

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**

**5-6 (449)**

**SEPTEMBER – DECEMBER 2021**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 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:

**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 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), 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 6 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, 2021

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](mailto: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 Владимир 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

**ТЕЛЫТАЕВ 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 углекислотной химии (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: 6 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, 2021

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: 6 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, 2021

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 5-6, Number 449 (2021), 45-52

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.76>

UDC 573.6.086.83:637.5:577.151.33(063)

**Mustafaeva A.<sup>1\*</sup>, Iskineyeva A.<sup>1</sup>, Fazylov S.<sup>2</sup>, Kozhamsugirov K.<sup>1</sup>, Sviderskiy A.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>S. Seifulline Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan;<sup>2</sup>Institute of organic synthesis and coal chemistry, Karaganda, Kazakhstan;<sup>3</sup>Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Kazakhstan.

E-mail: iosu8990@mail.ru

**FUNCTIONALLY ENRICHED MEAT PRODUCT WITH INCAPSULATED VITAMIN SUPPLEMENT**

**Abstract.** The article presents the results of a study of a functionally enriched meat product with a biologically active additive. Fat-soluble vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol acetate) encapsulated with  $\beta$ -cyclodextrin was used as an ingredient. To study the possibility of encapsulating  $\alpha$ -tocopherol acetate with starch oligosaccharide, computer models were built using the ChemOffice 12.0 program. The results of molecular modeling of inclusion complexes of  $\alpha$ -tocopherol acetate with  $\beta$ -cyclodextrin are described. On the basis of semiempirical PM3 calculations, without taking into account the influence of the environment, the total energy of the systems under study was estimated. Molecular modeling of the formation of complexes of the substrate with the receptor was performed by the MM+ method and studied in the ratios 1:1, 1:2, 1:3, and 1:4. Evaluation of the geometric parameters of the optimized structures of the objects of study showed the possibility of the formation of a complex between alpha-tocopherol acetate and  $\beta$ -cyclodextrin molecules. The preparation of the inclusion complex of vitamin E with  $\beta$ -cyclodextrin was carried out in an aqueous-alcoholic medium by the method of microwave treatment. A meat product has been developed from mutton and turkey meat, containing the inclusion complex “ $\beta$ -cyclodextrin: vitamin E” (the content of vitamin E in the meat product is  $1.28 \pm 1.13$ ). It is shown that the most rational combination is 65% lamb meat and 25% turkey meat (pectoral muscle). This ratio of the main meat components gives the product a moderately pronounced taste, inherent in semi-smoked sausage. On the basis of the performed experiments, a comparative characteristic of the physico-chemical, structural-mechanical and organoleptic parameters of lamb and turkey products is given. According to the results obtained, the microbiological parameters of the obtained meat products comply with the regulatory documents. Functionally enriched with vitamin, the meat product was tested for organoleptic, physico-chemical parameters, as well as for food safety.

**Key words:** vitamin E, cyclodextrins, meat product, inclusion complexes, clathrate.

**Introduction.** The scientific basis of the modern strategy for the production of meat products is the search for new progressive technologies that can increase the nutritional and biological value of the product, give it the desired properties, and increase the shelf life. Another important problem in the creation of combined meat products (for example, semi-smoked sausage) is the use of non-traditional raw materials such as poultry meat [1,2]. In the current conditions of high cost of meat products, an important task of the meat processing industry is to find technological methods and create new meat products of high nutritional value through the use of poultry meat, such as turkey. The share of this component in the overall structure of the meat balance is growing annually. Therefore, the use of this type of meat in sausage products allows you to get less expensive types of products, and therefore more competitive [3,4].

Products with turkey meat have a high nutritional value. Unlike pork and beef, turkey meat has a high content of full-fledged proteins and minerals, it is hypo-allergenic. Turkey meat has relatively little connective tissue, it is less coarse, therefore, less inferior proteins (collagen and elastin) and is easier to hydrolyze during heat treatment. White turkey meat (pectoral muscles) differs from red turkey meat (femoral muscles) by a lower content of lipids, connective tissue, and heme-containing proteins [3-5]. Turkey meat in comparison with all other types of poultry meat is richer in B vitamins and has the lowest cholesterol content. Turkey by

its chemical composition is a promising raw material both for use in the daily diet, and for the production of products for children, dietary and functional nutrition [5].

The development and production of new types of functionalized meat products (FMP) containing ingredients with antioxidant and therapeutic and prophylactic properties is also important for the food industry [6,7]. In this regard, the development of encapsulated fat-soluble vitamins using  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -cyclodextrins (CD) is particularly relevant. This is a new innovative direction in the food industry, which is of extremely important practical importance and social efficiency [8-10] (figure 1). At present, the market of functional food products (FPP), nanostructured with oligosaccharides of vitamins, flavoring and other ingredients, continues to develop rapidly. Thus, in countries such as North Korea and Japan, FPP accounts for almost 50% of all food products produced, in Europe, the United States and Russia-about 25-30% [11-14]. The FPP market sector continues to develop rapidly, for example, in Japan, FPP accounts for almost 50% of all food products produced, in the United States and Europe – about 25 % [14, 15].

Among the components with antioxidant and therapeutic and prophylactic properties, fat-soluble vitamin E (VE) is of particular interest [16-19]. With a lack of VE in the body, the risk of infectious and cardiovascular diseases, inflammatory processes, premature aging and skin cancer increases. VE is not synthesized in the human body, in addition, it performs an antioxidant function, increasing the shelf life of food semi-finished products. In this regard, VE is widely used as an important ingredient in the production of meat and other food products (daily requirement of 10-15 IU/day) (Figure 1).

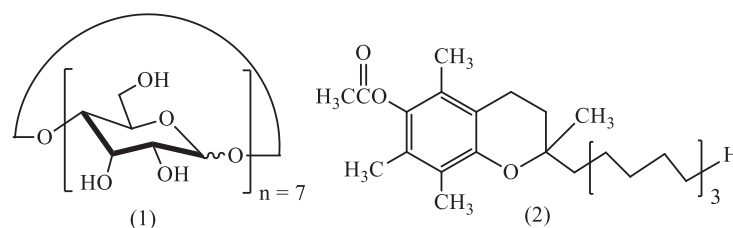


Figure 1 - Structural formulas of  $\beta$ -CD (1) and VE (2)

In production conditions, the weight of fat-soluble VE is dissolved in vegetable oil or melted pork and beef fat and introduced into the composition of minced meat a few minutes before the start of heat treatment. Vitamin E is relatively stable when heated, but it is easily destroyed by exposure to air oxygen and ultraviolet rays [16,17]. For this reason, there is a need to develop technological methods for producing water-soluble forms of VE encapsulated with  $\beta$ -CD with improved biopharmaceutical and nutritional properties. Molecular encapsulation of vitamins through the formation of inclusion compounds (clathrates) with  $\alpha$ -,  $\beta$ -, and  $\gamma$ -cyclodextrins is one of the most widely used methods in pharmaceuticals, cosmetology, and the food industry [8-10].

Based on the above, it can be noted that research aimed at developing recipes for new meat products with high consumer food properties is relevant. In this paper, we set the following tasks:

1) to develop technological methods for obtaining water-soluble complexes of VE inclusion with  $\beta$ -CD in various ratios;

2) justify the ratio of components that provide the optimal dose of the complex of inclusion of the  $\beta$ -CD:VE;

3) to test the proposed solutions with an assessment of the quality and safety indicators of finished meat products.

**Materials and methods of research.** The following reagents were used in the experiments:

- vitamin E (VE,  $\alpha$ -tocopherol acetate)  $C_{31}H_{52}O_3$ , a transparent viscous oil of light yellow color (1 IU of vitamin E = 1 mg). Molar mass of  $\alpha$ -tocopherol acetate 472.76 g/mol,  $d_4^{20} = 0.9545-0.9665$ ;  $n_D^{20} = 1.4958-1.4972$ ; maximum absorption  $E = 42.5$  at 285.5 nm;

-  $\beta$ -cyclodextrin ( $\beta$ -CD) (99.5%, (company “Fluka”), white crystalline substance, t.p. 280-299°C, soluble in water when heated, well soluble in dimethylsulfoxide and pyridine;

- model meat system: lamb-turkey (production date 20.09.2020).

The preparation of water-soluble inclusion complexes  $\beta$ -CD:VE was studied by methods of classical synthesis, ultrasonic and microwave activation. The most optimal conditions for the formation of clathrates were found under the conditions of microwave treatment [16]. A mixture of the calculated amounts of  $\beta$ -CD (mmol) and VE (mmol) in various ratios (1:1, 2:1, 3:1, 4:1) was dissolved in a mixture of solvents “water: ethanol” (1:1) and heated in a microwave oven for 160-180 sec in 2 min increments at 80°C. Microwave activation of the reaction medium was carried out at a power of 850 W using an Anton Paar Monowave 300 device. Under these conditions, the highest yield of  $\beta$ -CD:VE clathrates is observed at ratios (2:1). The results

of thermal analysis of samples of inclusion complexes  $\beta$ -CD:VE (2:1 and 4:1) (sample weight 12 mg) using a DTA / DSC differential scanning calorimeter (Setaram) are described by us in [17-19]. The solubility of the complex  $\beta$ -CD:VE (2:1) in water (with slight heating) was  $21-22 \pm 0.05$  mg /100 ml. Molecular modeling of the formation of supramolecular complexes  $\beta$ -CD:VE was performed by the MM+ molecular mechanics method using the HyperChem 8.0 program [20]. The total energy of the systems under study was estimated using semiempirical PM3 calculations without taking into account the influence of the environment. The chemical structures were taken from the PubChem Substance and Compound database (pubchem.ncbi.nlm.nih.gov). Chemical structure unique identifiers are: No.444041 for  $\beta$ -cyclodextrin [19-21].

The objects of meat products were sausages made from lamb (65%) and turkey (25%). The basic product for the development of recipes was the "lamb" sausage, developed according to SS 16351-86 from lamb (80%) and beef (10%). The technology of obtaining sausages with encapsulated  $\beta$ -CD of VE was tested in production conditions on the basis of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin (Nur-Sultan). Organoleptic evaluation of semi-smoked sausages was carried out on a 9-point scale according to SS 9959-91 "Meat products. General conditions for organoleptic evaluation". The moisture content was determined according to SS 9793-74 by drying the suspension to a constant mass (at  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ ). Physico-chemical and microbiological characteristics of meat sausage products with encapsulated vitamin complex  $\beta$ -CD:VE was determined in the testing laboratory of Nuritest LLP (Almaty, certificate of accreditation KZ. N.02.0043 dated February 08, 2020).

**Results and discussion.** To study the possibility of creating a  $\beta$ -CD complex with VE, computer models were constructed using the ChemOffice 12.0 program (figure 1). Evaluation of the geometric parameters of the optimized structures of the objects of study showed the possibility of the formation of a complex between alpha-tocopherol acetate and  $\beta$ -cyclodextrin molecules. The spatial "elongation" of the VE molecule does not exclude the possibility of the formation of  $\beta$ -CD:VE complexes with stoichiometry as 1:1, 1:2, 1:3 and 1:4. It was found that as a result of the interaction of  $\beta$ -CD with VE in a 1:1 ratio, the formation of two types of inclusion complex is possible:

- Type I – due to the penetration of the chromane ring VE into the cyclodextrin cavity,  $E_{\text{full}} = -500093$  kcal/mol;
- Type II – due to the penetration of the isoprenoid side chain VE into the cyclodextrin cavity,  $E_{\text{full}} = -500142$  kcal/mol.

A comparison of the total energies of these two types of complexes in figure 2 showed that the formation of an inclusion complex of VE with  $\beta$ -CD by Type II at  $\Delta E = 49$  kcal/mol is thermodynamically more advantageous. The next step was the molecular modeling of  $\beta$ -CD inclusion complexes with VE in the ratios 2:1 and 3:1. The molecular models of the complexes  $\beta$ -CD:VE in the ratios 1:1, 2:1 and 3:1 obtained as a result of geometry optimization by the method of molecular mechanics are shown in Figure 2.

From the molecular models presented in figure 2, it can be seen that complexation with two cyclodextrin molecules (b) does not cause noticeable deformation of the cyclodextrin ring, while complexation with three cyclodextrin molecules (c) leads to a reversal of some glucoside rings and flattening of the walls of the toroidal cavity, i.e., to conformational deformation. It was interesting to model the inclusion complex of VE with four  $\beta$ -CD molecules ( $E_{\text{total}} = -1629877$  kcal/mol). As a result of the geometry optimization by the MM+ method, a molecular model of the  $\beta$ -CD:VE complex was obtained in the ratio 1:4. The analysis of the geometry of which showed that the fourth cyclodextrin ring is very weakly bound to the VE molecule. From this we can conclude that the complexes of the composition 1:4 are quite unstable and will be much less common in comparison with the complexes of the ratio 1:1, 1:2 and 1:3. Thus, molecular modeling of the complexes of the inclusion of VE acetate with  $\beta$ -CD in the ratios 1:1, 1:2, 1:3 and 1:4 using the MM+ method. Based on semi-empirical PM3 calculations without taking into account the influence of the environment, the total energy of the studied systems is estimated.

To study the effect of the clathrate vitamin complex  $\beta$ -CD:VE on some biological properties of a food product. For the food industry, it is important to develop a new type of product that not only preserves all the useful properties of meat, but also improves the organoleptic, physico-chemical quality indicators, and technological properties [5-7]. When developing recipes and technologies of the studied meat semi-finished products using lamb meat (65%) and turkey (25%), the general scheme of production of semi-smoked sausage products was used as a basis, which was clarified during the research. After the end of the technological process, a comparative organoleptic assessment was carried out, as well as microstructural, physico-chemical and microbiological parameters were studied.



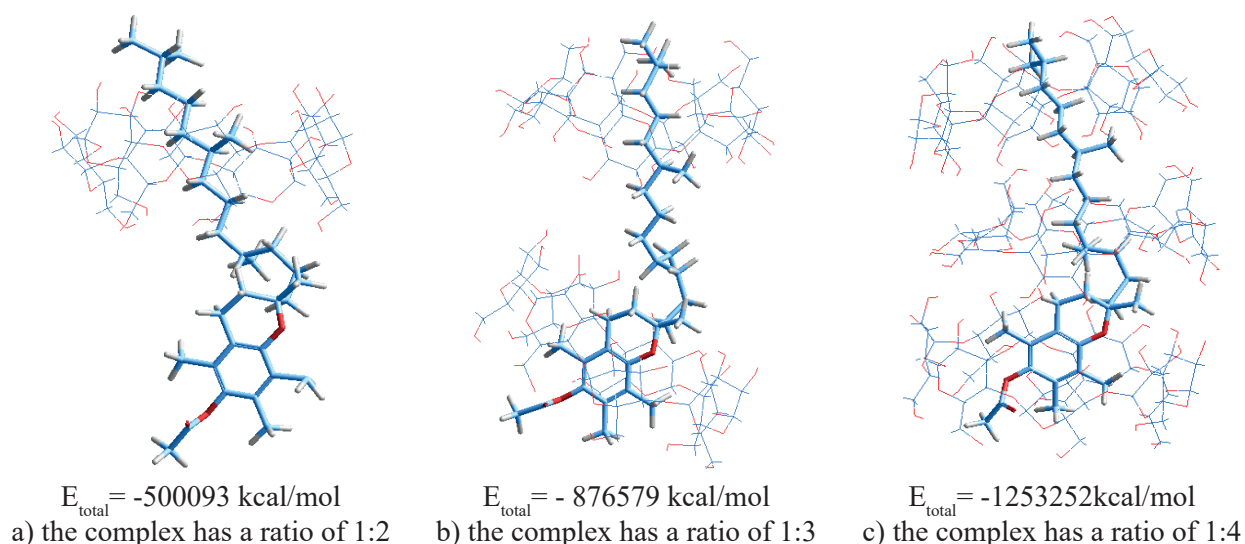


Figure 2 -Molecular model of the complex  $\beta$ -CD: VE in the ratios 1:1(a), 2:1 (b) and 3:1 (3c)

In the work, the organoleptic evaluation of semi-smoked sausages with the content of the vitamin complex of inclusion  $\beta$ -CD: ME was carried out on a 9-point scale according to SS 9959-91 Meat products. General conditions for organoleptic evaluation. From the data in table 1, it follows that prototypes №1-3 have higher consumer indicators compared to the control (lamb sausage). For example the organoleptic parameters of the experimental samples (aroma, consistency, taste and juiciness) are slightly higher than those of the control sample.

Table 1-Organoleptic evaluation of the quality of prototypes

Indicators	Controlsample	Prototype		
		1	2	3
Appearance	8,0	8,0	8,1	8,0
Colour	8,0	7,9	8,0	8,0
Smell, aroma	7,8	8,0	7,9	8,0
Consistency	8,0	8,1	8,1	8,0
Taste	8,0	8,0	8,1	8,1
Juiciness	7,8	8,0	8,0	7,8
Overallrating	7,93	8,0	8,03	7,98

Based on these data, a preliminary conclusion was made that the combination of 70% lamb and 25% turkey meat (pectoral muscle) is the most rational. The specified ratio of the main meat components gives the product a moderately pronounced taste, inherent in semi-smoked sausage (VE content  $1.28 \pm 1.13$ ). Further increase in the mass fraction of turkey meat is not advisable, since the final product has a pronounced lean taste. According to microbiological parameters, the sample of sausage products with lamb meat (70%) and turkey (20%) corresponded to SanPiN 2.3.2.1078-01 (table 2). The prototype of the semi-finished product, which has undergone culinary processing, is characterized by attractive organoleptic characteristics: juicy and tender consistency, light brown color, and a delicate meat smell. Analyzing the data in tables 2 and 3, we can conclude that the test sample, in comparison with the “Lamb” sausage, contains 11.96% less moisture, 14.67% more fat and 2.65% less protein. Thus, it can be noted that the prototype has a higher caloric content and a lower moisture-retaining capacity.

Table 2-Some physico-chemical and microbiological characteristics of meat sausage products with encapsulated vitamin complex  $\beta$ -CD:VE (1:2)

Nameofindicators	Acceptable standards for regulatory documents	Actually-received	Designation of regulatory documents for test methods
Microbiologicalstudies:			
Pathogenic microorganisms, including Salmonella, in 25 g	Notallowed	Notdetected	SS 31659-2012

L. monocytogenes, in 25 g	Notallowed	Notdetected	SS 32031-2012
E. coli group bacteria (coliforms), in 1 g.	Notallowed	Notdetected	SS 9958-81
Staphylococcus aureus, in 1 g.	Notallowed	Notdetected	SS9958-81
Sulfite-reducing clostridia, in 1 g.	Notallowed	Notdetected	SS 9958-81
Physicalandchemicalproperties:			
Peroxidenumber, mmol(1/2)/kg	-	3,48±0,35	SSR 51487-99
Moisturecontent	-	49,18±0,24	SS 9793-74
Ash	-	2,25±0,02	SS 15113-8-77
Vitamins, mg/100g:			
Vitamin E (β-CD:VE, 2:1)	-	11,28±1,13	SS EH 822-2014

Table 3 - Comparative characteristics of products by some indicators

Product Name	Fat, %	Protein, %	Moisturecontent, %	Ash, %	Caloriecontent, kcal/kJ /100
sausagemutton	11,28±0,01	24,29±0,01	61,14±0,01	2,33±0,01	202/845
Prototype	25,95±0,03	21,64±0,01	49,18±0,01	2,25±0,01	324/1355

**Conclusion.** The research results can be used in the development of a technological scheme for obtaining a semi-smoked product from lamb and turkey with encapsulated vitamin components. Thus, as a result of the research, a functionally enriched meat product with an encapsulated vitamin supplement was developed. To study the possibility of encapsulating VE with starch oligosaccharide, computer models were constructed using the Chem Office 12.0 program. The results of molecular modeling of VE inclusion complexes with β-CD are described. On the basis of semi-empirical calculations of PM3, the total energy of the studied systems was estimated. The preparation of substrate complexes with the receptor was performed by the MM+ method and studied in the ratios 1:1, 1:2, 1:3 and 1:4. The evaluation of the geometric parameters of the optimized structures of the objects of study showed the possibility of forming a complex between alpha-tocopherol acetate and β-cyclodextrin molecules. Developed a meat product from mutton and turkey meat, containing the inclusion complex β-CD:VE. Due to the possibility of effectively enriching meat semi-finished products with fat-soluble vitamins, the developed scientific approach is of interest for use in the production of functional food products.

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

Мұстафаева А.<sup>1\*</sup>, Искинеева А.<sup>1</sup>, Фазылов С.<sup>2</sup>, Кожамсүгіров К.<sup>1</sup>, Свидерский А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан;

<sup>2</sup>Органикалық синтез және көмір химиясы институты, Қарағанды, Қазақстан;

<sup>3</sup>Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар, Қазақстан.

E-mail: iosu8990@mail.ru

## ҚАПТАЛҒАН ВИТАМИНДІ ҚОСПАМЕН ФУНКЦИОНАЛДЫ БАЙЫТЫЛҒАН ЕТ ӨНІМІ

**Аннотация.** Мақалада биологиялық белсенді қоспамен функционалды байытылған ет өнімін зерттеу нәтижелері келтірілген. Ингредиент ретінде β-циклодекстринмен қапталғанмайда еритін Е дәрумені (α-токоферол ацетаты) қолданылған. α-Токоферол ацетатын крахмал олигосахаридімен капсулдау мүмкіндігін зерттеу үшін ChemOffice 12.0 компьютерлік бағдарламасы арқылы әр түрлі қатынастағы үлгілер құрастырылды. β-Циклодекстринмен α-токоферол ацетатын қосу кешендерін молекулалық модельдеу нәтижелері сипатталған. PM3 жартылай эмпирикалық есептеулерінің негізінде, қоршаған ортаның әсерін есепке алмай, зерттелетін жүйелердің жалпы энергиясы бағаланды. Рецептормен субстрат комплекстерінің түзілуін молекулалық модельдеу MM + әдісімен орындалды және 1:1, 1:2, 1:3 және 1:4 қатынастарында зерттелді. Зерттеу объектілерінің оңтайландырылған құрылымдарының геометриялық параметрлерін бағалау альфа-токоферол ацетаты мен β-циклодекстрин молекулалары арасында комплекс түзудің мүмкіндігін көрсетті. β-Циклодекстринмен Е витаминін қосу кешенін дайындау сулы-спиртті ортада микротолқынды өңдеу әдісімен жүргізілді. Қой және күркетауық еттерінен инклюзивті «vitamin E: β-циклодекстрин дәрумені» кешені бар жаңа ет өнімі жасалды (ет өніміндегі Е дәрумені мөлшері 1,28 ± 1,13). Ең ұтымды тіркесім 65% қой еті және 25% күркетауық

еті (кеуде бұлшық еті) қатысында екендігі көрсетілді. Еттің негізгі компоненттерінің бұл арақатынасы өнімге жартылай ысталған шұжыққа тән орташа айқын дәм береді. Рецептте қолданылған құс еті өнімнің өзіндік құнын төмендетуге және тұтынушылық қасиеттері жоғары өнімді алуға мүмкіндік береді. Жүргізілген тәжірибелер негізінде қой мен күркетауық өнімдерінің физико-химиялық, құрылымдық-механикалық және органолептикалық сипаттамаларына салыстырмалы сипаттама берілген. Зеттеулер нәтижелері бойынша алынған ет өнімдерінің микробиологиялық көрсеткіштері нормативтік құжаттарға сәйкес келеді. Функционалды түрде витаминмен байытылған ет өнімі органолептикалық, физико-химиялық параметрлерге, сондай-ақ тамақ қауіпсіздігіне тексерілді. Жартылай фабрикаттардың ет өнімдерін майда еритін витаминдермен тиімді байыту мүмкіндігіне байланысты дамыған ғылыми тәсіл функционалды тамақ өнімдерін өндіруде қолдануға қызығушылық тудырады.

**Түйінді сөздер:** Е дәрумені, циклодекстрин, етөнімі, кешенді қосылас, клатрат.

**Мустафаева А.<sup>1\*</sup>, Искинеева А.<sup>1</sup>, Фазылов С.<sup>2</sup>, Кожамсугиров К.<sup>1</sup>, Свидерский А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан;

<sup>2</sup>Институт органического синтеза и углехимии, Караганда, Казахстан;

<sup>3</sup>Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Казахстан.

E-mail: iosu8990@mail.ru

### **ФУНКЦИОНАЛЬНО ОБОГАЩЕННЫЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТ С ИНКАПСУЛИРОВАННОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКОЙ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования функционально обогащенного мясного продукта с биологически активной добавкой. В качестве ингредиента использован инкапсулированный  $\beta$ -циклодекстрином жирорастворимый витамин Е ( $\alpha$ -токоферола ацетат). Для изучения возможности инкапсулирования  $\alpha$ -токоферолацетата с олигосахаридом крахмала были построены компьютерные модели с использованием программы Chem Office 12.0. Описаны результаты молекулярного моделирования комплексов включения  $\alpha$ -токоферола ацетата с  $\beta$ -циклодекстрином в разных соотношениях. На основе полуэмпирических расчетов РМЗ, без учета влияния окружающей среды была оценена полная энергия исследуемых систем. Молекулярное моделирование образования комплексов субстрата с рецептором выполнено методом ММ + и изучено в соотношениях 1:1, 1:2, 1:3 и 1:4. Оценка геометрических параметров оптимизированных структур объектов исследования показала возможность образования комплекса между альфа-токоферол ацетатом и молекулами  $\beta$ -циклодекстрина. Получение комплекса включения витамина Е с  $\beta$ -циклодекстрином проведено в водно-спиртовой среде методом микроволновой обработки. Разработан мясной продукт из мяса баранины и индейки, содержащий комплекс включения « $\beta$ -циклодекстрин: витамин Е» (содержание витамина Е в мясном продукте  $1,28 \pm 1,13$ ). Показано, что наиболее рациональным является сочетание 65% мяса баранины и 25% мяса индейки (грудная мышца). Такое соотношение основных мясных компонентов придает продукту умеренно выраженный вкус, присущий полукопченой колбасе. Используемое в рецептуре мясо птицы позволит снизить себестоимость продукта и получить продукт с высокими потребительскими свойствами. На основании выполненных экспериментов дана сравнительная характеристика физико-химических, структурно-механических и органолептических показателей продуктов из баранины и индейки. Согласно полученным результатам, микробиологические показатели полученных мясных продуктов соответствуют нормативным документам. Функционально обогащенный витамином мясной продукт исследован на органолептические, физико-химические показатели, а также на пищевую безопасность. Благодаря возможности эффективного обогащения мясных полуфабрикатов жирорастворимыми витаминами разработанный научный подход представляет интерес для использования в производстве функциональных продуктов питания.

**Ключевые слова:** витамин Е, циклодекстрины, мясной продукт, комплексы включения, клатрат.

#### **Information**

#### **about**

#### **authors:**

**Mustafayeva Ayaulim** – Candidate of Technical Sciences, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, e-mail: ayaulym.mustafa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0693-6427>;

**Iskineyeva Ainara** – PhD student of Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, e-mail: iskeneeva\_aynara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1705-6372>;

**Fazylov Serik** – Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: [iosu8990@mail.ru](mailto:iosu8990@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4240-6450>. (Contact person: +77078660841);

**Sviderskiy Aleksandr** – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Kazakhstan; e-mail: [katsostud@rambler.ru](mailto:katsostud@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7277-5882>.

## REFERENCES

- [1] Kuzmichev V.Yu., Kolodyaznaya V.S. (2008) Quality of African ostrich meat (Meat industry) *Kachestvamy asya africanskogo strausa [Measnya industriya]* 5:64-68 (in Russ).
- [2] Rogov I.A., Zabashta A.G., Kazyulin G.P. (2009) Technology of meat and meat products [Technologiyamy asya I myasnykh productov] Moscow, 2:710 (in Russ).
- [3] Kolosov Yu., Getmantseva L., Shirokova N. (2013) Sheep Breeding Resources in Rostov Region (World Applied Sciences Journal) *Ovsevodcheskie resursy Rostovskoy oblasti [Mirovoi prikladnoy naushnii journal]* 23(10):1322-1324 (in Russ).
- [4] Kolosov Yu.A., Shirokova N.V., Baranikov A.I. (2013) Creation of new meat products using lamb (Scientific journal of the Kuban State Agrarian University) *Sozдание novix myasnix productov s ispolzovaniem baraniny [Naushnyi jurnal Kubanskogo gosudsrstvennogo agrarnogo unyversiteta]* Krasnodar, 05(089) (in Russ). Electronic resource <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/52.pdf>.
- [5] Tsvetkova A.M., Pismenskaya V.N. (2010) The use of turkey meat in the production of cooked meat products (Meat industry) *Ispolzovaniemy asya indeiky v proizvodstv evarenych myasnix izdelii [Measnya industriya]* 2:23-25 (in Russ).
- [6] Kaimbaeva L.A., Taeva A.M., Kulmagambetov T.I., Tapalova D., Fesenko M., Pereneseeva E. (2019) Development of recipes and technologies for meat combined semi-finished products (Bulletin of Almaty Technological University) *Razrabotka resepturii tehnologia myasnix kombinirovannykh polufabrykatov [Buleten Almatinskogo tehnologisheskogo universiteta]* 1 (122):30-35 (in Russ).
- [7] Uzakov Ya.M., Kaldarbekova M.A., Akilova F.E. (2019) Improving the quality of a new generation national meat product (Bulletin of Almaty Technological University) *Povychnie rachestvana chinalnogo myasnogo produktanovogo pokolenya [Bulletin of Almaty Technological University]* 4 (125). 61-66 (in Russ).
- [8] Das S.K. (2013) Cyclodextrins – the molecular container, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 4:2. 1694–1720 (in Eng.).
- [9] Crini G. (2014) Review: A history of cyclodextrins, *Chemical Reviews*, 114(21):10940–10975 (in Eng.).
- [10] Novosyolova N. (2002) Formation of inclusion complexes of cyclodextrins with oil-soluble vitamins, *Materials of XIIth International Conference “Surface forces”*. June 29 - July 5. 2005. Zvenigorod. 127.
- [11] Arihara K. (2006) Strategies for designing novel functional meat products (Meat Science) *Strategia dizainanovykh miyasnykh produktov [Myasnaya nauka]* 74(1):219-229 (in Russ). DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.04.028 (in Russ).
- [12] Ohama H., Ikeda H., Moriyama H. (2006) Health foods and foods with health claims in Japan, *Toxicology*, 221(1): 95-111 (in Eng.).
- [13] Shenderov B.A. (2013) The state and prospects for the development of functional nutrition in Russia (Gastro portal today) *Sostoyanie i perspective i razvitya funktsionalnogo pitaniya v Rossii [Gastro portal segodnya]* 9:24-28 (in Russ).
- [14] Szejtli J. (2004) Past, present and future of cyclodextrin research, *Pure and Applied Chemistry*, 76(10):1825-1845 (in Eng.).
- [15] Aree T., Chaichit N. (2002) Crystal structure of  $\beta$ -cyclodextrin dimethyl-sulfoxide inclusion complex, *Carbohydrate Research*, 337:2487-2494 (in Eng.). DOI: 10.1016/S0008-6215(02)00485-8.
- [16] Jiao F.P., Chen X.Q., Yu H.Z., Yang L. (2010) Preparation and spectra properties of inclusion complexes of vitamin E with  $\beta$ -cyclodextrin, *Journal of Food Processing and Preservation*, 34:114-124 (in Eng.). DOI: 10.1111/j.1745-4549.2008.00327.x.
- [17] Burkeyev M., Fazylov S., Bakirova R., Iskineyeva A., Sarsenbekova A., Tazhbaev E., Davrenbekov S. (2021) Thermal decomposition of  $\beta$ -cyclodextrin and its inclusion complex with vitamin E, *Mendelev communication*, 31:6-78 (in Eng.). DOI: 10.1016/j.mencom.2021.01.023.
- [18] Nurkenov O.A., Seilkhanov T.M., Fazylov S.D., Issayeva A.Zh., Seilkhanov O.T., Zhaksybayeva G.Sh. (2019) Obtaining and research of the supramolecular complexes of alkaloid salsoline with cyclodextrins by NMR spectroscopy, *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology*, 1:64-69 (in Eng.).

[19] Bakirova R., Nukhuly A., Iskineyeva A., Fazylov S., Burkeev M., Mustafaeva A., Minaeva E., Sarsenbekova A. (2020) Obtaining and Investigation of the beta-Cyclodextrin Inclusion Complex with Vitamin D-3 Oil Solution, *Scientifica*, 1-8. ID 6148939. DOI: 10.1155/2020/614893918 (in Eng.).

[20] Hyper Chem 8.0 Release Hypercube, Inc. <http://www.hypercubeusa.com/> National Center for Biotechnology Information (2021). Pub Chem Compound Summary for CID (in Eng.).

[21] National Center for Biotechnology Information (2021). Pub Chem Compound Summary for CID 444041, beta-cyclodextrin. Retrieved July 4, 2021 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-CYCLODEXTRIN> (in Eng.).

## 90-летие академика Национальной академии наук Республики Казахстан Е.А.БЕКТУРОВА



Исполнилось 90 лет со дня рождения и 65 лет научно-педагогической и общественной деятельности известного ученого в области физической химии высокомолекулярных соединений, академика НАН РК, лауреата Государственной премии Казахстана, заслуженного деятеля науки и техники Республики Казахстан, доктора химических наук, профессора Есена Абикеновича Бектурова.

Е.А. Бектуров родился 14 декабря 1931 года в г. Ташкенте.

В 1949 году он поступил на химический факультет Казахского государственного университета, где затем обучался в аспирантуре. В 1958 г. защитил кандидатскую, а в 1972 г. – докторскую диссертации, в 1976 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1958 г. по 2009 г. он работал

в Институте химических наук АН КазССР, где прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией. С 2010 по 2021 годы Е.А. Бектуров работал профессором Казахского Национального педагогического университета. В 1983 г. Е.А. Бектуров избран в члены-корреспонденты, а в 2003 г. – в академики Национальной Академии наук Республики Казахстан.

Основное научное направление Е.А. Бектурова связано с фундаментальными исследованиями в области физической химии полимеров: водорастворимые полимеры, полиэлектролиты, полиамфолиты, комплексы полимеров, полимерные катализаторы, ионопроводящие комплексы, гидрогели, наночастицы металлов, стабилизированные полимерами. По результатам исследований в изданиях Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья опубликовано более 800 работ, среди них 18 изобретений, 8 обзорных статей в журналах США, СССР, Энциклопедии полимерных материалов (США). Издано 32 монографии, 6 из них в ФРГ, Японии, Польше, России и 4 учебных пособия. Цикл работ Е.А. Бектурова с сотрудниками «Водорастворимые полимеры и их комплексы» в 1987 г. был удостоен Государственной премии Казахской ССР.

Исследования Е.А. Бектурова получили широкое признание в нашей стране и за рубежом. Публикации регулярно цитируются в монографиях и статьях ученых ближнего и дальнего зарубежья. Министерством науки и технической политики России Е.А. Бектуров был включён в базу данных «Лидеры науки СССР» в числе 6-ти наиболее цитируемых казахстанских ученых за период 1986-1991 гг. На монографии Е.А. Бектурова опубликовано 47 рецензий известных ученых в журналах СССР, США, ФРГ, Чехии, Румынии. Результаты исследований Е.А. Бектурова включены в ряд отечественных и зарубежных монографий, справочников и учебных пособий, а также стимулировали работы в некоторых лабораториях в нашей стране и за рубежом.

Е.А. Бектуровым внесен крупный вклад в развитие физической химии полимеров, создана широко известная в мире научная школа. Большое внимание Е.А. Бектуров уделяет подготовке высококвалифицированных кадров. Под его руководством защищено 35 кандидатских и 9 докторских диссертаций, в течение ряда лет прочитаны курсы лекций в Казахском и Вильнюсском университетах, Казахском химико-технологическом институте. Е.А. Бектуров – был членом специализированных Советов по защите докторских диссертаций, членом научно-консультативного совета журнала «Химия и технология воды» (Украина) и международного исследовательского совета Американского биографического Института (США).

Е.А. Бектуров неоднократно представлял казахстанскую науку за рубежом, выезжая для участия в качестве докладчика или члена оргкомитета в международных конференциях и симпозиумах, для чтения лекций и проведения совместных работ в ведущих научных центрах Японии, ФРГ, Чехии, Турции, Ирана, Голландии, Швейцарии, Италии, Канады.

Е.А. Бектуров – заслуженный деятель науки и техники Республики Казахстан (1993), лауреат Государственной премии Казахстана (1987), лауреат Международного фестиваля Хорезми (Иран) и Золотой медали ЮНЕСКО им. Нильса Бора (1997) за вклад в фундаментальную науку, лауреат премии К.И. Сатпаева (20), лауреат Государственной стипендии ученых, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники (2000), почетный профессор Павлодарского и Семипалатинского государственных университетов, лауреат общенациональной независимой премии «Тарлан» в номинации «Наука» (2003). По данным независимого агентства аккредитации и рейтинга Е.А. Бектуров вошёл в Топ-30 лучших преподавателей Вузов (2017 г.).

Е.А. Бектуров награжден медалями «За доблестный труд», «Ветеран Труда», «10 лет Конституции Республики Казахстан», «65, 70 и 75 лет Победы в Великой отечественной войне», а также грамотами Президиума АН КазССР.

Сердечно поздравляем Есена Абикеновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших успехов.

## МАЗМҰНЫ

<b>Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дәлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абилямгажанов А.З.</b> ГАЗДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИННИҢ СУДАҒЫ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	6
<b>Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н.</b> 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛДЫ-3 C <sub>20</sub> СУТЕКТЕНДІРУДІҢ НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ.....	14
<b>Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К.</b> БЕТТІК ТИПТІ АППАРАТТАҒЫ ТҰМАННЫҢ ТАМШЫЛАРЫ МЕН БӨЛШЕКТЕРІНІҢ БУ-ГАЗҚОСПАСЫНДАҒЫ КӨЛЕМДІК КОНДЕНСАЦИЯСЫ.....	22
<b>Қожахметова А.М., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай Ө.П., Досбаева А.М.</b> ТЫҢАЙТҚЫШ ҚОСПА РЕТІНДЕ АҚСАЙ КЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САПАЛЫ ФОСФОРИТТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	30
<b>Кудайбергенова Б.М., Қосжанова Г.Ж., Қайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумағалиева Ш.Н.</b> КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ КРИОГЕЛЬДЕРДІҢ ЦПБ-МЕН ӘРЕКЕТТЕСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ.....	35
<b>Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш.</b> KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES ӨСІМДІГІНІҢ АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ.....	40
<b>Мұстафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Қожамсүгіров К., Свидерский А7</b> ҚАПТАЛҒАН ВИТАМИНДІ ҚОСПАМЕН ФУНКЦИОНАЛДЫ БАЙЫТЫЛҒАН ЕТ ӨНІМІ.....	45
<b>Павличенко Л., Рысмагамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х.</b> ЕЛЕК ӨЗЕНІ АЛҚАБЫНЫҢ ЖЕР ҮСТІ СУЛАРЫНДАҒЫ БОР ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРІСІН БАҒАЛАУ (АҚТӨБЕ, ҚАЗАҚСТАН).....	53
<b>Серикбаева А.М., Қалмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлықапова Р.Б., Базарбаев Х.</b> ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ, ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	61
<b>Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А., Жұман Н.И.</b> ЖЫЛДЫҢ ЖАЗ МЕЗГІЛІНДЕ СҮТТЕГІ МОЧЕВИНАҚЫШҚЫЛЫН АНЫҚТАУ.....	69
<b>Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т.</b> МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА Н-АЛКАНДАР МЕН БЕНЗИН ФРАКЦИЯЛАРЫН ӨНДЕУ.....	75
<b>Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С.</b> БИОЛОГИЯЛЫҚ ЫДЫРАЙТЫН ҮЛДІР МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУ ҮШІН НЕГІЗГІ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ШЫҒУ ТЕГІ ӘРТҮРЛІ КРАХМАЛДАРДЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ МЕН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	84
<b>Шаймерденова Г.С., Жантасов Қ.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О.</b> ЖАҒАТАС КЕН ОРНЫНЫҢ БАЛАНСТАН ТЫС ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ: ҚҰРАМЫ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ.....	93
<b>Якияева М.А., Изтаев Б.А., Изтаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н.</b> БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ СҰРЫПТЫҚ ҰНДАРДАН ЖАСАЛҒАН АШЫТҚЫСЫЗ ҚАМЫРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУ.....	99
<b>МЕРЕЙТОЙ</b> Есен Әбікенұлы Бектұров 90 жаста!.....	112



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Акурпекова А.К., Нефедов А.Н., Дэлелханұлы Ө., Тастемирова А.Т., Абиьлмагжанов А.З.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ.....	6
<b>Джумекеева А.И., Ахметова С.Н., Бухарбаева Ф.У., Аубакиров Т.А., Жанбеков Х.Н.</b> НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ 3,7,11,15-ТЕТРАМЕТИЛГЕКСАДЕЦИН-1-ОЛА-3 С <sub>20</sub> .....	14
<b>Исаева А.Н., Корганбаев Б.Н., Голубев В.Г., Ещенко Л.С., Жумадуллаев Д.К.</b> ОБЪЕМНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЧАСТИЦАХ ТУМАНА И КАПЛЯХ В АППАРАТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА.....	22
<b>Кожаметова А.М., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Байысбай О.П., Досбаева А.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФОСФОРИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКСАЙ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА УДОБРЕНИЯ.....	30
<b>Кудайбергенова Б.М., Косжанова Г.Ж., Кайралапова Г.Ж., Иминова Р.С., Жумагалиева Ш.Н.</b> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КРИОГЕЛЕЙ С ЦПБ.....	35
<b>Кемелбек М., Самир А.Р., Бурашева Г.Ш.</b> АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES...	40
<b>Мустафаева А., Искинеева А., Фазылов С., Кожамсугиров К., Свицерский А.</b> ФУНКЦИОНАЛЬНО ОБОГАЩЕННЫЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТ С ИНКАПСУЛИРОВАННОЙ ВИТАМИННОЙ ДОБАВКОЙ.....	45
<b>Павличенко Л., Рысмагамбетова А., Таныбаева А., Солодова Е., Родриго Иларри Х.</b> ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ БОРА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ИЛЕК (АКТОБЕ, КАЗАХСТАН).....	53
<b>Серикбаева, А.М., Калмаханова М.С., Масалимова Б.К., Жарлыкапова Р.Б., Базарбаев Х.</b> ПОЛУЧЕНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ОРГАНОАЛОКСИДАМИ.....	61
<b>Сакиева З.Ж., Жолмырзаева Р.Н., Боранбаева Т.К., Әбіш Ж.А, Жұман Н.И.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВИНЫ В МОЛОКЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА.....	69
<b>Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Темирова А.М., Сайдилда Г.Т.</b> ПЕРЕРАБОТКА Н-АЛКАНОВ И БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	75
<b>Оспанкулова Г.Х., Тоймбаева Д.Б., Ермеков Е.Е., Садуахасова С.А., Айдарханова Г.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРАХМАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	84
<b>Шаймерденова Г.С., Жантасов К.Т., Дормешкин О.Б., Мүсірепова Э.Б., Тастанбекова Б.О.</b> ЗАБАЛАНСОВОЕ ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАНАТАС: КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ.....	93
<b>Якияева М.А., Изгаев Б.А., Изгаев А.И., Турсунбаева Ш.А., Рахымбаева М.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЗДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО СОРТА.....	99
<b>ЮБИЛЕЙ</b> 90-летие Есена Абикиновича Бектурова!.....	112

CONTENTS

<b>Akurpekova A.K., Nefedov A.N., Dalelhanuly O., Tastemirova A.T., Abilmagzhanov A.Z.</b> STUDY OF AQUEOUS SOLUTIONS OF METHYLDIETHANOLAMINE USED FOR GAS PURIFICATION.....	6
<b>Jumekeyeva A.I., Akhmetova S.N., Bukharbayeva F.U., Aubakirov T.A., Zhanbekov KH.N.</b> NICKEL - PALLADIUM CATALYSTS FOR HYDROGENATION OF 3, 7, 11, 15-TETRAMETHYLHEXADECYN-1-OL-3 C <sub>20</sub> .....	14
<b>Issayeva A.N., Korganbayev B.N., Golubev V.G., Eschenko L.S., Zhumadullayev D.K.</b> VOLUMETRIC CONDENSATION OF A VAPOR-GAS MIXTURE ON FOG PARTICLES AND DROPS IN A SURFACE-TYPE APPARATUS.....	22
<b>Kozhakhmetova A.M., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Baiysbay O.P., Dosbayeva A.M.</b> RESEARCH OF THE COMPOSITION OF LOW-RATED PHOSPHORITES OF THE AKSAY DEPOSIT AS A COMPONENT OF FERTILIZER.....	30
<b>Kudaibergenova B.M., Koszhanova G.Zh., Kairalapova G.Zh., Iminova R.S., Zhumagalieva Sh.N.</b> REGULARITIES OF INTERACTION OF COMPOSITE CRYOGELS WITH CPB.....	35
<b>Kemelbek M, Samir A.R, Burasheva G.Sh</b> AMINO ACID AND FATTY ACID CONTENTS OF THE PLANT KRASCHENINNIKOVIA CERATOIDES.....	40
<b>Mustafaeva A., Iskineyeva A., Fazylov S., Kozhamsugirov K., Sviderskiy A.</b> FUNCTIONALLY ENRICHED MEAT PRODUCT WITH INCAPSULATED VITAMIN SUPPLEMENT.....	45
<b>Pavlichenko L., Rysmagambetova A., Tanybayeva A., Solodova E., Rodrigo Ilarri J.</b> ASSESSMENT OF BORON CONTENT CHANGES IN THE SURFACE WATER OF THE ILEK RIVER VALLEY (AKTOBE, KAZAKHSTAN).....	53
<b>Serikbayeva A.M., Kalmakhanova M.S., Massalimova B.K., Zharlykapova R.B., Bazarbaev H.</b> PREPARATION AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC MODIFIED CLAYS WITH GRAFTED ORGANOALKOXIDES.....	61
<b>Sakieva Z.Zh., Zholmyrzayeva R.N., Boranbayeva T.K., Abish Zh.A., Zhuman N.I.</b> DETERMINATION OF UREA IN MILK.....	69
<b>Tuktin B.T., Tenizbaeva A.S., Temirova A.M., Saidilda G.T.</b> PROCESSING OF N-ALKANES AND GASOLINE FRACTIONS ON MODIFIED ZEOLITE CATALYSTS.....	75
<b>Ospankulova G.Kh., Toimbaeva D.B., Ermekov E.E., Saduakhasova S.A., Aidarkhanova G.S.</b> STUDIES OF THE MORPHOLOGY AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF STARCHES OF VARIOUS ORIGINS AS THE MAIN RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF BIODEGRADABLE FILM MATERIALS.....	84
<b>Shaimerdenova G.S., Zhantasov K.T., Dormeshkin O.B., Mussirepova E.B., Tastanbekova B.O.</b> OFF-BALANCE PHOSPHATE RAW MATERIALS OF THE ZHANATAS DEPOSIT: COMPREHENSIVE STUDY OF COMPOSITION AND STRUCTURE.....	93
<b>Yakiyayeva M.A., Iztayev B.A., Iztayev A.I., Tursunbayeva Sh.A., Rakhymbayeva M.N.</b> STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF YEASTLESS DOUGH FROM WHEAT FLOUR OF THE FIRST AND SECOND GRADES.....	99
<b>ANNIVERSARY</b>	
90th anniversary of Yesen Abikenovich Bekturov!.....	112

## **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 сайтах:

**[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 10.12.2021.

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

4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5-6.