

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**  
**2 (451)**

**APRIL – JUNE 2022**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество в глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.*

---

### Бас редактор:

**ЖУРЫНОВ 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 Мыңжасарұлы** (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), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, 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-Маджиди Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар 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/arhiv>

© 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

**ТЕЛЬТАЕВ 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/arhiv>

© 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](mailto: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**

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 451 (2022), 112-120

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.107>

UDC 573.6.086.83:637.5:577.151.33(063)

**Z.M. Muldakhmetov<sup>1</sup>, S.D. Fazylov<sup>1\*</sup>, A.M. Gazaliev<sup>1</sup>, O.A. Nurkenov<sup>1</sup>,  
O.T. Seilkhanov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry, Karaganda, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Kokshetau University of the name of Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan.

E-mail: iosu8990@mail.ru

**THE SYNTHESIS OF NEW INCLUSION COMPOUNDS  
COMPLEXES CYTISINE:  $\beta$ -CYCLODEXTRIN**

**Abstract.** The results of a physicochemical study of the encapsulation of the cytisine alkaloid with  $\beta$ -cyclodextrin are presented. Cytisine is a promising sinton for modification and creation of new biologically active substances. Obtaining supramolecular inclusion complexes of cytisine and its new derivatives will allow creating their new medicinal water-soluble form with prolonged action. The use of microwave treatment in an aqueous-alcohol medium made it possible to obtain cytisine inclusion complexes with  $\beta$ -cyclodextrin with high yield.

Microphotographs of cytisine:  $\beta$ -cyclodextrin clathrate complexes were obtained. Micrographs were taken using a Tescon Mira3LMN scanning electron microscope at an accelerating voltage of 3 and 7 kV (SEM MAG 537x-8.06 kx). The photos of the samples show the structure of  $\beta$ -cyclodextrin and the pattern of the cytisine:  $\beta$ -cyclodextrin clathrate at various magnifications. The spectral properties of the inclusion complexes were characterized by FT-IR, <sup>1</sup>H NMR spectroscopy data. Analysis of the <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR data showed that the formation of the inclusion complex cytisine:  $\beta$ -cyclodextrin leads to a shift of all <sup>1</sup>H  $\beta$ -cyclodextrin signals to the downfield region. The greatest difference in the values of chemical shifts of protons in  $\beta$ -cyclodextrin was observed in the atoms H-3 (0.15 ppm.) and H-5 (0.15 ppm.). The formation of inclusion complexes was also confirmed by analyzing the two-dimensional spectra COZY (<sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H) and HMQC (<sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C). The determining role in the formation of the clathrate

complex belongs to nonspecific weak van der Waals, hydrophobic and dispersion interactions.

**Key words:** cytosine, inclusion complex, clathrate,  $\beta$ -cyclodextrin, substrate, clathrate complex.

**З.М. Молдахметов<sup>1</sup>, С.Д. Фазылов<sup>1\*</sup>, А.М. Ғазалиев<sup>1</sup>, О.А. Нүркенов<sup>1</sup>,  
О.Т. Сейлханов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Органикалық синтез және көмір химиясы институты,  
Қарағанды, Қазақстан;

<sup>2</sup>Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан.  
E-mail: iosu8990@mail.ru

## **ЦИТИЗИН- $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИН КЕШЕНІНІҢ ЖАҢА ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ СИНТЕЗИ**

**Аннотация.** Цитизин алкалоидын  $\beta$ -циклодекстринмен инкапсуляциялауды физика-химиялық зерттеу нәтижелері ұсынылған. Цитизин жаңа биологиялық белсенді заттарды синтездеу мен модификациялауда маңызды синтон болып есептеледі. Цитизинді және оның жаңа туындыларының супрамолекулалық кешендерін алу олардың ұзаққа созылатын әсері бар суда еритін жаңа дәрілік формасын жасауға мүмкіндік береді. Су-спирт ортасында микротолқынды өңдеуді қолдану цитизиннің  $\beta$ -циклодекстринмен қосылған кешендерін жоғары шығымдылықпен алуға мүмкіндік берді.

Цитизин:  $\beta$ -циклодекстринді клатраттық кешендерінің микрофотографиялары алынды. Микрофотографиялар Tescon Mira 3LMN электронды микроскопында 3 және 7 кВ үдеткіш кернеуде жасалынды (SEM MAG 537x-8.06 kx). Үлгілердің фотосуреттерінде  $\beta$ -циклодекстриннің құрылымы және цитизин:  $\beta$ -ЦД клатратының әртүрлі үлкейту кезіндегі суреттері келтірілген. Алынған клатрат кешендерінің беткі морфологиясы сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен сипатталған. Қосылу кешендерінің спектрлік қасиеттері FT-IR,  $^1\text{H}$  NMR спектроскопиясының деректерімен сипатталды. NMR  $^1\text{H}$  және  $^{13}\text{C}$  спектрлерінің деректерін талдау цитизин- $\beta$ -циклодекстринмен қосу кешенінің пайда болуы барлық  $^1\text{H}$   $\beta$ -CD сигналдарының әлсіз өріс аймағына ауысуына әкелгенін көрсетті.  $\beta$ -Циклодекстриннің протондарының химиялық ығысу мәндеріндегі ең үлкен айырмашылықтар H-3 (0.15 м.д.) және H-5 (0.15 м. д.) атомдарында байқалды. Қосылу кешендерінің түзілуі осы заттардың екі бірлікті COZY ( $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ ) и НМҚС ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ) спектрлерін талдаумен де дәлелденді. Клатрат

кешенінің қалыптасуындағы шешуші рөл нақты емес әлсіз ван-дер-ваальсті, гидрофобты және дисперсиялық өзара әрекеттесулерге жатады.

**Түйін сөздер:** цитизин, қосылу кешені, клатрат, циклодекстрин, субстрат, клатрат кешені.

**З.М. Мулдахметов<sup>1</sup>, \*С.Д. Фазылов<sup>1</sup>, А.М. Газалиев<sup>1</sup>, О.А. Нуркенов<sup>1</sup>,  
О.Т. Сейлханов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт органического синтеза и углехимии РК, Караганда, Қазақстан;

<sup>2</sup>Кокшетауский университет имени Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан.

E-mail: iosu8990@mail.ru

## **СИНТЕЗ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВКЛЮЧЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦИТИЗИН:β-ЦИКЛОДЕКСТРИН**

**Аннотация.** Представлены результаты физико-химического исследования результатов инкапсулирования алкалоида цитизина с β-циклодекстрином. Цитизин является перспективным синтоном для модификации и создание новых биологически активных веществ. Получение супрамолекулярных комплексов включения цитизина и его новых производных позволит создать их новую лекарственную водорастворимую форму с пролонгированным действием. Применение микроволновой обработки в водно-спиртовой среде позволило получить комплексы включения цитизина с β-циклодекстрином с высоким выходом.

Морфология поверхности полученных клатратных комплексов была описана с помощью сканирующего электронного микроскопа. Получены микрофотографии клатратных комплексов цитизин: β-циклодекстрин. Микрофотографии были сделаны на сканирующем электронном микроскопе Tescon Mira3LMN при ускоряющем напряжении 3 и 7 кВ (SEM MAG 537x-8,06 kx). На фотографиях образцов видна структура β-циклодекстрина и картина клатрата цитизин: β-циклодекстрин при различных увеличениях. Спектральные свойства комплексов включения характеризовались данными FT-IR, <sup>1</sup>H ЯМР-спектроскопии. Анализ данных ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C-спектров показал, что образование комплекса включения цитизин: β-циклодекстрин привело к смещению всех сигналов <sup>1</sup>H β-циклодекстрина в область слабого поля. Наибольшая разница в значениях химических сдвигов протонов у β-циклодекстрина наблюдалась у атомов H-3 (0.15 м.д.) и H-5 (0.15 м.д.). Формирование комплексов включения подтверждено также при анализе двумерных спектров COSY (<sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H) и НМҚС (<sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C). Определяющая роль в образовании клатратного



комплекса принадлежит неспецифическим слабым ван-дер-ваальсовым, гидрофобным и дисперсионным взаимодействиям.

**Ключевые слова:** цитизин, комплекс включения, клатрат, -циклодекстрин, субстрат, клатратный комплекс.

**Introduction.** One of the most promising and intensively developing areas of modern supramolecular chemistry is the preparation and study of inclusion complexes of bioactive compounds with cyclodextrins (CD) (Kurkov, 2013; Astray, 2009; Larsen, 2002; Loftsson et al., 2004). A promising synthon for modification and creation of new biologically active substances is the well-known alkaloid cytosine (Cyt) contained in the herb *Thermopsis lanceolata* (Orechov, 1950; Gazaliev et al., 1992). Cytosine refers to substances of «ganglionic» action and is used in medicine as a respiratory analeptic. A solution of cytosine (cytoton) can be used in shock and collaptoic conditions, with respiratory and circulatory depression in patients with infectious diseases, etc. The above features of the physiological action of Cyt suggest the prospect of searching for and the possibility of creating effective inhibitors of proteases of the COVID-19 virus and the ACE2 receptor based on cytosine and its derivatives (Adekenov, 2021; Ulomskiy et al., 2017). For this reason, there is a need to obtain its new encapsulated water-soluble forms with improved biofunctional properties. Currently, water-soluble cyclodextrins (CD) obtained from starch are widely used as encapsulating agents for vitamins and medicinal compounds (Crini, 2014; Martin, 2004; Duarte et al., 2015) (Figure 1). Cyclodextrins (CD) are cyclic oligosaccharides that have an inner hydrophobic cavity and a hydrophilic outer shell (Crini, 2014). They are products of the biochemical transformation of starch. The CD family includes three main products:  $\alpha$ -,  $\beta$ -, and  $\gamma$ -CD, whose macrocircles consist of six, seven, and eight glucopyranose residues, respectively. These macro rings can be represented as a truncated conical structure with a hydrophobic cavity (Duarte et al., 2015).

The encapsulation of pharmaceuticals allows the preparation of drugs with prolonged action and increases the possibility of targeted transport of the drug in the body directly to its site of action. Thus, in countries such as North Korea and Japan, biologically active substances encapsulated with oligosaccharides account for almost 50% of all manufactured pharmacological and food products, in Europe, the USA and Russia - about 25-30% (Duarte et al., 2015). In Kazakhstan, CD are not produced and have not yet found application in the production of pharmaceutical products. In this regard, it is of interest to study new methods of Cyt encapsulation and the properties of its inclusion complexes with  $\beta$ -cyclodextrin. This is a new innovative direction in pharmacology, which is of extremely important practical importance and social efficiency.  $\beta$ -CD is

registered in the EU as a food additive E-459 (Commission Directive 2003/95/E, 2003) (Fenyvesi et al., 2016). Obtaining supramolecular inclusion complexes of Cyt and its new derivatives will make it possible to create their new medicinal water-soluble form with a prolonged action.

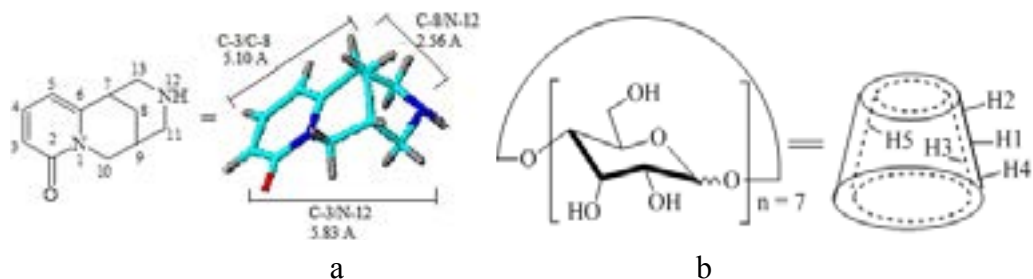


Figure 1. Structural formulas of the alkaloid cytosine (a) and  $\beta$ -cyclodextrin (b)

**Research materials and methods.** We used the alkaloid cytosine ( $C_{11}H_{14}N_2O$ , CAS code 485-35-8), which is a white crystalline substance (molar mass 190.24 g/mol, mp 152-153°C) («Shymkentbiopharm», Kazakhstan);  $\beta$ -cyclodextrin (99.5%) (molar mass 1135.0 g/mol, m.p. 299°C dec.), (compania «Fluka»), white crystalline substance. Inclusion complexes of Cyt: $\beta$ -CD (1:1; 1:2; 1:3) were obtained in an aqueous-alcoholic medium. A mixture of Cyt and  $\beta$ -CD (mmol) was reacted for 600 sec in an Anton Paar Monowave 300 microwave oven at an irradiation power of 200W in 2-min increments at 80°C. After the procedure, the solvents were evaporated under vacuum. The yields of clathrate complexes Cyt: $\beta$ -CD amounted to 73 (1:1), 82 (1:2), 80 (1:3)%.

**Results.** The combined use of various methods to characterize the objects under study, depending on the considered physical state, gives the best results in terms of model reliability. Figure 2 shows micrographs of the clathrate complex Cyt: $\beta$ -CD (1:2) taken on a Tescon Mira3LMN scanning electron microscope. The pictures were taken at an accelerating voltage of 3 and 7 kV (SEM MAG 537x-8.06 kx). The photographs of the samples show micrographs of  $\beta$ -cyclodextrin (a,b,c) and inclusion complexes Cyt: $\beta$ -CD (d,e,f) at various magnifications (Figure 2). As follows from the analysis of these images, there is a change in the morphology of the crystals of samples of inclusion complexes (IC) (1:2) (Bulani et al., 2016; Zou et al., 2017). Changes in the crystal surface morphology of the studied clathrate ICs are one of the important evidence for the formation of an inclusion complex (Bertacche et al., 2006; Miller et al., 2007; Aree et al., 2002).

The structure of the resulting IC was studied by FT-IR,  $^1H$  NMR, and  $^{13}C$  spectroscopy. In the FT-IR spectra of the physical mixture of  $\beta$ -CD and cytosine, their spectra overlap without any changes (Figure 3). When IC (1:2) is formed, stretching vibrations of bonds of the “guest” molecule at 799.63, 1527.81,

1142.00  $\text{cm}^{-1}$  do not appear. This may mean that these groups are masked by very broad and intense  $\beta$ -CD bands in the same wavelength range. The observed intensity of hydrogen bond stretching at 3300-3391  $\text{cm}^{-1}$  in IC is much stronger compared to the  $\beta$ -CD spectrum (Figure 3). The shift of characteristic bonds to higher frequencies, together with the expansion and decrease in their intensity, can be attributed to the breaking of intermolecular hydrogen bonds associated with crystalline molecules (Aree et al, 2002). This evidence may be related to the formation of inclusion complexes Cyt: $\beta$ -CD.

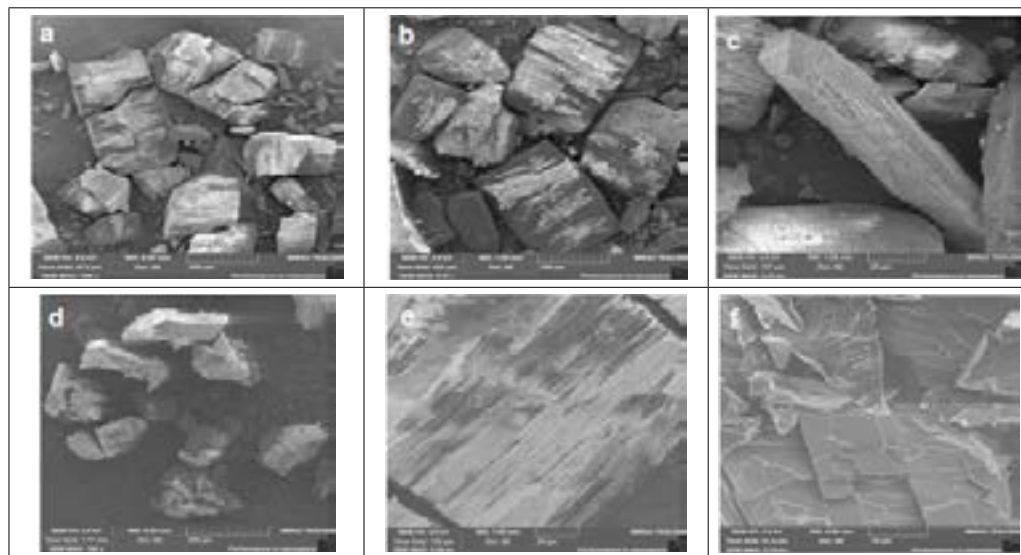


Figure 2. Scanned electron micrographs of  $\beta$ -CD (a,b,c) and Cyt: $\beta$ -CD (1:2) inclusion complex (d,e,f) at various magnifications (Tescon Mira3 LMN)

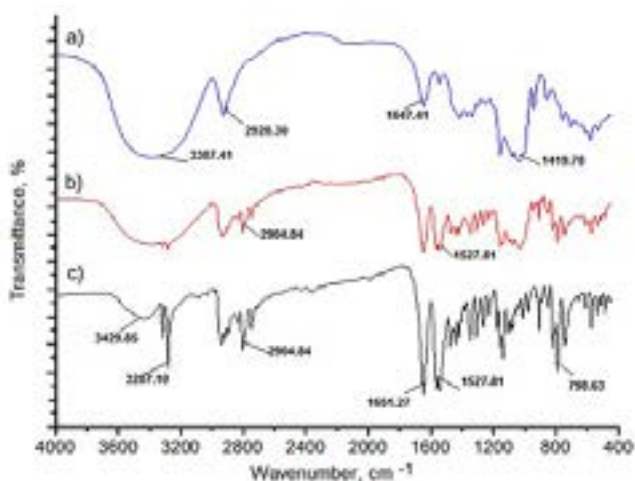


Figure 3. FT-IR Spectra of  $\beta$ -CD (a), Cyt: $\beta$ -CD (1:2) (b) and cytosine (c)

It is known that the entry of a guest molecule into the cyclodextrin cavity is accompanied by a strong change in the chemical shifts of its hydroxyl atoms H-3 and H-5 (Duarte et al, 2015; Loftsson et al, 2004; El-Sonbati et al, 2021). Analysis of  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR data showed that the formation of the IC inclusion complex led to a shift of all  $^1\text{H}$   $\beta$ -CD signals to the downfield region. The greatest difference in proton chemical shifts was observed for H-3 (0.15 ppm) and H-5 (0.15 ppm) atoms (Table 1) directed toward the inner part of the cyclodextrin cone.

The formation of inclusion complexes was also confirmed in the analysis of two-dimensional COZY ( $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ ) and HMQC ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ) spectra (Figure 4). An analysis of the  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR spectral data indicates the absence of covalent interactions between Cyt and internal functional groups of the  $\beta$ -CD torus (Wen et al, 2004; Kumar et al, 2009; Nurkenov et al, 2018; Seilkhanov et al, 2016). The decisive role in the formation of the clathrate complex belongs to nonspecific (dispersion, hydrophobic, and van der waals) interactions (Loftsson et al, 2004; Duarte et al, 2015).

Table 1.  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR chemical shift values for  $\beta$ -CD in the absence and the presence of cytosine molar ratio

Proton	$\beta$ -CD ( $\delta_0$ )		$\beta$ -CD-Cyt ( $\delta$ )		$\Delta\delta$ ( $\delta - \delta_0$ )	
	$\delta(^1\text{H})$	$\delta(^{13}\text{C})$	$\delta(^1\text{H})$	$\delta(^{13}\text{C})$	$\delta(^1\text{H})$	$\delta(^{13}\text{C})$
H-1	4.77	102.43	4.79	102.49	0.02	0.06
H-2	3.27	72.87	3.29	72.97	0.02	0.10
H-3	3.45	73.54	3.60	73.60	0.15	0.06
H-4	3.30	82.00	3.31	82.12	0.01	0.12
H-5	3.45	72.52	3.60	72.59	0.15	0.07
H-6	3.57	60.40	3.62	60.49	0.05	0.09

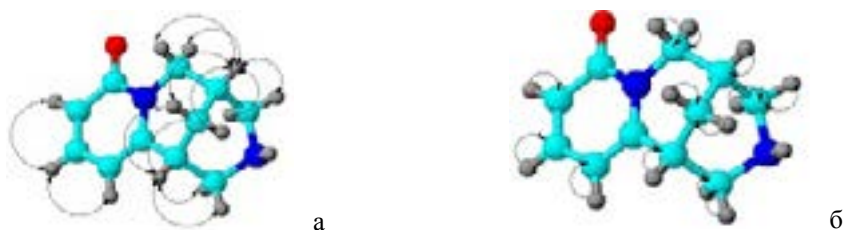


Figure 4. Correlations of COZY (a) and HMQC (b) in the Cyt molecule

**Conclusion.** Encapsulated inclusion complexes of cytosine alkaloid with  $\beta$ -cyclodextrin have been obtained. The use of microwave treatment in a water-alcohol medium made it possible to obtain inclusion complexes of cytosine with  $\beta$ -cyclodextrin in high yield. The synthesized cytosine: $\beta$ -cyclodextrin complexes belong to inclusion compounds of the «guest: host» type. The decisive role in the

formation of the clathrate complex belongs to nonspecific weak van der Waals, hydrophobic, and dispersion interactions. The data of FT-IR, <sup>1</sup>H NMR, <sup>13</sup>C spectroscopy, as well as SEM analyzes of cytosine clathrates with β-cyclodextrin indicate their formation.

**Funding:** *This work was supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (PTF № BR10965230, 2021-2023).*

#### **Information about authors:**

**Muldakhmetov Zeinolla Muldakhmetovich** – academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal chemistry, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: iosu.rk@mail.ru, 0000-0001-9497-2545;

**Fazylov Serik Drakhmetovich** – academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan, Doctor of chemical sciences, Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal chemistry, Karaganda Kazakhstan, e-mail: iosu8990@mail.ru, 0000-0002-4240-6450;

**Gazaliev Arstan Maulenovich** - academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Chemical Sciences, Full Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal chemistry, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: zhts2004@mail.ru, 0000-0003-2161-0329;

**Nurkenov Oralgazy Aktayevich** – doctor of chemical sciences, Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal chemistry, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: nurkenov\_oral@mail.ru, 0000-0002-2771-0411;

**Seilkhanov Olzhas Tulegenovich** – master of Science, Senior Research Fellow of the laboratory of engineering profile NMR, Kokshetau University of the name of Sh. Ualikhanov, e-mail: seilkhanov@mail.ru, 0000-0002-2322-8863.

#### **REFERENCES**

Adekenov S.M. (2021). Plant substances are a potential source of original antiviral agents, *Chemical Journal of Kazakhstan*, 3:83-95 (in Russian).

Aree T., Chaichit N. (2002). Crystal structure of β-cyclodextrin dimethyl-sulfoxide inclusion complex, *Carbohydrate Research*, 337:2487-2494 (in Eng.). DOI:10.1016/S0008-6215(02)00485-8.

Astray G., Gonzalez-Barreiro C., Mejuto J.C., Rial-Otero R., Simal-Gandara J. (2009). A review on the use of cyclodextrins in foods, *Food Hydrocolloids*, 3:931-1640. DOI. 10.1016/J.FOODHYD.2009.01001 (in Eng.).

Bertacche V., Lorenzi N., Nava D., Pini E., Sinico C. (2006). Host-Guest Interaction Study of Resveratrol With Natural and Modified Cyclodextrins, *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 55:279-287 (in Eng.).

Bulani V.D., Kothavade P.S., Kundaikar H.S., Gawali N.B., Chowdhury A.A., Degani M.S., Juvekar A.R. (2016). Inclusion complex of ellagic acid with β-cyclodextrin: Characterization

and in vitro anti-inflammatory evaluation, *J. Mol. Struct.*, 1105:308-315, DOI:10.1016/j.molstruc.2015.08.054 (in Eng.).

Crini G. (2014). Review: A history of cyclodextrins, *Chemical Reviews*, 114(21):10940-10975 (in Eng.).

Duarte A., Martinho A., Luís A., Figueiras A., Oleastro M., Domingues F.C., Silva F. (2015). Resveratrol encapsulation with methyl- $\beta$ -cyclodextrin for antibacterial and antioxidant delivery applications, *LWT Food Science and Technology*, 63: 1254-1260 (in Eng.).

El-Sonbati A.Z., Omar N.F., Abou-Dobara M.I., Diab M.A., El-Mogazy M.A., Morgan Sh., Hussien M.A., El-Ghettany A.A. (2021). Structural, molecular docking computational studies and in-vitro evidence for antibacterial activity of mixed ligand complexes, *Journal of Molecular Structure*, 1239:ID130481 (in Eng.).

Fenyvesi É., Vikmon M., Szente L. (2016). Cyclodextrins in Food Technology and Human Nutrition: Benefits and Limitations, *Critical Reviews, Food Science and Nutrition*, 56(12):1981-2004. DOI: 10.1080/10408398.2013.809513.

Gazaliev A.M., Zhurinov M.Zh., Fazylov S.D. (1992). New bioactive derivatives of alkaloids. *Alma-Ata, Gylim*: 208 (in Russian).

Kumar S.U., Kumar G. (2009). NMR and molecular modelling studies on the interaction of fluconazole with  $\beta$ -cyclodextrin, *Chemistry Central Journal*, 3:9-14. (in Eng.).

Kurkov S.V, Loftsson T. (2013). Cyclodextrins, *International Journal of Pharmaceutics*, 453:167-180. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2012.06.055 (in Eng.).

Larsen K.L. (2002). Large cyclodextrins, *J. Incl. Phenom. Mycrocycl. Chem.*, 43(1):1-13 (in Eng.).

Loftsson T., Masson M., Brewster M. (2004). Self-association of cyclodextrins and cyclodextrin complexes, *J. Pharmaceut. Sci.*, 93:1091-1099 (in Eng.).

Martin Del Valle E.M. (2004). Cyclodextrins and their uses: a review, *Process Biochemistry*, 39:1033-1046 (in Eng.).

Miller L.A., Carrier R.L., Ahmed I. (2007). Practical considerations in development of solid dosage forms that contain cyclodextrin, *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 96:7.1691-1707.

Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Issayeva A., Seilkhanov T.M., Zhivotova T.S., Shulgau Z.T., Kozhina Zh.M. (2018). Complexes of inclusion of functionally-substituted hydrasons of isonicotic acid with cyclodextrines and their antiradical activity, *News of the NAS RK. Series of chemistry and technology*, 6:57-66 (in Eng.).

Orechov A.S. (1950). *Chemistry of alkaloids Anabasis Aphilla*, Thachkent, 160 (in Russian).

Seilkhanov T.M., Nurkenov O.A., Issayeva A.Zh, Nazarenko L.A., Seilkhanov O.M. (2016). Preparation and study of the supramolecular inclusion complex of anabazyn alkaloid with  $\beta$ -cyclodextrin by NMR spectroscopy, *Chemistry of Natural compounds*, 6:917- 919 (in Russian).

Ulomskiy E.N., Rusinov V.L., Chupachin O.N. (2017). *Antiviral organic compounds: a textbook*, Ekaterinburg, 92 (in Russian).

Wang J., Cao Y., Sun B., Wang Ch. (2011). Characterisation of inclusion complex of trans-ferulic acid and hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin, *Food Chemistry*, 124:1069-1075 (in Eng.).

Wen X., Tan Fei, Jing Zh., Liu Z. (2004). Preparation and study the 1:2 inclusion complex of carvedilol with  $\beta$ -cyclodextrin, *J. Pharm. and Biomedical Analysis*, 34(3):517-523 (in Eng.).

Zou A., Zhao X., Handge U.A., Garamus V.M., Willumeit-Römer R., Yin P. (2017). Folate receptor targeted bufalin/ $\beta$ -cyclodextrin supramolecular inclusion complex for enhanced solubility and anti-tumor efficiency of bufalin, *Mater. Sci. Eng.*, 78:609-618. DOI: 10.1016/j.msec.2017.04.094.

---

---

## ПАМЯТИ УЧЕНЫХ



### ПАМЯТИ ЛЕПЕСОВА КАМБАРА КАЗЫМОВИЧА

**Б**езвременно ушел из жизни известный ученый-электрохимик, кандидат химических наук, профессор Лепесов Камбар Казымович. Большая часть его научной деятельности прошла в стенах Института органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского.

Камбар Казымович родился в 1947 г. в Актюбинской области. В 1971 г., после окончания инженерно-физико-химического факультета Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, поступил в аспирантуру Института органического катализа и электрохимии АН КазССР по специальности «теоретическая электрохимия». В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Исследование кинетики и механизма ионизации висмута, меди и индия на вращающемся дисковом электроде с кольцом». С 1974 по 1987 г.г. работал в ИОКЭ АН КазССР в должности младшего, затем старшего научного сотрудника. С 1987 по 2007 г.г. – заведующий лабораторией защиты металлов от коррозии ИОКЭ им. Д.В. Сокольского (в 2001 г. переименована в лабораторию прикладной электрохимии и коррозии).

Результаты исследований К.К. Лепесова в области электрохимии металлов, полученные методом дискового электрода с кольцом, классической и

нестационарной вольтамперметрии, позволили выявить основные закономерности образования промежуточных продуктов – ионов металлов низшей валентности в процессах разряда-ионизации поливалентных металлов и установить протекание стадийных электродных реакций с участием ионов металлов промежуточной и необычной валентности в химических реакциях диспропорционирования и репропорционирования, комплексообразования в зависимости от природы металла и анионов раствора, активности воды в электролите.

Им впервые было показано и обосновано применение метода дискового электрода с кольцом для исследования комплексообразования ионов металлов промежуточной и высшей валентности в растворах.

К.К. Лепесов являлся высококвалифицированным специалистом в области исследования кинетики и механизма электрохимических и коррозионных процессов металлов и разработки методов защиты от коррозии. Он был ответственным исполнителем программы «Разработать композиционные ферритные антикоррозионные материалы на основе продукции и вторичных ресурсов предприятий Казахстана» 2003-2005 г.г., инновационной программы «Организация опытного производства импорт-замещающих средств электрохимической защиты стальных конструкций от коррозии» 2003-2005 г.г., ряда хозяйственных работ по коррозии.

По результатам исследований разработаны антикоррозионные составы лакокрасочных материалов с различными добавками, повышающие коррозионную стойкость покрытий в водно-солевых и кислых средах, которые нашли применение при защите водоводов в различных регионах.

Лепесов К.К. – автор более 300 научных публикаций, 1 монографии и 28 патентов на изобретения. Среди его учеников 8 кандидатов наук и 1 PhD.

Прирожденный талант исследователя в сочетании с неисчерпаемой творческой энергией и глубокой эрудицией определили его большой вклад в развитие химической науки.

Он всегда останется для нас талантливым ученым, мудрым учителем и хорошим другом.

---

*Коллектив АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» выражает глубокое соболезнование родным и близким.*



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков</b> ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ХВОЕ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «БУРАБАЙ» И г. НУР-СУЛТАН.....	6
<b>Б.А, Аскапова, Ш. Барани, Б.М. Жакып, К.Б, Мусабеков</b> УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОСУСПЕНЗИИ КОМПОЗИТОВ МАГНИТНЫХ ГЛИН В ПРИСУТСТВИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ.....	22
<b>Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек, Н.С. Таласбаева, М.К. Еркибаева, А.О. Айдарова</b> КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ БИОГАЗА В СИНТЕЗ-ГАЗ.....	32
<b>Г.Т. Балыкбаева, Г.У. Ильясова, К.Х. Дармаганбет, Г.М. Абызбекова, Ш.О. Еспенбетова</b> СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН.....	43
<b>Р.Р. Бейсенова, Р.М. Тазитдинова, А.О. Жупышева, Р. Курбаналиев, А.Н. Оркеева</b> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СЕЛЬСКИХ МЕСТНОСТЕЙ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	53
<b>Н.И. Бердикул, К. Акмалайулы, И.И. Пундиене</b> ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БЕТОНА К СУЛЬФАТНОЙ КОРРОЗИИ.....	63
<b>А.Б. Диханбаев, Б.И. Диханбаев, С.Б. Ыбрай, Ж.Т. Бекишева</b> РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТВАЛОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ПОЛНОЙ ДЕКАРБОНИЗАЦИЕЙ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ.....	74
<b>А.А. Досмаканбетова, З.А. Ибрагимова, Ж.К. Шуханова, С.М. Конысбеков, Д.К. Жумадуллаев</b> РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ДВУОКСИ КРЕМНИЯ.....	93
<b>А.М. Кожяхметова, К.Т. Жантасов, О. Б. Дормешкин, Б.К. Асилбекова, Г.Т. Жаманбалаева</b> ПОЛУЧЕНИЕ ТУКОСМЕСИ НА ОСНОВЕ ДОЛОМОТИЗИРОВАННОГО КРЕМНИСТО - ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ТЭЦ.....	103

<b>З.М. Мулдахметов, С.Д. Фазылов, А.М. Газалиев, О.А. Нуркенов, О.Т. Сейлханов</b> СИНТЕЗ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВКЛЮЧЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦИТИЗИН:β-ЦИКЛОДЕКСТРИН.....	112
<b>Б.М. Насибуллин, Р.Б. Ахметкалиев, Р.О. Орынбасар, Н.Б. Жаксылык</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЭМУЛЬСАЦИИ ОБВОДНЕННОЙ НЕФТИ.....	121
<b>П.В. Панченко, Д.С. Пузикова, Г.М. Хусурова, К.А. Леонтьева</b> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА ТИТАНА.....	130
<b>Н.Ж. Тотенова, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, Г.К. Матниязова</b> СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ТЕКСТУРНЫХ, МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНЫХ ФЕРРИТОВ ДЛЯ ПАРОВОГО РИФОРМИНГА ЭТАНОЛА.....	148
<b>К.А. Уразов, А.К. Рахимова, С. Айт</b> ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК CZTS НА СЛОЙ ПРОВОДЯЩЕГО ПОЛИМЕРА.....	159
<b>А.У.Шингисов, Р.С. Алибеков, С.У. Еркебаева, Э.У. Майлыбаева, М.С. Кадеева</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ ЯБЛОК КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	169
<b>М.А. Якияева, А.Г. Сагынова, М.Е. Ержанова</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОГО КРУПЯНОГО ПРОДУКТА (ТАЛКАН) ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	180

#### ПАМЯТИ УЧЕНЫХ

<b>ЛЕПЕСОВА КАМБАР КАЗЫМОВИЧ.....</b>	193
---------------------------------------	-----

## МАЗМҰНЫ

<b>Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков</b> «БУРАБАЙ» МҰТП ЖӘНЕ НҰР-СҰЛТАН ҚАЛАСЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ PINUS SYLVESTRIS L. ҚЫЛҚАНДАРЫ ЭФИР МАЙЫ ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ.....	6
<b>Б.А. Аскапова, Ш. Барани, Б.М. Жакып, К.Б. Мусабеков</b> СУДА ЕРИТІН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ҚАТЫСУЫМЕН МАГНИТТІК САЗ КОМПОЗИТТЕРІНІҢ ГИДРОСУСПЕНЗИЯСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ.....	22
<b>Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек, Н.С. Таласбаева, М.К. Еркибаева, А.О. Айдарова</b> БИОГАЗДЫ СИНТЕЗ-ГАЗҒА КАТАЛИТИКАЛЫҚ КОНВЕРСИЯЛАУ.....	32
<b>Г.Т. Балықбаева, Г.У. Ильясова, К.Х. Дармаганбет, Г.М. Абызбекова, Ш.О. Еспенбетова</b> СУДЫ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫНАН СОРБЦИЯЛЫҚ ТАЗАЛАУДА БЕНТОНИТ САЗЫН ПАЙДАЛАНУ.....	43
<b>Р.Р. Бейсенова, Р.М. Тазитдинова, А.О. Жұпышева, Р. Курбаналиев, А.Н. Оркеева</b> ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛДЫҚ АУЫЗ СУ КӨЗДЕРІНІҢ САПАСЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	53
<b>Н.И. Бердікүл, К. Ақмалайұлы, И.И. Пундиене</b> БЕТОННЫҢ СУЛЬФАТТЫ КОРРОЗИЯҒА ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	63
<b>А.Б. Диханбаев, Б.И. Диханбаев, С.Б. Ыбрай, Ж.Т. Бекишева</b> ШЫҒАТЫН ГАЗДАРДЫ ТОЛЫҚ ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ КҮЛ ҮЙІНДІЛЕРІН ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ҚАЛДЫҚСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	74
<b>А.А. Досмақанбетова, З.А. Ибрагимова, Ж.К. Шуханова, С.М. Конысбеков, Д.К. Жумадуллаев</b> КРЕМНИЙ ДИОКСИДІНІҢ ҰСАҚДИСПЕРСТІ ҰНТАҒЫН АЛУ ӨДІСІН ӨЗІРЛЕУ.....	93
<b>А.М. Қожахметова, Қ.Т. Жантасов, О.Б.Дормешкин, Б.К. Әсілбекова, Г.Т. Жаманбалаева</b> ЖЭО ҚАЛДЫҚТАРЫ МЕН ДОЛОМИТТЕЛГЕН ФОСФАТТЫ-КРЕМНИЙЛІ ШИКІЗАТ НЕГІЗІНДЕ ТУОҚОСПА АЛУ.....	103

<b>З.М. Молдахметов, С.Д. Фазылов, А.М. Ғазалиев, О.А. Нүркенов, О.Т. Сейлханов</b> ЦИТИЗИН-β-ЦИКЛОДЕКСТРИН КЕШЕНІНІҢ ЖАҢА ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ.....	112
<b>Б.М. Насибуллин, Р.Б. Ахметқалиев, Р.О. Орынбасар, Н.Б. Жақсылық</b> СУЛАНДЫРЫЛҒАН МҰНАЙДЫҢ ДЕЭМУЛЬСАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	121
<b>П.В. Панченко, Д.С. Пузикова, Г.М. Хусурова, К.А. Леонтьева</b> ТИТАН ДИОКСИДІН АЛУДЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСІ.....	130
<b>Н.Ж. Төтеннова, Б.К. Масалимова, В.А. Садықов, Г.К. Матниязова</b> ЭТАНОЛДЫҢ БУ АЙНАЛЫМЫНА ҚАЖЕТТІ ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ ФЕРРИТТЕР НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ, ТЕКСТУРАЛЫҚ, МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	148
<b>К.А. Уразов, А.К. Рахимова, С. Айт</b> ӨТКІЗГІШ ПОЛИМЕР ҚАБАТЫНА CZTS ҚАБЫҒЫН ЭЛЕКТРОТҮНДІРУ.....	159
<b>А.У. Шингисов, Р.С. Алибеков, С.У. Еркебаева, Э.У. Майлыбаева, М.С. Кадеева</b> ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯСЫ АЛМАЛАРЫНЫҢ ӘР ТҮРЛІ СОРТТАРЫНДАҒЫ ПОЛИФЕНОЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	169
<b>М.А. Якияева, А.Ғ. Сағынова, М.Е. Ержанова</b> ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ ҰЛТТЫҚ ДӘНДІ ДАҚЫЛДЫҢ (ТАЛҚАН) ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ.....	180

### ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ

<b>ЛЕПЕСОВ ҚАМБАР ҚАСЫМҰЛЫ.....</b>	193
-------------------------------------	-----

## CONTENTS

<b>G.S. Aidarkhanova, K.S. Izbastina, Z.M. Kozhina, D.T. Sadyrbekov</b> VARIABILITY OF ESSENTIAL OILS COMPOSITION IN PINUS SYLVESTRIS L. NEEDLES IN THE TERRITORIES OF SNNP "BURABAY" AND NUR-SULTAN CITY.....	6
<b>B.A. Askapova, S. Barany, B.M. Zhakyp, K.B. Musabekov</b> STABILITY OF MAGNETIC CLAY COMPOSITE HYDRO-SUSPENSION IN PRESENCE OF WATER-SOLUBLE POLYMERS.....	22
<b>T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek, N.S. Talasbayeva, M.K. Erkibaeva, A.O. Aidarova</b> CATALYTIC CONVERSION OF BIOGAS TO SYNTHESIS GAS.....	32
<b>G.T. Balykbayeva, G.U. Iliasova, K.X. Darmaganbet, G.M. Abyzbekova, Sh.O. Yespenbetova</b> SORPTION WATER PURIFICATION FROM HEAVY METAL IONS USING BENTONITE CLAY.....	43
<b>R.R. Beisenova, R.M. Tazitdinova, A.O. Zhupysheva, R. Kurbanaliev, A.N. Orkeeva</b> ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FRESH WATER SOURCES OF RURAL AREAS OF PAVLODAR REGION.....	53
<b>N.I. Berdikul, K. Akmalaiuly, I.I. Pundiene</b> INCREASING THE RESISTANCE OF CONCRETE AGAINST SULFATE CORROSION.....	63
<b>A.B. Dikhanbayev, B.I. Dikhanbayev, S.B. Ybray, Zh.T. Bekisheva</b> DEVELOPMENT OF WASTE-FREE TECHNOLOGY FOR PROCESSING ASH DUMPS OF POWER PLANTS WITH COMPLETE DECARBONIZATION OF EXHAUST GASES.....	74
<b>A.A. Dosmakanbetova, Z.A. Ibragimova, Zh.K. Shukhanova, S.M. Konysbekov, D.K. Zhumadullayev</b> DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING FINELY DISPERSED SILICON DIOXIDE POWDER.....	93
<b>A.M. Kozhakhmetova, K.T. Zhantasov, O.B. Dormeshkin, B.K. Asilbekova, G.T. Zhamanbalaeva</b> PRODUCTION OF FUEL MIXTURE BASED ON BROKEN SILICON - PHOSPHATE RAW MATERIAL AND CHPP WASTE.....	103

<b>Z.M. Muldakhmetov, S.D. Fazylov, A.M. Gazaliev, O.A. Nurkenov, O.T. Seilkhanov</b> THE SYNTHESIS OF NEW INCLUSION COMPOUNDS COMPLEXES CYTISINE: $\beta$ -CYCLODEXTRIN.....	112
<b>B.M. Nasibullin, R.B. Akhmetkaliev, R.O. Orynassar, N.B. Zhaksylyk</b> STUDY OF DEMULSIFICATION OF WATERED OIL.....	121
<b>P.V. Panchenko, D.S. Puzikova, G.M. Khusurova, X.A. Leontyeva</b> ELECTROCHEMICAL METHOD FOR OBTAINING TITANIUM DIOXIDE.....	130
<b>N.Zh. Totenova, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, G.K. Matniyazova</b> SYNTHESIS AND STUDY OF STRUCTURAL, TEXTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF CATALYSTS FOR STEAM REFORMING OF ETHANOLBASED ON PEROVSKITE -LIKE FERRITES.....	148
<b>K.A. Urazov, A.K. Rahimova, S. Ait</b> ELECTRODEPOSITION OF CZTS FILMS ON A CONDUCTIVE POLYMER LAYER.....	159
<b>A.U. Shingisov, R.S. Alibekov, S.U. Yerkebayeva, E.U. Mailybayeva, M.S. Kadeyeva</b> STUDY OF THE POLYPHENOLS CONTENT IN THE VARIOUS APPLES SORTS OF THE KAZAKHSTAN SELECTION.....	169
<b>M.A. Yakiyaeva, A.G. Sagynova, M.E. Yerzhanova</b> DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF NATIONAL CEREALS PRODUCT (TALKAN) OF HIGH NUTRITIONAL VALUE AND SAFETY STUDY.....	180

#### MEMORY OF SCIENTISTS

<b>LEPESOV KAMBAR KAZYMOVICH.....</b>	193
---------------------------------------	-----

## **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](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://www.nauka-nanrk.kz)**

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

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

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 24.06.2022.

Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.