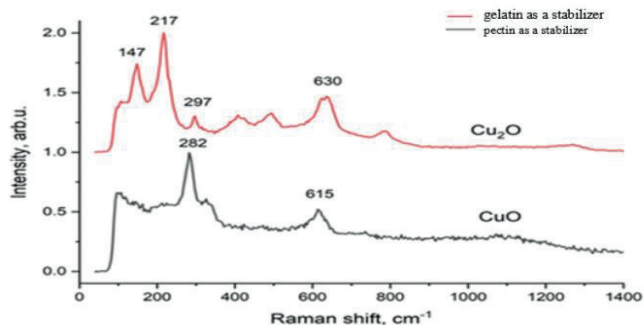


Figure 1 – Raman spectra of the studied nanoparticles

During the reaction, the solutions changed from colorless to yellow, and then to a dark brown color, as can be seen from Figure 2. The maximum optical density was demonstrated by solutions at 590–640 nm, results are listed in tables 1 and 2. This corresponds to the surface plasma resonance of copper nanoparticles. Diagram of the optical density of the resulting chemical compound, obtained from a Jenway 6705 spectrophotometer instrument, (Jenway, England, scanning in the visible range (190–1100 nm), bandwidth 4 nm) in Figure - 3.

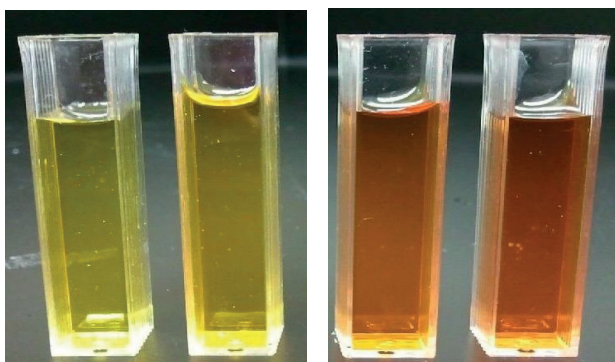


Figure 2 – Color change during the formation of copper nanoparticles

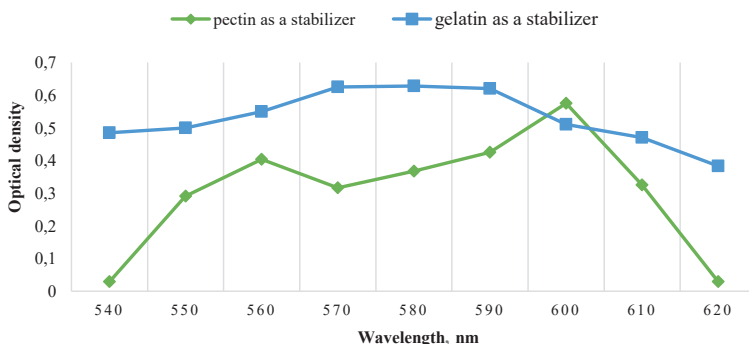


Figure 3 – Graph of the data obtained on the Jenway 6705 spectrophotometer

Table 1 - Optical densities when using gelatin as a stabilizer in initial solutions

CuCl ₂ : ascorbic acid (1:3)									
Wavelength λ, nm	580	590	600	610	620	630	640	650	670
Optical density	0.485	0.500	0.550	0.625	0.628	0.620	0.510	0.470	0.383

Table 2 - Optical densities when using pectin as a stabilizer in initial solutions

CuCl ₂ : ascorbic acid (1:3)									
Wavelength λ, nm	550	560	570	580	590	600	610	620	550
Optical density	0.029	0.291	0.404	0.316	0.367	0.425	0.575	0.325	0.029

Is worth noting that the optical spectra of colloidal solutions have a characteristic maximum of surface plasma resonance. When analyzing colloidal solutions, it was

found that for spherical copper nanoparticles stabilized gelatin, the position of the surface plasmon resonance was 580–620 nm. For copper nanoparticles stabilized by pectin, the position of the surface plasmon resonance was 570–610 nm.

CuO nanoparticles were studied using scanning electron microscopy. The obtained data are presented in Figure 4.

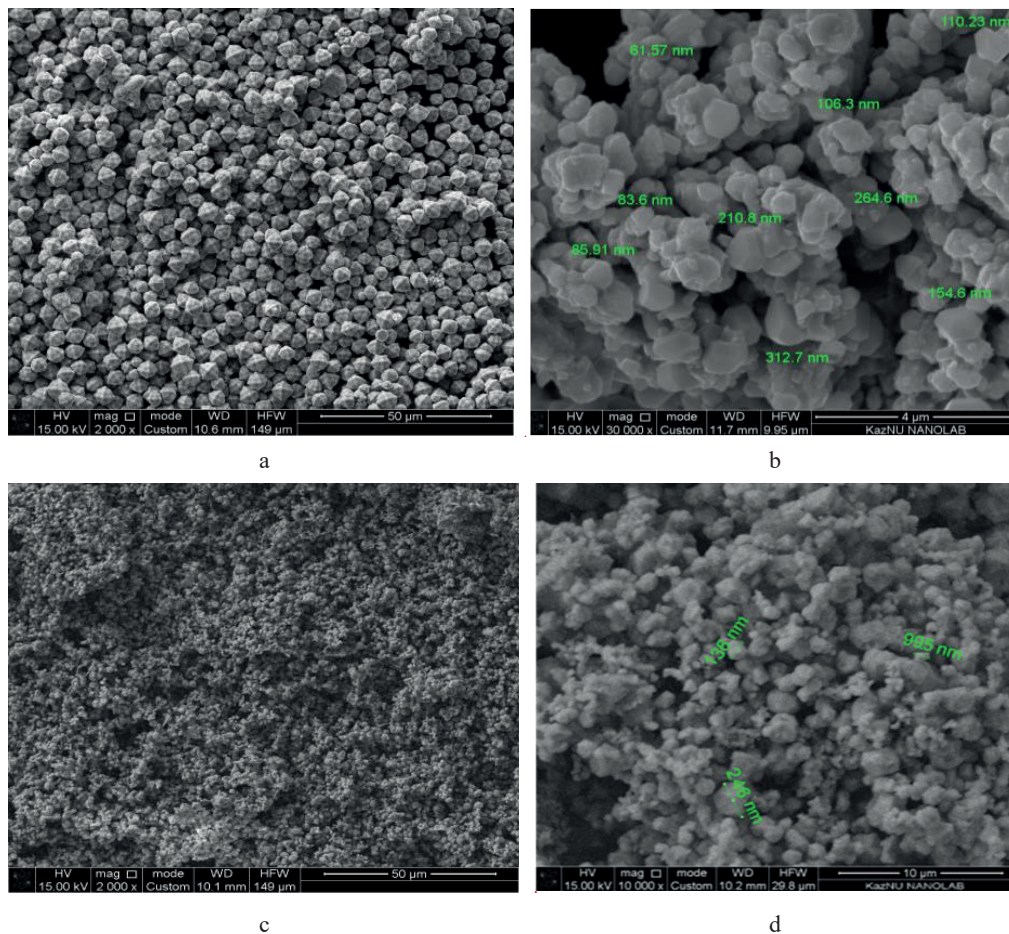


Figure 4 – Photographs of copper nanoparticles, (a), (b) when using gelatin as a stabilizer and (c), (d) when using pectin, taken using EFM at different resolutions

SEM results showed that in samples obtained in an aqueous environment, nanoparticles have a diameter from 62 to 313 nm.

Analysis of the elemental composition of the solutions showed that they contain the following elements Cu, O, Cl and C in all samples. X-ray spectral analysis. was carried out electron microprobe EDAX analyzer (Energy-Dispersive X- ray Analyzer). Elemental analysis spectra are shown in Figures 5, 6.

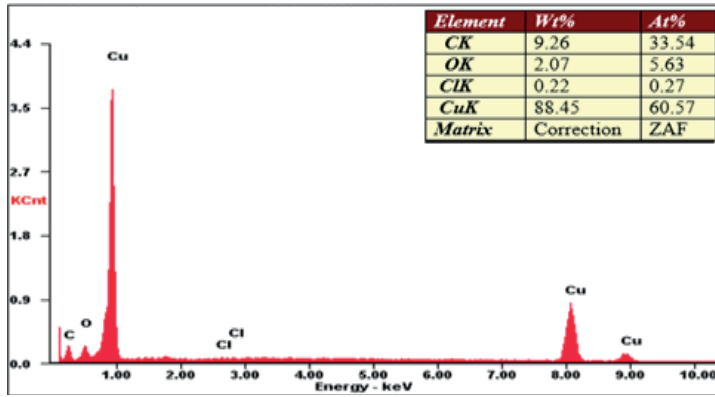


Figure 5 – Elemental analysis spectrum of the resulting copper nanoparticles using pectin as a stabilizer

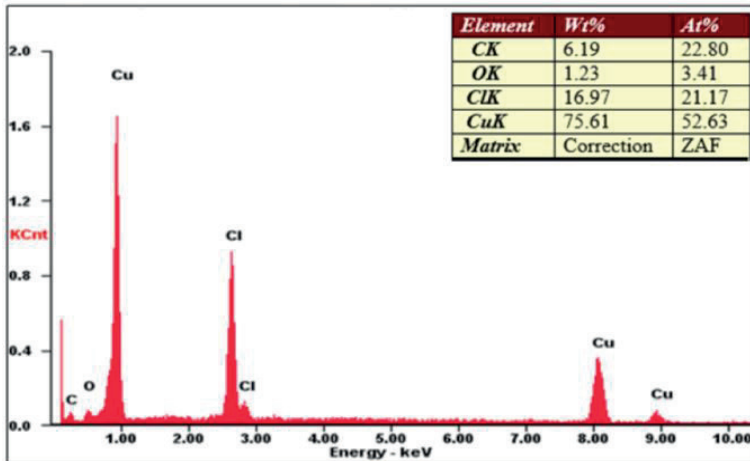


Figure 6 – Elemental analysis spectrum of the resulting copper nanoparticles using gelatin as a stabilizer

To prepare packaging material modified with CuO nanoparticles, polylactide film was used, which is often used in food packaging. Nanoparticles were deposited onto the film by sputtering.

Next, we studied the effect of polylactide films modified with CuO nanoparticles on changes in microbiological purity during storage of bread (Table 3).

Table 3 - Dynamics of changes in microbiological parameters of bread samples during storage

№	Sample	QMAFAnM indicator, CFU/g						
		Day 1	Day 2	Day 3	4 day	5 day	Day 6	Day 7
1	Bread without packaging	1.5*10 ²	2.5*10 ²	3.5*10 ²	6.5*10 ²	9.5*10	Solid growth	Solid growth
2	Bread with control without processing	1.0*10 ²	1.5*10 ²	2.0*10 ²	4.2*10 ²	8.5*10 ²	Solid growth	Solid growth

3	Bread with processed packaging (using gelatin as a stabilizer)	$1.0 \cdot 10^2$	$1.2 \cdot 10^2$	$1.5 \cdot 10^2$	$1.8 \cdot 10^2$	$3.2 \cdot 10^2$	$3.5 \cdot 10^2$	$4.5 \cdot 10^2$
4	Bread with processed packaging (using pectin as a stabilizer)	$1.0 \cdot 10^2$	$1.1 \cdot 10^2$	$1.2 \cdot 10^2$	$2.0 \cdot 10^2$	$2.5 \cdot 10^2$	$3.8 \cdot 10^2$	$4.5 \cdot 10^2$

According to the results presented in Table 3, it was found that films modified with CuO nanoparticles reduced the growth and development of QMAFAnM in experimental bread samples compared to the control bread sample. The data obtained show the activity of CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin, and also coincides with the data of other authors (Gvozdenko, 2022: 198–209), who studied the antibacterial activity of CuO nanoparticles.

Conclusions

CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin, the study of their colloidal stability in various dispersion media, and the possibility of their use in bread packaging has been studied.

The results showed that the use of copper chloride as a precursor allows the production of copper (II)oxide. According to the data, copper oxide nanoparticles stabilized by gelatin and pectin in an aqueous medium had a smallest particle diameter of 62 nm. A study of the effect of pH on colloidal stability showed that the sample in the pH range from 6.5 to 10.2 was stable. It was assumed that stabilization occurs due to the interaction of CuO nanoparticles with hydroxyl groups of gelatin and pectin. CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin have been found to have antimicrobial activity and can be used as a material for food nanobags, providing increased shelf life of products, as shown in the example of bread. High level of stability of CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin, will also facilitate their use in the creation of active packaging materials for food products.

It was found that polylactide films modified with CuO nanoparticles inhibited the growth and development of QMAFAnM in experimental bread samples. The study showed that when bread was stored in an incubator at 30 ± 1 °C for 7 days, CuO nanoparticles did not migrate into the film product. Copper concentrations in the experimental samples remained at the same level, in the amount of $0.016 \mu\text{g}/\text{kg}$, which is not a toxic concentration. In general, these indicators of CuO nanoparticles confirm the high stability of colloidal solutions. The surface morphology was studied by electron microscopy. The results obtained showed that when using gelatin as a stabilizer, the maximum size of copper nanoparticles was 313 nm, and when using pectin, the particle size was 246 nm.

Thus, the experimental results show that CuO nanoparticles stabilized by gelatin and pectin have high potential for use in food packaging - both as an independent nanofilm and as part of other packaging materials.

REFERENCES

- Arunkumar B., Johnson Jeyakumar S. & Jothibas M. A. (2019). Sol-gel approach to the synthesis of CuO nanoparticles using Lantana camara leaf extract and their photo catalytic activity. *Optik (Stuttg)*, — 183, — 698–705. — <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.02.046>
- Amalraj S. & Michael P.A. (2019). Synthesis and characterization of Al₂O₃ and CuO nanoparticles into nanofluids for solar panel applications. *Results Phys.* — 15, — 102797. — <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.102797>
- Blinov A.V. (2021). Synthesis of nanosized manganese methahydroxide stabilized by cystine. *Mater. Chem. Phys.*, — 265, — 124510. — <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.124510>
- Blinov A.V. (2020). Synthesizing and studying the structure of nanoscale copper (II)oxide stabilized by polyethylene glycol. *Her Bauman Moscow State Tech. Univ. Ser. Nat. Sci.*, — 3, — 56–70. — <https://doi.org/10.1007/s00339-022-06355-6>
- Esmailzadeh H. (2021). CuO /LDPE nanocomposite for active food packaging application: a comparative study of its antibacterial activities with ZnO /LDPE nanocomposite. *Polym. Bull.*, — 78, — 1671–1682. — <https://doi.org/10.1007/s00289-020-03175-7>
- Gvozdenko A.A., Siddiqui S.A., Blinov A.V. (2022). Synthesis of CuO nanoparticles stabilized with gelatin for potential use in food packaging applications. *Sci Rep*, — 12, — 12843. — <https://doi.org/10.1007/s42535-022-00546-5>
- Iqbal Z., Siddiqui V.U., Alam M. & Siddiqi W.A. (2020). Synthesis of copper (II) oxide nanoparticles by pulsed sonoelectrochemical method and its characterization. *AIP Publ. LLC*, — 2276, — 020010. — <https://doi.org/10.1063/5.0025688>
- Katsumiti A. (2018). Cytotoxicity and cellular mechanisms of toxicity of CuO NPs in mussel cells in vitro and comparative sensitivity with human cells. *Toxicol. Vit.*, — 48, — 146–158. — <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2018.01.013>
- Korpy's M., Dzido G., Mohsen H. & W'ojcik J. (2020). Experimental and numerical study on heat transfer intensification in turbulent flow of CuO –water nanofluids in horizontal coil. *Chem Eng Process - Process Intensification*, — 153, — 107983. — <https://doi.org/10.1016/j.cep.2020.107983>
- Kayani Z.N., Umer M. & Riaz S. (2015). Characterization of copper oxide nanoparticles fabricated by the Sol – Gel method. *J. Electron. Mater.* — 44, — 3704–3709. — <https://doi.org/10.1007/s11664-015-3867-5>
- Mousa A.M. (2020). Biosynthetic new composite material containing CuO nanoparticles produced by *Aspergillus terreus* for 47Sc separation of cancer theranostics application from irradiated Ca target. *Appl. Radiat. Isot.*, — 166, — 109389. — <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109389>
- Rodríguez B., Ramírez S., Gutiérrez P., Silva N. & Díaz- Aburto I. (2021). Oxide copper nanoparticles stabilized by acrylonitrile and methyl methacrylate polar monomers through a ligand exchange reaction. *Mater. Res. Express*, — 8, — 045002. — <https://dx.doi.org/10.1088/2053-1591/abf0bb>
- Singh P.K., Das, A.K., Hatui G. & Nayak G.C. (2017). Shape controlled green synthesis of CuO nanoparticles through ultrasonic assisted electrochemical discharge process and its application for supercapacitor. *Mater. Chem. Phys.*, — 198, — 16–34. — <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2017.04.070>
- Singh S., Goswami N., Mohapatra S.R., Singh A.K. & Kaushik S.D. (2021). Significant magnetic, dielectric and magnetodielectric properties of CuO nanoparticles prepared by exploding wire technique. *Mater. Sci. Eng. B Solid-State Mater. Adv. Technol.* — 271, — 115301. — <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2021.115301>
- Silva N., Ramirez S., Díaz I., Garcia A. & Hassan N. (2019). Easy, quick, and reproducible sonochemical synthesis of CuO nanoparticles. *Materials (Basel)*, — 12, — 1–13. — <https://doi.org/10.3390/ma12050804>
- Tunçsoy B., Sugeçti S., Büyükgüzel E., Özalp P. & Büyükgüzel K. (2021). Effects of copper oxide nanoparticles on immune and metabolic parameters of *Galleria mellonella* L. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* — 107, — 412–420. — <https://doi.org/10.1007/s00128-021-03261-0>
- Yousuf B., Qadri O.S. & Srivastava A.K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT Food Sci. Technol.* — 89, — 198–209. — <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.051>

МАЗМҰНЫ

Н.А. Алжаппарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов ХАЛКОН НЕГІЗІНДЕГІ 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛДЫ СИНТЕЗДЕУДІҢ ЖАҢА СТРАТЕГИЯСЫ.....	7
Ж. Жаксылық, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадұллаев ТҮБЕЛІКТІ РЕАКТОРДАҒЫ АГРЕГАЦИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ СТОХАСТИКАЛЫҚ РЕКТОР КОНЦЕПЦИЯСЫНА НЕГІЗГЕН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	18
Т.С. Кайненова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Космбаева, Г.Ж. Жақупова АСФАЛЬТЕНДЕРДЕН СОРБЕНТТЕР АЛУ ЖӘНЕ ЖОЛ БИТУМЫНА АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚОСПА РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ.....	27
Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева ХИМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	40
Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилкасова, С.С. Егеубаева АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАРМЕН ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН ЗЕРТТЕУ.....	54
А.Б. Қуандықова, Б.Ж. Джиембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Ақылбеков, Н.О. Акимбаева БЕЛИТТІ КЛИНКЕР СИНТЕЗДЕУ ҮШІН АЦЦСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН ҚОЛДАНУ.....	70
А. Қуандықова, Б. Таймасов, Н. Жаникулов, Е. Потапова ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) ЖӘНЕ ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) СИНТЕЗІ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЖӘНЕ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ.....	83
Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков ТАБИҒИ ТАСЫМАЛДАҒЫШҚА ҚОНДЫРЫЛҒАН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА ПРОПАН-БУТАН ҚОСПАСЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ТОТЫҒУЫ.....	94
О. Нүркенов, С. Фазылов, Ж. Нұрмағанбетов, Т. Сейілханов, Ә. Мендібаева ТАБИҒИ АЛКАЛОИДТАРДЫҢ ФРАГМЕНТТЕРІ БАР НИКОТИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ЖАҢА ТИОМОЧЕВИНА ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	106
Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек ІРІКТЕМЕЛІ ШАЙМАЛАУ АРҚЫЛЫ КОНКРЕЦИОНДЫ ФОСФОРИТ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АРТТЫРУ.....	116
А.А. Саденова, А.Р. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, Н.Т. Gomes, М.С. Калмаханова АСҚАБАҚ ТҰҚЫМЫНЫҢ ҚАБЫҒЫНАН АЛЫНҒАН АДСОРБЕНТТЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨНДІРИСТІК АҒЫНДЫ СУЛАРДАН НИКЕЛЬ ИОНДАРЫН ЖОЮ.....	137
А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова МЫС ОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ОРАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....	153
К.К. Сырманова, Ж.Б. Қалдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Түлеуов ПОЛИМЕРЛІ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ПОЛИМЕРЛІ-БИТУМДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	164
Б.Р. Таусарова, С.О. Әбілқасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЗЫҒЫР МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	178
Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева «УРАЛОСИБИРСКАЯ 2» БИДАЙ СОРТЫНЫҢ CO ₂ -СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	187

СОДЕРЖАНИЕ

Н.А. Алжанпарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов НОВАЯ СТРАТЕГИЯ СИНТЕЗА 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛКОНОВ.....7	
Ж. Жаксылык, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадуллаев КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АГРЕГАЦИИ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ В ТРУБЧАТОМ РЕАКТОРЕ.....18	
Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Космбаева, Г.Ж. Жакупова ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ ИЗ АСФАЛЬТЕНОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ К ДОРОЖНОМУ БИТУМУ.....27	
Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ.....40	
Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О.Абилкасова, С.С. Егеубаева ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГОРОДА АЛМАТЫ.....54	
А.Б. Куандыкова, Б.Ж. Джиембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Акылбеков, Н.О. Акимбаева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИНКЕРА АЦЦИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА БЕЛИТОВОГО КЛИНКЕРА.....70	
А. Куандыкова, Б. Таймасов, Н. Жаникулов, Е. Потапова СИНТЕЗ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА) И ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА).....83	
Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков ПАРЦИАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, НАНЕСЕННЫХ НА ПРИРОДНЫЕ НОСИТЕЛИ.....94	
О. Нуркенов, С. Фазылов, Ж. Нурмаганбетов, Т. Сейлханов, А. Мендибаева СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ НОВЫХ ТИОМОЧЕВИННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ФРАГМЕНТАМИ ПРИРОДНЫХ АЛКАЛОИДОВ.....106	
Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек ПОВЫШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КОНКРЕЦИОННОГО ФОСФОРИТА МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....116	
А.А. Саденова, А.П. Сильва, Дж.Л. Диас де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова УДАЛЕНИЕ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДСОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СКОРЛУПЫ СЕМЯН ТЫКВЫ.....137	
А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....153	
К.К. Сырманова, Ж.Б. Калдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Тулеуов ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО.....164	
Б.Р. Таусарова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЦИНКА.....178	
Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CO ₂ -ЭКСТРАКТА СОРТА ПШЕНИЦЫ " УРАЛОСИБИРСКАЯ 2".....187	

CONTENTS

N.A. Alzhapparova, M.K. Ibraev, S.Y. Panshina, A.A. Zhortarova, B.E. Bekturganov NEW STRATEGY FOR THE SYNTHESIS OF 3,5-DIARYLPYRAZOLES BASED ON CHALCONES.....	7
Zh. Zhaksylyk, L. Musabekova, M.A. Murad, K. Arystanbayev, D. Zhumadullayev COMPUTER MODELING BASED ON THE STOCHASTIC LATTICE CONCEPT FOR AGGREGATION PROCESSES IN A TUBULAR REACTOR.....	18
T.S. Kainenova, R.O. Orynbassar, G.T. Kosmbayeva, G.Zh. Zhakupova ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING SORBENTS FROM ASPHALT AND USE AS AN ADHESIVE ADDITIVE TO ROAD BITUMEN.....	27
D.Zh. Kalimanova, A.A. Aleshova, Sh.T. Balabekova, A.K. Mendigalieva, FORMATION OF THE BASICS OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN TEACHING CHEMISTRY.....	40
L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova, S.S. Egeubaeva STUDY ON THE LEVEL OF CHEMICAL POLLUTION OF WATER RESOURCES IN ALMATY.....	54
A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhiembaev, A.B. Dobrynin, N.I. Akylbekov, N.O. Akimbaeva USE OF CLINKER FROM ASHISAI METALLURGICAL PLANT FOR SYNTHESIS OF BELITE CLINKER.....	70
A. Kuandykova, B. Taimasov, N. Zhanikulov, E. Potapova SYNTHESIS, MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURES OF TETRAETHYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE) AND TETRAPROPYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE).....	83
B.K. Massalimova, A.S. Darmenbayeva, Zh. Mukazhanova, S.A. Tungatarova, V.A. Sadykov PARTIAL OXIDATION OF A PROPANE-BUTANE MIXTURE ON CATALYSTS SUPPORTED ON A NATURAL SUPPORT.....	94
O. Nurkenov, S. Fazylov, Zh. Nurmaganbetov, T. Seilkhanov, A. Mendibayeva SYNTHESIS AND STRUCTURE OF NEW THIOUREA DERIVATIVES OF NICOTINIC ACID WITH FRAGMENTS OF NATURAL ALKALOIDS.....	106
Y.B. Raiymbekov, P.A. Abdurazova, S.P. Nazarbekova, U.B. Nazarbek ENHANCING THE CONCENTRATION OF NODULAR PHOSPHORITE BY SELECTIVE LEACHING.....	116
A.A. Sadenova, A.P. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova REMOVAL OF NICKEL IONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING ADSORBENTS OBTAINED FROM THE SHELLS OF PUMPKIN SEEDS.....	137
A.I. Samadun, B.R. Taussarova, G.T. Daribayeva, D.E. Nurmukhanbetova SYNTHESIS OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES AND APPLICATION FOR FOOD PACKAGING.....	153
K.K. Syrmanova, Zh.B. Kaldybekova, A.B. Agabekova, E.T. Botashev, R.M. Tuleuov INFLUENCE OF POLYMER AND FUNCTIONAL ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF POLYMER-BITUMEN BINDER.....	164
B.R. Taussarova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina, Zh.E. Shaikhova INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF FLAX MATERIALS MODIFIED WITH ZINC OXIDE NANOPARTICLES.....	178
N.N. Tokbayeva, M.A. Dyusebaeva, G.T. Daribayeva, B.K. Kopzhassarov, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL STUDY OF CO ₂ -EXTRACT VARIETIES OF WHEAT "URALOSIBIRSKAYA-2".....	187

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 сайтах:

**www.nauka-nanrk.kz
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>
ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)**

Подписано в печать 15.03.2024.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.