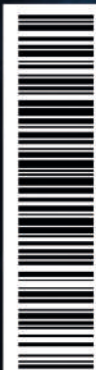


НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

Научно-технический журнал Vol. 1(156) 2023



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ



www.vestnik.nauka.kz

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№1 (156)

Научно-технический журнал **«Новости науки Казахстана»** публикует статьи по следующим направлениям фундаментальных и прикладных исследований: технические и сельскохозяйственные науки, науки о Земле, пищевая и перерабатывающая промышленность, экономика, науковедение, стандартизация и пр.

Журнал основан в 1989 г. и выходит 4 раза в год.

Предназначен для профессорско-преподавательского состава вузов, докторов PhD, магистрантов, студентов и сотрудников научно-исследовательских институтов, предприятий и организаций, а также работников министерств и ведомств.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

М.К. Бапиева (главный редактор)

М.Е. Сейткалиева (ответственный секретарь)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Р.Г. Бияшев, д.т.н.; **К.А. Исаков**, д.т.н.; **К.Д. Досумов**, д.х.н., проф.;

С.Е. Соколов, д.т.н., акад. МАИН; **Б.Р. Ракишев**, д.т.н., акад. НАН РК;

Ж.С. Алимкулов, д.т.н.; **М.Т. Велямов**, д.б.н., проф., акад. НАН РК;

Ю.А. Юлдашбаев, д.с.-х.н. (Россия);

М.А. Рахматуллаев, д.т.н. (Узбекистан);

А. Сладковски, д.т.н., проф. (Польша);

Д. Пажес, гл. специалист (Франция)

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,

ул. Богенбай батыра, 221

Тел./факс: +7 727 355 55 01 внт 204

e-mail: bapiyeva@inti.kz, n.nauka@inti.kz

www.vestnik.nauka.kz

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Азат С., Жантикеев У., Тауанов У. Ж., Бексеитова К.

Композитные материалы на основе диоксида кремния и серебра из биологических источников в качестве нового адсорбента для удаления ионов ртути из воды..... 6

Есжанова Г.Т., Бексейтова К.С., Рахимжанова Д.Т.

Фитохимический анализ сырья *Calligonum leucocladum bunge* 16

Айтенов Е., Абдракова Ф.Ю., Бексултан Ж.Б., Мышырова Ж.К., Тулепов М.И.

Исследование процессов горения газогенерирующих картриджей пламегасителей с добавками углеродных горючих добавок..... 23

БИОЛОГИЯ

Саданов А.К., Березин В.Э., Баймаханова Б.Б., Лукманова Г.В., Оразымбет С.Э., Лахк О.Н., Балгимбаева А.С., Треножникова Л.П., Гаврилова Н.Н., Ратникова И.А.

Оригинальные разработки для отечественного фармацевтического производства..... 28

Тулеханов С.Т., Кайрат Б.К.

Актуальные проблемы хронобиологии и хрономедицины..... 35

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

Азат С., Жәнтикеев У., Тауанов У.Ж., Бексейтова Қ.

Судағы сынап иондарын тазартуға арналған жаңа адсорбент ретінде биологиялық көздерден алынған күміс және кремний диоксиді негізіндегі композиттік материалдар 6

Есжанова Г.Т., Бексейтова К.С., Рахымжанова Д.Т.

Calligonum leucocladum Bunge шикізатына фитохимиялық талдау 16

Айтенов Е., Әбдрақова Ф.Ю., Бексұлтан Ж.Б., Мышырова Ж.К., Төлепов М.И.

Көміртек жанғыш қоспаларымен жалын сөндіретін газөңдеу картридждерінің жану процесін зерттеу 23

БИОЛОГИЯ

Саданов А.Қ., Березин В.Э., Баймаханова Б.Б., Лукманова Г.В., Оразымбет С.Э., Лахк О.Н., Балгимбаева А.С., Треножникова Л.П., Гаврилова Н.Н., Ратникова И.А.

Отандық фармацевтикалық препараттарды өндіруге арналған теңдесі жоқ әзірлемелер..... 28

Тулеуханов С.Т., Кайрат Б.К.

Хронобиология мен хрономедицинаның өзекті мәселелері 35

CONTENT

CHEMISTRY

Azat S., Zhantikeyev U, Tauanov U.Z, Bekseitova K.

Biosourced silica / Ag composite materials as a new adsorbent for the removal of mercury ions from water..... 6

Yeszhanova G.T., Bekseytova K.S., Rahimzhanova D.T.

Phytochemical analysis of raw materials Calligonum leucocladum Bunge 16

Aitenov E., Abdrakova F.Y., Beksultan Zh.B., Myshyrova Zh.K., Tulepov M.I.

Investigation of the combustion processes of gas-generating flame extinguisher cartridges with carbon combustible additives..... 23

BIOLOGY

**Sadanov A.K., Berezin V.E., Baimakhanova B.B., Lukmanov G.V.,
Orazymbet S.E., Lakhk O.N., Balgimbaeva A.S., Trenozhnikova L.P.,
Gavrilova N.N., Ratnikova I.A.**

Original developments for domestic pharmaceutical production 28

Tuleukhanov S.T., Kairat B.K.

Actual problems of chronobiology and chronomedics 35

BIOSOURCED SILICA/AG COMPOSITE MATERIALS AS A NEW ADSORBENT FOR THE REMOVAL OF MERCURY IONS FROM WATER

S. Azat^{1,2}, U. Zhantikejev², U.Z. Tauanov², K. Bekseitova²

¹Satbayev University, Engineering profile laboratory, Almaty, Kazakhstan

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

In this study, the synthesis of a new composite adsorbent using rice biosourced silica, silver nanoparticles and triethoxysilane as the raw materials for removal aqueous mercury ions from water is presented. The new composite material was synthesised by modification of the surface of rice husk based silica with silane groups and farther decoration with silver nanoparticles. Characterization was carried out through, Fourier transform infrared (FT-IR) spectra analysis, N₂ adsorption-desorption (Brunauer-Emmett-Teller) and thermal gravimetric analysis (TGA). Synthetic and real mercury containing water sampled from Balkyldak lake-reservoir, Kazakhstan were tested. The results demonstrated that the affinity of the composite for mercury is high and the removal mechanism is adsorption accompanied by an amalgamation reaction between silver and mercury.

Key words: Adsorption, silver nanoparticles, rice husk silica, silica/Ag composites, aqueous mercury ions

Graphical abstract

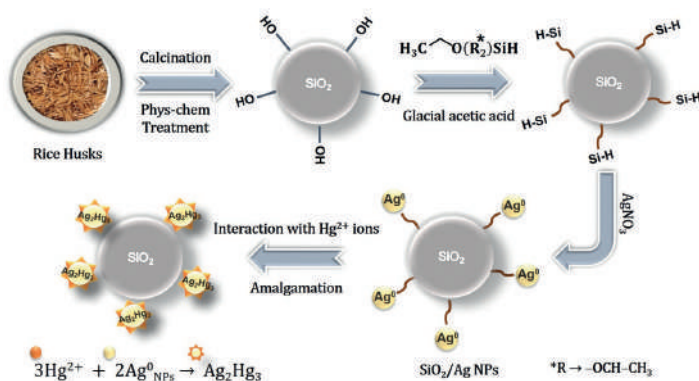


Figure 0 – Schematic illustration of the experimental procedure of composite materials fabrication.

The suggested mechanism for adsorption of Hg²⁺ ions on the rice husk based SiO₂/AgNPs composite materials is demonstrated on Fig. 0.

Introduction. Currently water contaminations with heavy metals have great interest. Even at low concentrations, these metals have a toxic affects to environment and microorganisms. Mercury is one of the most harmful pollutants among heavy metals. It is widespread in natural waters, groundwater, draining water in urban areas, and industrial waste [1]. Consequently, development of efficient clean-up technologies for removal of mercury from aqueous media has been required testing various methods such as ion exchange, precipitation, reduction, solvent extraction, reverse osmosis and so on. However, compared to adsorbents all these methods have deficiencies such as high cost, low efficiency, formation of by-products, and unsuccessful at low toxic metal concentrations (1–20 mg·L⁻¹) etc. Hence, many researches have been considered adsorption is

the most advantageous technique for elimination Hg²⁺ ions from wastewater [2].

According to United States Environmental Protection Agency (USEPA) the minimum allowable limit of mercury concentration for drinking water is 0.002 mg/l, whereas for World Health Organization this was set at 0.006 mg/l [3]. Besides, mercury discharge into water sources has been increased in Asia, South America, and Africa due to elevated mercury pollution from industrial plants [4].

Kazakhstan is also vulnerable in terms of ecological problems concerning mercury pollution of water resources. The brightest example is the technical reservoir Balkyldak, which is located near the industrial district of Pavlodar city in the north of Kazakhstan. This waterbody was intended to store and evaporate industrial

wastes of several large-scale plants in Pavlodar, among them are the Pavlodar Oil Chemical Refinery (POCR) LLP, the Pavlodar Chemical Plant “Caustic” JSC and the heat electric generation plant [5]. The industrial effluent entering the reservoir contains various pollutants, such as petrochemicals, heavy metal salts (Zn, Fe, Cr, Hg etc.), chlorine, sulphates etc. Recent research conducted by Karaganda State Technical University on monitoring of toxic metal contamination in the northern district of Pavlodar showed that the mercury content in soil and groundwater exceeds allowable limit, which verifies that this region is still remains the main focus of mercury pollution. In addition, mercury discharges into Balkyldak reservoir was greatly enhanced by operation of an industrial object so called ex-“Chimprom”, which produced chlorine and sodium through electrolysis with mercury cathode between 1973 and 1992. During 14 years the 1089.36 tons of metallic mercury was consumed. In addition to small discharge of mercury into waterbody during regular plant operations, the significant leakages occurred during the shutdown of the plant. Mercury discharge into aquatic systems of the lake-accumulator Balkyldak has an adverse impact on flora and fauna in this region. The analysis of tench fish, which is inhabitant of the lake, showed that mercury concentration in fish exceeds the allowable minimum limit in 0.53 and 3.73 times. The maximum amount of mercury content was found in perch, which is equal to 5.6 times maximum permissible concentration (MPC) [5]. Furthermore, comparison of water content in the Balkyldak Lake and in groundwater showed that mercury concentration has increased in groundwater, whereas the concentration of zinc and chromium remains unchanged. The major concern relates to the spread of mercury pollution into the Irtysh River, which is one of the largest waterbodies in Kazakhstan. In 1950s, mercury pollution from a chemical plant in Minamata Bay caused contamination of fish, which was the main food supply for inhabitants of modest village. As a result of this human tragedy 2252 people were affected and 1043 people died. Therefore, efficient mer-

cury remediation technologies evolution is extremely urgent [6, 7].

Based on mercury properties, the physical adsorption between mercury and active adsorbents may not be effective. In majority of cases, the adsorbent’s surface must be modified for chemical adsorption. It has been reported that several metals, such as palladium, platinum, rhodium, gold, zinc, aluminium, copper and silver are ready to form amalgam with mercury. Moreover, these metal amalgams formed with mercury have relatively low solubility, which implies negligible release of mercury after adsorption. Among those metals, it has been noted that silver has the lowest solubility, therefore, it was selected to modify adsorbent support and create more active sites [8, 9].

Activated carbon, carbon nanotube, zeolites, clays and mesoporous silicas are have been widely used for removal metal ions from aqueous system. However, because of their relatively high cost today especial attention has been devoted to finding inexpensive adsorbents [10].

Silica can be chosen as an efficiently adsorbent in water treatment processes because of its granular structure, water insolubility, chemical stability, high mechanical strength and its low costs. Alternative sources of silica such as rice husk and sugarcane bagasse have been used to obtain amorphous silica by costly templates, surfactants and use of acid washing under high temperature and atmospheric and thermal treatment methods [11]. For instance, RHA with 87.5 % silica content prepared by directly calcination of RH at 650 °C for 2 hours was used to synthesize poly inorganic silica with Fe and Al ions, which are more favorable in removal of heavy metals from wastewater [12, 13].

Different optimization approaches have been used to improve the adsorption capacity of the mesoporous silica. Katok et al. [14] have reported synthesis of composite materials by immobilization of silver nanoparticles on the silica surface functionalized with hydride groups. They were examined potential application of hydride silica composites as adsorbents for mercury from aqueous systems. These novel adsorbents demonstrate

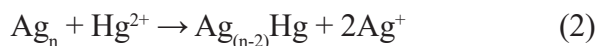
high reactivity, pH sensitivity, capacity and can be effective candidate materials for removal mercury ions.

The method of silver nanoparticle immobilization on the surface of modified silica, which used in present work, has a list of significant advantages over other techniques. At first, it is economically feasible since it requires the minimum expense of the silver nitrate solution as a starting material. Secondly, silica can be synthesized using rice husk as a raw material [15]. Besides, it is anticipated that the synthesis of ‘chemically pure’ NPs results in hyperstoichiometry phenomena by which more efficient toxic metal remediation from water can be performed.

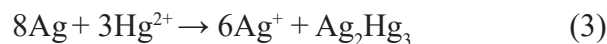
According to Katok et al. mercury ions in solution interact with silver metal (Ag^0) at a Ag:Hg stoichiometric ratio of 2:1 resulting in zero valent mercury [15]:



Based on this stoichiometric ratio Katok et al. [15] described a hyperstoichiometric effect, according to which the Ag:Hg ratio changes depending on the Ag NPs size reaching 2:2.25. This ratio was taken from the quantity of Hg^{2+} reduced from solution with that of Ag^+ oxidized into solution. However, this is only part of the overall mechanism as redox is followed by amalgamation. The Hg^{2+} reduction and amalgamation were observed by Henglein and Brancewicz [16] and Henglein [17] who suggested the following reaction mechanism between Hg^{2+} and Ag NPs:



Harika et al. [18] studied the amalgamation reaction by ultrasonically reacting liquid mercury with an aqueous solution of silver nitrate. While the formation and role of silver nanoparticles is not discussed the authors observed schachnerite and moschellandsbergite and mixed phases with molar ratios of Ag:Hg from 2:1.33 up to 2:4. For instance, assuming the 2:1 ratio in the redox reaction and the formation of moschellandsbergite the overall reaction is:



In the case of schachnerite:



Thus, the overall stoichiometric ratio could be 2:0.75, 2:0.62 depending on the formed amalgam.

Thus, present research work explored the preparation and characterization of new effectiveness inexpensive adsorbent prepared from agricultural wastes, namely rice husk silica to remove aqueous mercury ions from water specimens. The use of silica as an adsorbent not only solve the problem of potential human health risk and ecological disturbances related with toxic heavy metals but also will expand the feasibility of turning agricultural byproduct in to a valuable resource.

Materials and methods

Materials and chemicals. Triethoxysilane, glacial acetic acid, silver nitrate, mercury chloride were purchased from Sigma Aldrich and used without further purification. Rice was used as the main raw material for synthesizing silica by physical and chemical treatment methods. The mercury nitrate solution and microbiological samples collected on the Balkyldak Lake-reservoir were used in adsorption experiments.

Characterizations. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) was performed using Agilent technologies, Cary 600 series FTIR spectrometer in transmission (T) mode at mid IR, wavenumbers range $500\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ to conduct IR measurements. Band intensities can be also expressed in absorbance mode, in which same results are expected. The powder was then dispersed in a matrix of potassium bromide (KBr) in the ratio of $\sim 1:10$. The absorption coefficient of KBr is far less than 400 cm^{-1} , therefore no absorption peak of KBr appeared in the range of measurement.

Physical parameters of nitrogen adsorption/desorption for the Barret-Joyner-Halenda average pore diameter (D_{BJH}), the Brunauer-Emmett-Teller surface area (S_{BET}) and the total pore volumes (V_{total}) was obtained by Autosorb-iQ Automated

Gas Sorption Analyzer. Thermal characteristics of initial and modified samples of silica were measured by thermogravimetric analysis using TG/DSA 6000 instrument (Perkin Elmer).

The removal of mercury ions from aqueous solution analyzed by RA-915M Mercury Analyzer with pyrolysis attachment (PYRO-915⁺).

Synthesis of silica by physical-chemical treatment. The samples of rice husks were previously washed with water for the purification of the composition from foreign substances. Then the initial raw materials were dried in the laboratory drying oven at the temperature of 90 °C for 2 hours (for complete evaporation of the water in the composition). All prepared samples (50 g) were calcinated at 600 °C for 4 hours in a muffle furnace (AAF series, Carbolite) to produce white rice husk ash (WRHA). After the end of the process, all organic compounds in the rice husk are burned completely and eventually the ash of white rice husks is formed. Subsequently the WRHA was mixed with 100 ml of 2M NaOH at 90 °C at continuous vigorous stirring for 2 hours in order to extract the solid silica into water soluble sodium silicate. The water soluble sodium silicate solution was filtered via the vacuum pump to remove insoluble residues. After filtration, the water soluble sodium silicate solution (the filtrate) converted into insoluble silicic acid by reaction with concentrated HCl for 30 minutes, under continuous stirring.

Modification surface of rice husk silica samples with silicon hydride groups

Batch (3 g) of the silica oxide was added into a round bottom flask equipped with a reflux condenser. The flask was placed in a water bath with constant temperature (90 °C) and solution of modifier (0.4 ml triethoxysilane (TES, Sigma Aldrich, 390143, 95%) in 60 ml of the glacial acetic acid) was added under continuous stirring. After 2 h of reaction, the mixture was cooled to room temperature and filtered. Obtained solid was dried at 90 °C. Resulting modified silica samples were used for reaction of the silver nanoparticles formation.

Formation of Ag nanoparticles on the surface of silica

Silver nanoparticles formation on silica sur-

face was as follows: 5 samples of modified silica (1.1 g. each) were immersed into silver nitrate (10 mmol·L⁻¹) aqueous solution at ambient temperature with different volume (5.5, 11, 22, 33, 44 ml) of silver nitrate; all experiments were carried out in the light shielded conditions to prevent the light degradation of the silver nitrate. Silver nanoparticles are formed on the surface of silica through the chemical reduction of silver ions into zero-valence state as result of reaction with silicon-hydride groups on the silica surface (Table 1). The obtained samples were filtered and dried for 12 h at 105 °C in the bench oven.

Mercury removal experiments

Silver nanoparticles deposited on the silica surface were tested in reactions with mercury chloride (HgCl₂), for each experiment 0.1 g of silver containing silica was placed in a conical flask and 10 ml of HgCl₂ (Sigma Aldrich, M6529, ≥99.5%) solution (100 mg/l) was added. The mixture was continuously stirred at ambient temperature for 1.5 hours. After reaction, the mixture centrifuged and solution analysed for mercury content. The real mercury containing solutions were sampled from the lake-reservoir Balkyldak and had an initial concentration 14836.6 ng/l. The residual mercury in the solution was analysed by using the RA-915M Mercury Analyzer with pyrolyzer PYRO-915⁺.

Results and discussion

Material characterization

Porosimetry. N₂ adsorption-desorption measurement were performed to characterize the textural properties of initial and TES-modified silica. Silica nanoparticles were obtained by thermal treatment of rice husk (RH) followed by separation of silica from the ashes of rice husks (RHA) code-named RHA-Si and subsequent modification by silane code-named RHA-Si/HSi and modified with silver nitrite RHA-Si/HSi/Ag.

Table 1 show the data of low-temperature nitrogen adsorption in accordance with the sample coding. Adsorption data for the silica samples were used to calculate the specific surface area, pore diameters and total pore volume by the BJH and BET method.

Table 1 – Porosimetry results

Sample	Surface area, (BET)	Surface area, (BJH)	$V_{\text{pore}}^{\text{BET}}$	$d_{\text{pore}}^{\text{BJH}}$
	[m ² /g]	[m ² /g]	[cm ³ /g]	[nm]
RHA-Si	980	418	1.086	3.055
RHA-Si/HSi	285	166	0.895	4.723
RHA-Si/HSi/Ag	310	160	0.863	5.072

It follows from Table 1 that the RHA-Si/HSi and RHA-Si/HSi/Ag samples have a lower specific surface area (166, 160 m²/g) than the initial RHA-Si sample (418 m²/g), which is due to the modification of the sample by the silane, which partially covers the silica surface. This is confirmed by a decrease in the pore volume of the modified samples (0.895, 0.863 cm³/g) compared to the initial silica (1.086 cm³/g).

The isotherms can be classified as type II Fig. 1b,c with macroporous and IV in Fig. 1a, according to IUPAC classification (Sing et al., 1985) [19] with an uptake in the low pressure region ($p/p_0 \leq 0.1$) characteristic of microporous materials. However, isotherm also shows a distinct hysteresis loop at intermediate to high relative pressures, which is characteristic of the presence of large micropores and mesopores (type IV). This is clearly shown on the graph of the pore size distribution in silica samples.

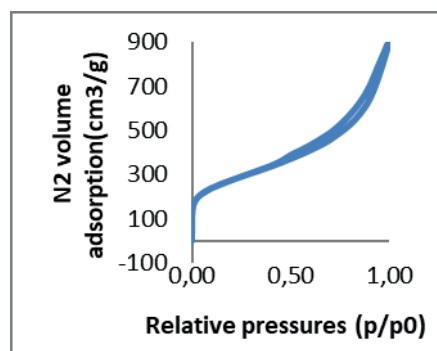
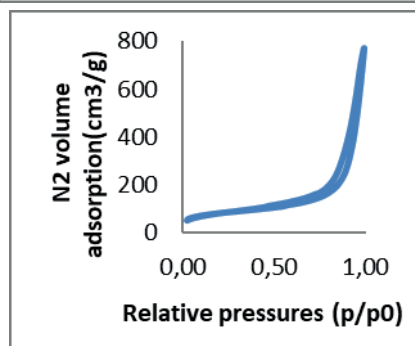
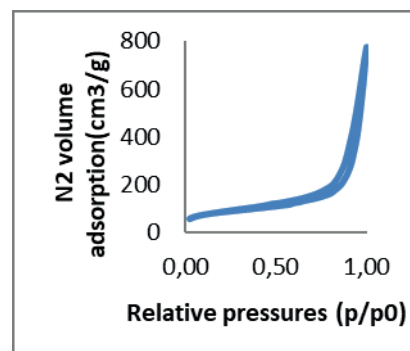
a*b**c*

Figure 1 – Nitrogen adsorption-desorption isotherm of initial RHA-Si, RHA-Si/HSi, RHA-Si/HSi/Ag samples

Thermogravimetric analysis. The thermograph of the initial silica sample from the rice husks code-named RHA-Si is shown in Fig. 2.

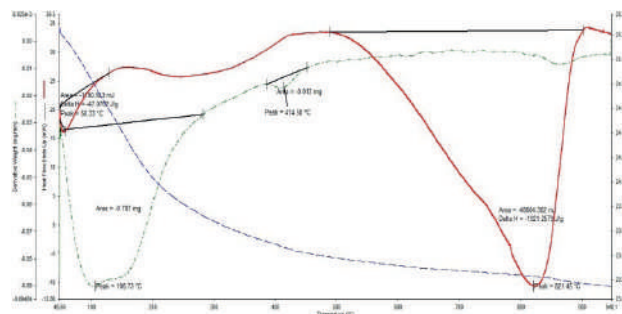


Figure 2 – Thermograph of RHA-Si sample

From the thermograph, it follows that when the sample was heated to 950 °C, a monotonic mass loss occurred throughout the entire period. In the first heating section up to 100 °C, the sample loses 2 % of the mass due to evaporation of water from the structure of the sample, which is evident from the energy consumption curve (red line). Further, there is a gradual loss of mass, but starting from 500 °C, a sharp consumption of energy begins and ends at 800 °C, which indicates that the unburned sodium salt is melted in the structure of the silica. At the end of the thermal analysis for a sample of silica from rice husk, it was found that the sample is heat-resistant and the weight loss is 9.1 %.

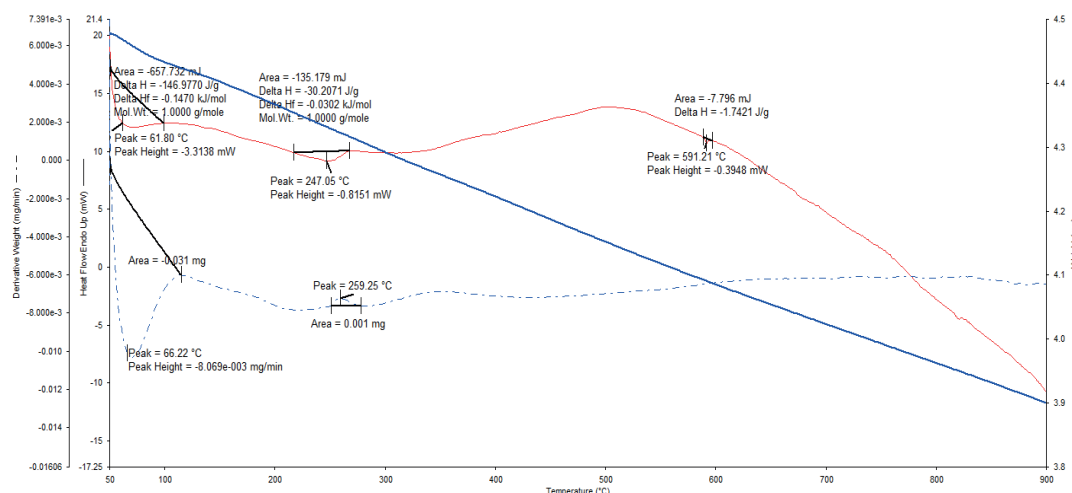


Figure 3 – Thermograph of RHA-Si/HSi sample

The data of the thermograph of the RHA-Si/HSi sample (Fig. 3) indicate a low mass loss (no more than 2.5 %) due to the evaporation of water at a temperature of 66 °C. Then there was a linear loss of mass without consumption or release of energy, but from 500 °C to 900 °C, an endothermic reaction occurred without a sudden jump in mass loss, which indicates an intrastructural change in the sample of the material. The total weight loss did not exceed 14 %.



FTIR results. The FT-IR spectra of (a) the unmodified silica, (b) the TES-modified silica and silver NPs decorated silica were shown in Fig. 3. Silica hydride groups anchored to the surface of silica particles possess weak reducing properties, which are sufficient for generating “chemically pure” zero-valent silver by the reduction of silver cation according to Equation (6).

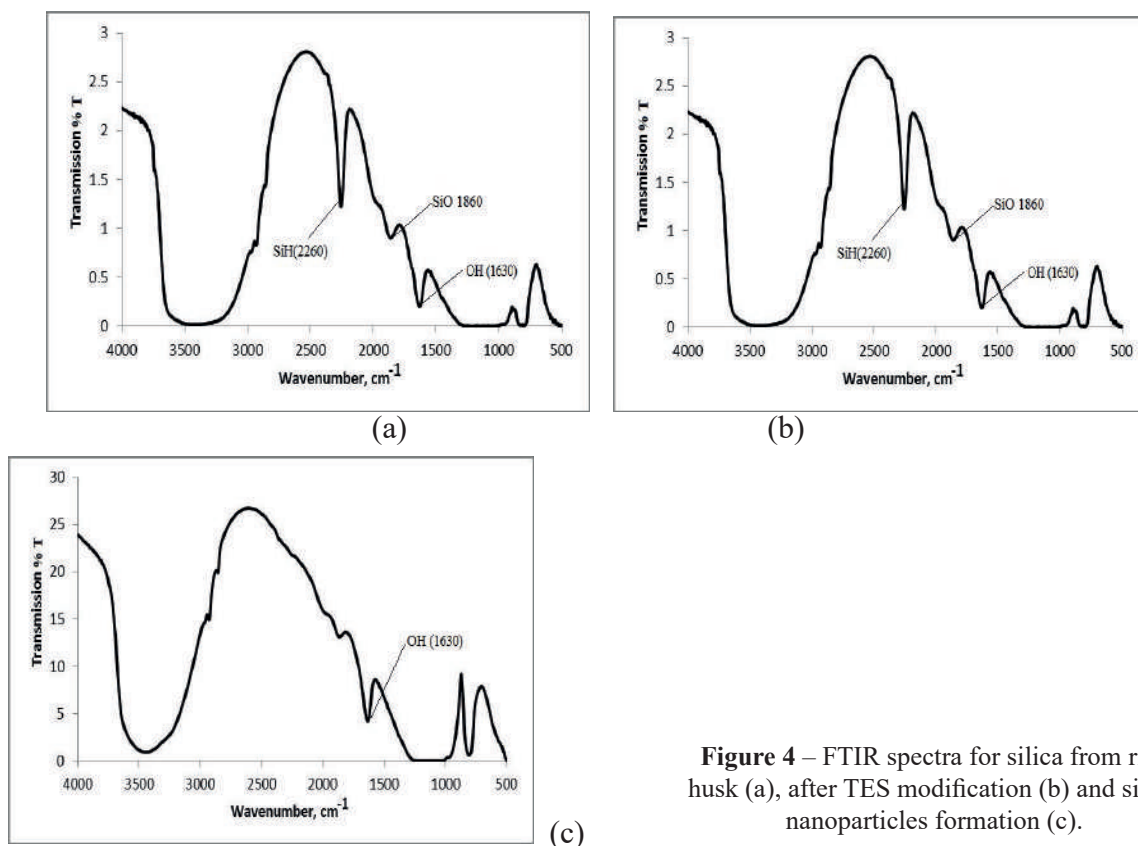


Figure 4 – FTIR spectra for silica from rice husk (a), after TES modification (b) and silver nanoparticles formation (c).

In the IR spectra of Silica, stretching vibrational bands of Si-O can be observed at 1860 cm^{-1} (Fig. 3a). After the modification of silica with triethoxysilane, the IR spectra contained an intense band with an absorption maximum at 2260 cm^{-1} . This band corresponds to Si-H bond stretching vibrations in surface chemical compounds (Fig. 3b). A broad absorption band at $3300\text{-}3800\text{ cm}^{-1}$ is evidence of the presence of adsorbed water and perturbed $\equiv\text{SiOH}$ groups in the surface layer. After modified silica was brought in contact with a solution of silver nitrate, and silver nanoparticles

were reduced in the surface layer of silica matrices (Fig. 3c).

Mercury removal experiments

Synthetic solution. Different concentrations of silver nanoparticles on silica substrate were synthesized and calculated stoichiometric ratio of Hg^{II} to Ag^0 : $0.005\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.01\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.02\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.03\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.04\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.05\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.1\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.2\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.3\text{ mmol Ag/g SiO}_2$, $0.4\text{ mmol Ag/g SiO}_2$.

All the obtained samples were assigned with the terms given in Table 2.

Table 2 – Different silver containing silica samples for interactions with mercury nitrate solution

Sample name of silver containing silica	Interactions with mercury nitrate solution
Ag NPs with content of $0.005\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.005\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.01\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.01\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.02\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.02\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.03\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.03\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.04\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.04\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.05\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.05\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.1\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.1\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.2\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.2\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.3\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.3\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2
Ag NPs with content of $0.4\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	0.1 g of $0.4\text{ mmol Ag/g SiO}_2$ was mixed with 10 mL of 100mg/l of HgCl_2

The produced silver nanoparticles immobilized on silica support were tested on removal the mercury (II) ions from aqueous solution and calculated stoichiometric ratio of Hg^{II} to Ag^0 (Table 3).

Table 3 – Removal of Hg^{2+} from aqueous solution

Sample description	Stoichiometric ratio of Hg^{II} to Ag^0	Concentration of Hg^{2+} in water after sorption	Removal of Hg
		[ng/l]	[%]
$0.005\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	7.4:1	21014.8	79
$0.01\text{ mmol Ag/g SiO}_2$	3.7:1	9741.3	90

0.02 mmol Ag/g SiO ₂	1.85:1	2927.9	97
0.03 mmol Ag/g SiO ₂	1.2:1	376.6	99.6
0.04 mmol Ag/g SiO ₂	0.925:1	797.6	99.1
0.05 mmol Ag/g SiO ₂	0.74:1	21431.5	78
0.1 mmol Ag/g SiO ₂	0.37:1	20431.	78
0.2 mmol Ag/g SiO ₂	0.185:1	17156.3	83
0.3 mmol Ag/g SiO ₂	0.12:1	15557.3	84
0.4 mmol Ag/g SiO ₂	0.09:1	14650.9	85

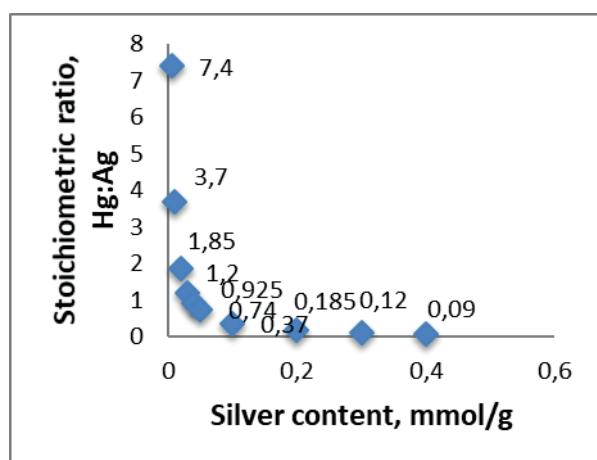
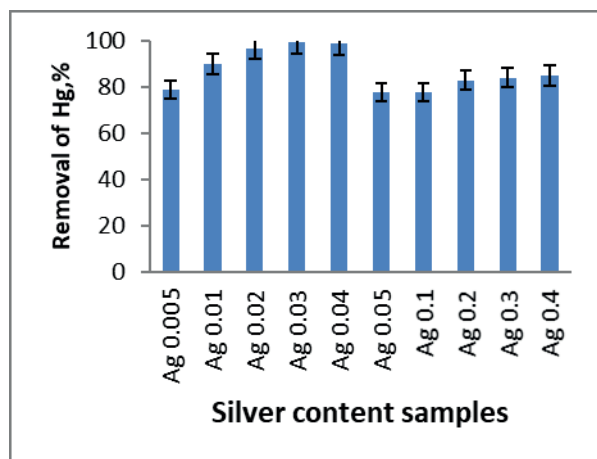


Figure 5 – Hg²⁺ removal in modular solution after sorption (left) and stoichiometric ratio Hg:Ag in reaction of mercury uptake (right).

Mercury adsorption onto hydride silica composites is a fast and efficient process, allowing the loading of up to 0.02, 0.03, 0.04 mmol of Ag/g SiO₂ adsorbent with a stoichiometric molar ratio 1.85:1, 1.2:1, 0.925:1 between Hg^{II} and Ag⁰ on the silica surface.

Conclusions. 1. The adsorption of ionic mercury (II) from aqueous solution on functionalized hydride silicon materials was investigated.

2. The FTIR spectrum of a triethoxysilane surface-modified silica sample exhibits an intense absorption band at 2250 cm⁻¹ that is typical of silicon hydride groups, in addition to the vibration bands observed for the native silica obtained from rice husk.

3. Experiments were carried out to investigate the effect of silver nitrate concentration, initial mercury concentration of the aqueous solution on mercury loading. The effectiveness of ionic mercury removal from an aqueous solution by adsorption onto silica with grafted silicon hydride groups occurs mainly by a redox mechanism: oxidation of ≡SiH groups and reduction of Hg^{II} ions.

4. Mercury adsorption onto hydride silica composites is a fast and efficient process, allowing the loading of up to 0.2, 0.3, 0.4 mmol of Ag/g SiO₂ adsorbent with a stoichiometric molar ratio 0.185:1, 0.12:1, 0.09:1 between Hg^{II} and Ag⁰ on the silica surface.

REFERENCES

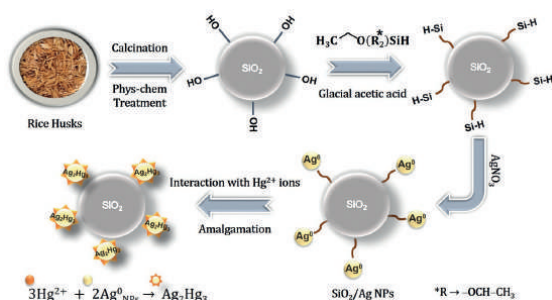
- 1 Ganzagh, M.A.A., Yousefpour, M., Taherian, Z., 2016. The removal of mercury (II) from water by Ag supported on nanomesoporous silica. *Journal of Chemical Biology*. 9, 127–142. <https://doi.org/10.1007/s12154-016-0157-5>.
- 2 Arshadi, M., Mousavinia, F., Khalafi-Nezhad, A., Firouzabadi, H., Abbaspourrad, A., 2017. Adsorption of mercury ions from wastewater by a hyperbranched and multifunctionalized dendrimer modified mixed-oxides nanoparticles. *Journal of Colloid and Interface Science*. 505, 293–306. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.05.052>.
- 3 Atwood, D.A., Zaman, M.K., 2006. Mercury removal from water. In: Atwood D.A. (Eds.) *Recent Developments in Mercury Science. Structure and Bonding*, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 163–182. https://doi.org/10.1007/430_013.
- 4 Girginova, P.I., Daniel-da-Silva, A.L., Lopes, C.B., Figueira, P., Otero, M., Amaral, V.S., Pereira, E., Trindade, T., 2010. Silica coated magnetite particles for magnetic removal of Hg²⁺ from water. *Journal of Colloid and Interface Science*. 345, 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2010.01.087>.
- 5 Ullrich, S.M., Ilyushchenko, M.A., Kamberov, I.M., Tanton, T.W., 2007. Mercury contamination in the vicinity of a derelict chlor-alkali plant. Part I: sediment and water contamination of Lake Balkyldak and the River Irtys. *Science of the Total Environment*. 381, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.02.033>.
- 6 Schroeder, W.H., Munthe, J., Lindqvist, O., 1989. Cycling of mercury between water, air, and soil compartments of the environment. *Water, Air, and Soil Pollution*, pp. 337–347. <https://doi.org/10.1007/BF00283335>.
- 7 Wang, Q., Kim, D., Dionysiou, D.D., Sorial, G.A., Timberlake, D., 2004. Sources and remediation for mercury contamination in aquatic systems—a literature review. *Environmental Pollution*. 131, 323–336. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.01.010>.
- 8 Bootharaju, M.S., Pradeep, T., 2010. Uptake of toxic metal ions from water by naked and monolayer protected silver nanoparticles: An X-ray photoelectron spectroscopic investigation. *The Journal of Physical Chemistry C*. 114, 8328–8336. <https://doi.org/10.1021/jp101988h>.
- 9 Khunphonoi, R., Khamdagsag, P., Chiarakorn, S., Grisdanurak, N., Paerungruang, A., Predapitakkun, S., 2015. Enhancement of elemental mercury adsorption by silver supported material. *Journal of Environmental Sciences*. 32, 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.01.008>.
- 10 Yu, Y., Addai-Mensah, J., Losic, D., 2012. Functionalized diatom silica microparticles for removal of mercury ions. *Science and Technology of Advanced Materials*. 13, 1–11. <https://doi.org/10.1088/1468-6996/13/1/015008>.
- 11 Kumar, S., Sangwan, P., Dhankhar, R., Mor, V., Bidra, S., 2013. Utilization of Rice Husk and Their Ash: A Review. *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*. 1, 126–129. Available Online <http://www.aelsindia.com>.
- 12 Abo-El-Enein, S.A., Eissa, M.A., Diafullah, A.A., Rizk, M.A., Mohamed, F.M., 2009. Removal of some heavy metals ions from wastewater by copolymer of iron and aluminum impregnated with active silica derived from rice husk ash. *Journal of Hazardous Materials*. 172, 574–579. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.07.036>.
- 13 Sun, L., Gong, K., 2001. Silicon-based materials from rice husks and their applications. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 40, 5861–5871. <https://doi.org/10.1021/ie010284b>.
- 14 Katok, K.V., Whitby, R.L.D., Fayon, F., Bonnamy, S., Mikhalovsky, S.V., Cundy, A.B., 2013. Synthesis and application of hydride silica composites for rapid and facile removal of aqueous mercury. *ChemPhysChem*, 14, 4126–4133. <https://doi.org/10.1002/cphc.201300832>.
- 15 Katok, K.V., Whitby, R.L.D., Fukuda, T., Maekawa, T., Bezverkhyy, I., Mikhalovsky, S.V., Cundy, A.B., 2012. Hyperstoichiometric interaction between silver and mercury at the nanoscale. *Angewandte Chemie International Edition*. 51, 2632–2635. <https://doi.org/10.1002/anie.201106776>.
- 16 Henglein, A., Brancewicz, C., 1997. Absorption spectra and reactions of colloidal bimetallic nanoparticles containing mercury. *Chemistry of Materials*. 9, 2164–2167. <https://doi.org/10.1021/cm970258x>.
- 17 Henglein, A., 1998. Colloidal silver nanoparticles: Photochemical preparation and interaction with O₂, CCl₄, and some metal ions. *Chemistry of Materials*. 10, 444–450. <https://doi.org/10.1021/cm970613j>.
- 18 Harika, V.K., Kumar, V.B., Gedanken, A., 2018. One-pot sonochemical synthesis of Hg-Ag alloy microspheres from liquid mercury. *Ultrasonics Sonochemistry*. 40, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.07.008>.
- 19 Sing, K.S.W., 1985. Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity (Recommendations 1984). IUPAC Commission on Colloid and Surface Chemistry Including Catalysis. *Pure and Applied Chemistry*. 57, 603–619. <https://doi.org/10.1351/pac198557040603>.

СУДАҒЫ СЫНАП ИОНДАРЫН ТАЗАРУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА АДСОРБЕНТ РЕТІНДЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ КӨЗДЕРДЕН АЛЫНҒАН КҮМІС ЖӘНЕ КРЕМНИЙ ДИОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАР

Түйіндеме. Бұл зерттеуде судан сулы сынап иондарын кетіру үшін шикізат ретінде күріштен алынған кремний диоксиді, күміс нанобөлшектері және триэтоксисилан қолданылатын жаңа композициялық адсорбенттің синтезі ұсынылған. Жаңа композициялық материал күріш қабығы негізіндегі кремнеземнің бетін силан топтарымен модификациялау және одан әрі күміс нанобөлшектермен безендіру арқылы синтезделді. Сипаттама Фурье түрлендіру инфрақызыл (FT-IR) спектрлік талдау, N₂ адсорбциялық-десорбциялық (Брунауэр-Эммет-Теллер) және термиялық гравиметриялық талдау (TGA) арқылы жүзеге асырылды. Қазақстандағы Балқылдақ көл-су қоймасынан алынған судың құрамында синтетикалық және нақты сынап бар. Нәтижелер композиттің сынапқа жақындығы жоғары екенін және жою механизмі күміс пен сынап арасындағы амальгация реакциясымен жүретін адсорбция екенін көрсетті.

Түйін сөздер: Адсорбция, күміс нанобөлшектері, күріш қабығы кремний диоксиді, кремний/Ag композиттері, сулы сынап иондары

Графикалық реферат



Сурет 0 – Композиттік материалдарды дайындаудың тәжірибелік процедурасының схемалық суреті.

SiO₂/AgNPs негізіндегі күріш қабығына Hg²⁺ иондарының адсорбциялануының ұсынылған механизмі 0-суретте көрсетілген.

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И СЕРЕБРА ИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ В КАЧЕСТВЕ НОВОГО АДСОРБЕНТА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ РТУТИ ИЗ ВОДЫ

Аннотация. В данном исследовании представлен синтез нового композитного адсорбента с использованием диоксида кремния из риса, наночастиц серебра и триэтоксисилана в качестве сырья для удаления водных ионов ртути из воды. Новый композиционный материал был синтезирован путем модификации поверхности кремнезема на основе рисовой шелухи силановыми группами и дальнейшего декорирования наночастицами серебра. Определение характеристик проводили с помощью инфракрасного спектрального анализа с преобразованием Фурье (FT-IR), адсорбции-десорбции N₂ (Брунауэра-Эмметта-Теллера) и термогравиметрического анализа (TGA). Были протестированы образцы синтетической и настоящей ртутьсодержащей воды из озера-водохранилища Балкылдак, Казахстан. Результаты показали, что сродство композита к ртути велико, а механизм удаления - адсорбция, сопровождаемая реакцией амальгирования между серебром и ртутью.

Ключевые слова: адсорбция, наночастицы серебра, кремнезем рисовой шелухи, композиты кремнезем / Ag, водные ионы ртути.

Графическая абстракция

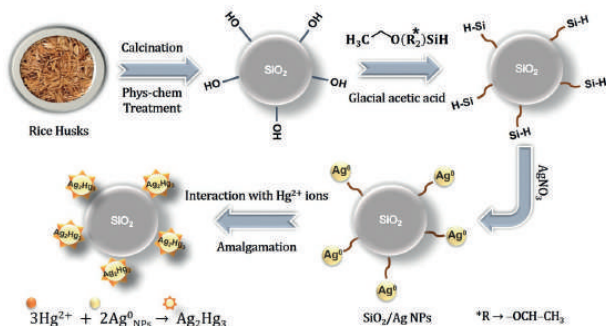


Рисунок 0 - Схематическое изображение экспериментальной процедуры изготовления композиционных материалов.

Предлагаемый механизм адсорбции ионов Hg²⁺ на композиционных материалах SiO₂ / AgNPs на основе рисовой шелухи показан на рис.0.

Azat Seithan, доктор PhD, ассоциированный профессор, e-mail: seytchan.azat@gmail.com

Zhantikejev Ulan, PhD докторант КазНУ, e-mail: nurlybekov_ulan@mail.ru

Tauanov Zhandos, доктор PhD, преподаватель КазНУ, e-mail: zhtauanov@nu.edu.kz

Bekseitova Kalampyr, PhD докторант, e-mail: bekalsu@mail.ru

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЫРЬЯ *CALLIGONUM LEUCOCLADUM* BUNGE

Г.Т. Есжанова¹, К.С. Бексейтова², Д.Т. Рахимжанова¹

¹НАО «Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г.Нур-Султан

²ТОО «Научно-технический производственный центр «Жалын», г.Алматы

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены результаты исследования морфологического строения, показатели доброкачественности сырья *C.leucocladum* B. - доля влаги в сырье составляет $5,91 \pm 0,03\%$, массовая доля золы $7,23 \pm 0,01\%$. Получен этанольный экстракт из корней и стеблей *C.leucocladum* B. Аминокислотный состав исследовали методом ТСХ, обнаружен наибольший процент содержания треонина, валина, тирозина и глутаминовой кислоты. Наименьшие концентрации составляли аминокислоты изолейцин, цистеин и лизин. Атомно-эмиссионным методом установлен минеральный состав (32 элемента). Качественными цветными реакциями обнаружены флавоноиды, алкалоиды, кумарины, дубильные вещества.

Ключевые слова: *Calligonum leucocladum*, сырье, экстракт, минеральный состав, аминокислоты

Введение. В настоящее время все большее внимание уделяется изысканию, поиску, изготовлению и применению лекарственных веществ растительного происхождения. Это связано с наименьшим проявлением побочных реакций, малой токсичностью, относительной дешевизной и доступностью их изготовления. При этом, постоянно совершенствуются технологии получения биологически активных начал из лекарственного растительного сырья, на основе которых разрабатываются новые природные лекарственные препараты, пищевые и кормовые добавки, выявляются мишени их воздействия на организм (Ильина И.Г, Рудакова И.П., Самылина И.А., 2013, Suleimen E. M. и др., 2018) [1, 2].

Многие вещества растений необходимы в самых различных областях промышленности и, кроме того, перспективны для использования в биотехнологии. Для пополнения ассортимента лекарственных растений, используемых для нужд фармацевтической, парфюмерной, пищевой и других отраслей промышленности и в сельском хозяйстве, необходимо глубокое и всестороннее изучение химическо-

го состава и биологических свойств отдельных соединений и фитокомплексов.

К перспективным растениям можно отнести *Calligonum leucocladum* (джузгун белокорый) и другие растения рода жузгун.

Calligonum (джузгун, кандым, сем. Polygonaceae) – кустарник, высотой 50-120 см. В пустынных и полупустынных степях Казахстана встречается около 30 видов, всего же насчитывается более 150 видов этого растения. Джузгуны-ксерофиты, адаптированные к условиям пустынь или полупустынь. Растения из рода жузгун можно встретить в пустынях и песчаных степях Северной Африки, западной Сибири, Передней и Центральной Азии. Корни уходят в глубину до 30 метров, доходят до грунтовых вод; к тому же пески задерживают воду, то позволяет растению извлекать влагу уже на глубине 1,5 м. Виды жузгуна безлиственны, а их короткие ассимиляционные побеги летом сбрасываются: веткопад в засуху. Виды жузгуна активно используются как закрепители песков, разработаны способы создания долговременных плантации на песках.

Джужгун – род многолетних листопадных ветвистых кустарников с обширной корневой системой и ажурной кроной. Листья растений короткие, игловидные, цветки одиночные, небольшие, от белых до розовато-фиолетовых. Типичными элементами строения *C. leucocladum* является вторичное анатомическое строение многолетнего стебля и корня, наличие вместилищ, расположение проводящих элементов [3].

Растения из рода джужгун не являются фармакопейными, и не применяются ни в официальной, ни в народной медицине, однако химический состав растения позволяет утверждать, что они обладают значительной биологической активностью.

Yueting Zhang, Ying Feng, Wenjun Li et al. (2020) в своих исследованиях приводят сведения по систематизации и изучению областей распространения различных видов *Calligonum*. Авторы указывают на морфологическую размытость границ между видами и свидетельствуют о необходимости изучения межвидовой гибридизации, генетической дифференциации и адаптивной эволюции каллигонина [4].

Как и все пустынные растения, растения вида джужгун содержат дубильные вещества, катехины, дегидрокатехины, эфирные масла, флавоноиды (Кароматов И.Д., Тураева Н.И., 2016) [5].

Тилеуберди Н.Н., Тургумбаева А.А. (2019) в химическом составе растения *Calligonum arhyllum* обнаружили флавоноиды, лимонную кислоту, дубильные вещества, сапонины, алкалоиды и лейкоантоцианидины. При определении аминокислотного состава растения было выявлено, что наибольшее количество во всех органах растения приходится на глутаминовую кислоту и на аспаргат. Наименее преобладающими аминокислотами являются цистеин, оксипролин и орнитин, содержащиеся во всех частях растения в равных количествах, в пределах 0.1 -0.12 % [6].

Yahia, Y., Bagues, M., Zaghdoud, C., Al-Amri, S.M. и др. (2019) определили фенольный профиль растения *Calligonum arich* L.

Результаты показали, что общее содержание полифенолов составило от 32,02 мг GAE/г ДВ в корнях до 34,27 мг GAE/г DW в листьях. Общее содержание флавоноидов варьировало от 22,79 до 26,41 мг QE/г DW в стеблях и листьях, соответственно. Качественный и количественный анализ ВЭЖХ выявил наличие 14 фенольных соединений, которые значительно варьировались в зависимости от частей растения [7].

Pervaiz, I., Saleem, H., Sarfraz, M., Imran Tousif, M. и др. (2020) исследовали фитохимический состав экстрактов *C. polygonoides* в четырех видах растворителя. Наибольшее содержание фенола было обнаружено в экстракте хлороформа (76,59 мг GAE /г экстракта), что может быть связано с его более высокой способностью поглощать радикалы. Н-бутанольный экстракт, содержал максимальное количество флавоноидов (55,84 мг RE/г экстракта). Авторы считают, что экстракты *C. polygonoides* можно было бы дополнительно рассмотреть для выделения природных фитоконпонентов [8].

В экстракте корня *Calligonum polygonoides* было идентифицировано тридцать одно соединение, основными компонентами которого были пирогаллол и пальмитиновая кислота, обладающие противомикробной и аллелопатической активностью (Ahmed M. AbdelGawad, Younes M. Rashad, Ahmed M. Abdel Azeem и др., 2016) [9].

Казакпаевой А.Э., Рахмадиевой С.Б., Аширбековой А.К., Имековой Г.М. (2020) проведено изучение минерального состава листьев и корней *Calligonum arborescens* Litv. Обнаружены микро- макроэлементы: цинк, марганец, церий, медь, бор, литий, свинец, хром, титан, алюминий, железо, фосфор, стронций, барий и ультрамикроэлементы: иттрий, торий. Во всех органах растения обнаружены тяжелые металлы, при этом все, кроме железа, меди, марганца и цинка, соответствуют предельно допустимой концентрации [10].

Целью нашей работы явилось изучение морфологии растения, выявление биологически активных веществ и количественное

определение минерального и аминокислотного состава *S. leucocladum* В, рассмотрение возможности получения фитопрепаратов на его основе.

Методы исследования. Сбор растения производили в Созакском районе Туркестанской области. Корни и стебли *S. leucocladum* В. были отсортированы для удаления всех посторонних веществ и высушены. Сушка сырья для удаления из сырья влаги путем ее испарения и отвод образовавшихся паров проводилась в вакуумном сушильном шкафу Memmert 500, при 150°C, в течение 1 часа. Измельчение сырья *S. leucocladum* осуществлялось в шаровой мельнице. Размер измельченного конечного продукта: тонкий–200–150 мк. Измельчение применяется для улучшения однородности смесей, для ускорения и повышения глубины протекания химических реакций, повышения интенсивности сочетаемых с ним других технологических процессов.

Приготовление экстракта проводили на аппарате Сокслета кипячением навески сырья *S. leucocladum* в 95 %-ном этиловом спирте, после чего экстракт упаривали на роторном испарителе.

Экстракты *S. leucocladum* В. были подвергнуты качественному анализу для различных испытаний, так алкалоиды определяли с помощью реактива Драгендорфа, дубильные вещества с помощью теста с хлорным железом и свинца ацетатом, флавоноиды с помощью цианидовой пробы (проба Chinoda), сапонины с помощью пробы Лафона, кумарины с помощью лактонной пробы.

Исследование морфологии сырья джузгуна белокорого проводили при помощи сканирующего электронного микроскопа.

Исследование массовой доли влаги и золы в сырье *S. leucocladum* В. определяли по ГОСТ 24027.2-80.

Определение элементного состава джузгуна проводилось с помощью растрового

электронного микроскопа Quanta 200i 3D (FEI Company, США) (ТОО «Жалын», Алматы) и атомно-эмиссионным методом в условиях ТОО «Фитохимия», г. Караганда.

Аминокислотный состав сырья *S. leucocladum* В. определяли методом ТСХ, по нормативному документу МВИ МН 1363-2000.

Определение сорбиновой и бензойной кислот (ГОСТ 33332-2015) производилось в жидком экстракте и было основано на извлечении их из пробы буферным раствором ацетата аммония, содержащим метанол, очистке полученного экстракта и последующем количественном определении сорбиновой и бензойной кислот в экстракте методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Результаты исследования

Исследованы 2 образца растительного сырья джузгуна белокорого (рисунки 2, 3).

Морфология полученных образцов порошков имеет аморфную неупорядоченную структуру рисунки 2 А, В. Распределение частиц в порошке широкое (1,5 – 50 мкм), что характерно для порошков растительного происхождения.

В образцах №2 встречаются упорядоченные частицы с кристаллической структурой (рисунок 3, В), что обусловлено наличием в элементном составе Са. Эти частицы имеют четко очерченные границы, прямоугольную форму и узкое распределение по размерам (0,8 – 3,7 мкм).



Рисунок 1 – Внешний вид измельченного сырья *S. leucocladum* В.

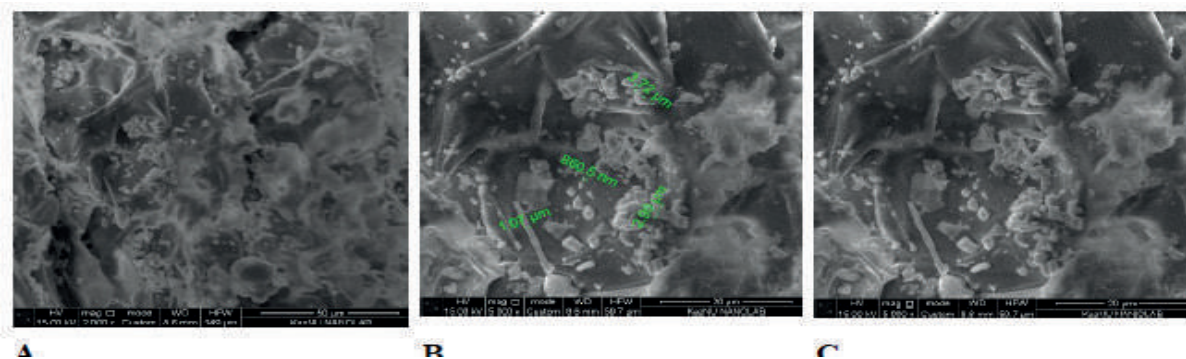


Рисунок 2 – Морфология измельченного сырья *C. leucocladum* B., образец №1

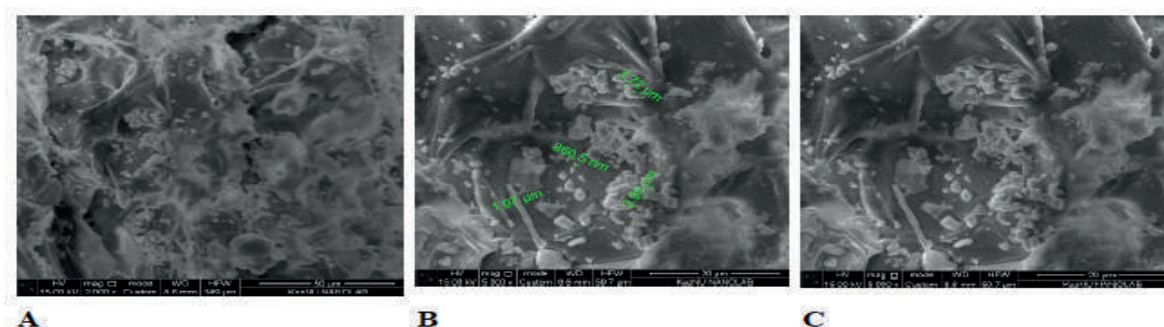


Рисунок 3 – Морфология измельченного сырья *C. leucocladum* B., образец №2

В результате исследования массовой доли влаги и золы в растительном сырье *C. leucocladum* были получены следующие данные: доля влаги в сырье составляет $5,91 \pm 0,03\%$, массовая доля золы $7,23 \pm 0,01\%$. Полученные данные характерны для растительного сырья, не превышают нормативных показателей и свидетельствуют об энергетиче-

ческой ценности исследуемого растения. Эти данные, в дальнейшем, были использованы при расчете производственной рецептуры и в технологическом процессе.

При постановке цветных химических реакций в экстракте джугзуна белокорого обнаружены алкалоиды, флавоноиды, дубильные вещества, кумарины, сапонины отсутствовали.

Таблица 1- Результаты качественных химических реакций

Экстракт ЛРС	Флавоноиды	Кумарины	Сапонины	Дубильные вещества	Алкалоиды
<i>C. leucocladum</i>	+	+	-	+	+

Ценность любого лекарственного растительного сырья зависит от элементного состава. Растения состоят из воды (70-90%), сухой органической массы (5-20%) и золы (1-5%). В химический состав органических соединений в количестве от десятых до сотых долей процента входят макроэлементы – углерод (45% сухой массы), кислород (42%), водород (6,5%), азот (1,5%) и зольные химические элементы – фосфор, калий, кальций, магний, на-

трий, железо, сера, алюминия (суммарно 5%).

Нами были взяты для исследования также 2 образца измельченного сырья *Calligonum leucocladum*.

По результатам исследований содержание химических элементов в образце №1: С – 53,53 %, О – 31,96 %, Са – 5,56%, К – 4,01%, Na – 2.18%. Во втором образце №2: С – 54,97 %, О – 41,50 %, Са – 1,58%, К – 0,63%, Na – 0,52% (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Элементный состав порошка *Calligonum leucocladum*

Образец №1		Образец №2	
Element	Wt%	Element	Wt%
C	53,53	C	54,97
O	31,96	O	41,50
Na	2,18	Na	0,52
Mg	0,82	Mg	0,31
Al	0,11	Al	0,16
Si	0,15	SI	0,08
S	0,40	S	0,12
Cl	0,44	Cl	0,06
K	4,01	K	0,63
Ca	5,56	Ca	1,58
Fe	0,86	Fe	-

Результаты определения элементного состава *Calligonum leucocladum* методом атомно-эмиссионной спектроскопии в этанольном экстракте *Calligonum leucocladum*.

Таблица 3 – Минеральный состав экстракта *Calligonum leucocladum* В.

№	Элементы		Объем мг/кг	Диапазоны измерения допустимого объема элементов
1	литий	Li, мг/кг	4,85	0,5-1000
2	бериллий	Be, мг/кг	2,26	0,7-2,0
3	натрий	Na, %	1,16	5,0-1000
4	магний	Mg, %	1,05	0,25-0,45
5	алюминий	Al, %	0,18	0,065-0,10
6	фосфор	P, %	0,41	0,10-1,0
7	калий	K, %	2,17	0,10-3,5
8	кальций	Ca, %	5,05	0,05-2,8
9	скандий	Sc, мг/кг	0,95	-
10	ванадий	V, мг/кг	2,21	42-102
11	хром	Cr, мг/кг	22,85	5-30
12	марганец	Mn, мг/кг	267,9	10-1500
13	кобальт	Co, мг/кг	0,72	5-10
14	никель	Ni, мг/кг	11,93	10-50
15	медь	Cu, мг/кг	38,59	3-57
16	цинк	Zn, мг/кг	46,75	15-100
17	галлий	Ga, мг/кг	4,60	-
18	германий	Ge, мг/кг	0,02	-
19	мышьяк	As, мг/кг	0,36	0,6-2,0
20	рубидий	Rb, мг/кг	6,18	25-100
21	стронций	Sr, мг/кг	219,80	40-1000
22	цирконий	Zr, мг/кг	5,25	0,9-57,8
23	ниобий	Nb, мг/кг	1,74	-
24	молибден	Mo, мг/кг	1,24	2,3-3,0
25	кадмий	Cd, мг/кг	0,14	0,7-2,0
26	индий	In, мг/кг	0,00	-
27	олово	Sn, мг/кг	1,11	3,1-5,7
28	сурьма	Sb, мг/кг	0,31	0,04-4,5
29	цезий	Cs, мг/кг	0,03	0,013-0,5
30	барий	Ba, мг/кг	146,70	65-250
31	свинец	Pb, мг/кг	12,73	14-46
32	висмут	Bi, мг/кг	0,22	-

Как видно из таблицы, в составе растительной формы *Calligonum leucocladum* было выявлено 32 химических элемента. Содержание обнаруженных химических веществ не превышало допустимые значения, за исключением Al, Ca, Be.

Результаты исследования аминокислотного состава *C. leucocladum* приведены в таблице 3.

Таблица 3– Аминокислотный состав сырья *C. leucocladum*

Наименования аминокислот	Содержание, %
Глутаминовая кислота	0,20
Серин	0,17
Гистидин	0,18
Глицин	0,16
Треонин	0,38
Аргинин	0,12
Аланин	0,15
Тирозин	0,20
Цистеин	0,03
Валин	0,31
Метионин	0,06
Фенилаланин	0,08
Лейцин	0,17
Изолейцин	0,03
Лизин	0,04

При определении аминокислотного состава растения было выявлено, что в исследуемом сырье наибольший процент содержания приходится на аминокислоты треонин, валин, тирозин и глутаминовую кислоту. Наименьшие концентрации составляли аминокислоты изолейцин, цистеин и лизин.

В результате наших исследований присутствие сорбиновой и бензойной кислот в

Calligonum leucocladum не обнаружено, однако, согласно литературным источникам, в растениях из рода *Calligonum* выявлены фенолкарбоновые кислоты.

Несмотря на то, что изучались разные виды *Calligonum*, наши полученные данные согласовываются с результатами исследований Ahmed H. и др. (2016), Казакпаевой А.Э., Рахмадиевой С.Б. (2020), Тилеуберди Н.Н., Тургумбаевой А.А. (2019).

Таким образом, полученные результаты исследования свидетельствуют о том, что в *Calligonum leucocladum* содержит большое количество микро- и макроэлементов, аминокислот и других биологически активных веществ, способных участвовать в регуляции различных физиологических систем, в активации метаболических процессов и иммунных функций организма.

Высокое содержание в джужгуне дубильных веществ (до 10-12%), лимонной кислоты (до 5%), алкалоидов (до 1,3%), флавоноидов (0,31-0,61%), полисахаридов, кумаринов, и лейкоантоцианидинов с противовоспалительными, противомикробными, анти-оксидантными и противоопухолевыми свойствами, большие запасы сырья в природе-позволяют рассматривать *C.leucocladum* В. как возможные источники лекарственного сырья, на основе которого можно развивать производство препаратов, обеспечивающих хороший лечебный эффект.

Для проведения эффективной и безопасной фитотерапии необходимо иметь представление не только о биологических свойствах лекарственного растения, но и о его возможных неблагоприятных влияниях на живой организм. Это, в свою очередь, диктует необходимость более углубленного изучения химического состава *C.leucocladum* В.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ильина И. Г., Рудакова И.П., Самылина И.А. Антиоксиданты: фармацевтические и биохимические аспекты применения // Ветеринария. - 2013. – №8. – С.3 – 6.
- 2 Suleimen E. M., Zhanzhaksina A. Sh., Sisengalieva G. G., IskakovaZh. B., and Ishmuratova M. Yu., Constituent composition and biological activity of essential oil from *Cousinia alata* // Chemistry of Natural Compounds, Springer US, Online ISSN 1573-8388. -2018. -Vol. 54, No. 3. -P.-505
- 3 Абдыкаримова Ш.А., Ишмуратова М.Ю., Искакова Ж.Б., Сулеймен Е.М., Есжанова Г.Т. Анатомическое строение *Calligonum Leucocladum* Bunge и антирадикальная активность его спиртового экстракта //XXXI Международная научно-практическая конференция «Наука вчера, сегодня, завтра». - Новосибирск, 2016. -№2 (24). -С.-16-22

4 Yueting Zhang, Ying Feng, Wenjun Li, Quimei Cao and Shi Wei. Revision on Sect. Pterococcus and Sect. Calligonum in Junggar Basin Sympatric Species. OP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 555 (2020) 012074

5 Кароматов И.Д., Тураева Н.И. Коленица, кандым, джужгун перспективное лекарственное растение (обзор литературы) //Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина». -2016.- №6.-С.-170-176

6 Тилеуберди Н.Н., Тургумбаева А.А. Применение джужгуна безлистного (*Calligonum aphyllum*) в медицине и фармации // Сб. статей Межд. научно-практ.конференции «Общетеоретические и отраслевые проблемы науки и пути их решения». -Стерлитамак, 2019.-Ч.2.-С.-104-107

7 Yahia, Y., Bagues, M., Zaghdoud, C., Al-Amri, S.M., Nagaz, K.a , Guerfel, M.c d Phenolic profile, antioxidant capacity and antimicrobial activity of Calligonum arich L., desert endemic plant in Tunisia // South African Journal of Botany. -2019. -Vol. 124. -P. 414-419.

8 Pervaiz, I., Saleem, H., Sarfraz, M., Imran Tousif, M., Khurshid, U., Ahmad, S., Zengin, G., Ibrahime Sinan, K., Locatelli, M., Mahomoodally, F.M., Asnawi Zainal Abidin, S., Ahemad, N. Multidirectional insights into the phytochemical, biological, and multivariate analysis of the famine food plant (*Calligonum polygonoides* L.): A novel source of bioactive phytochemicals (2020) Food Research International, 137, 109606.

9 Ahmed H, Moawad A, Owis A, AbouZid S, Ahmed O. Flavonoids of *Calligonum polygonoides* and their cytotoxicity. //Pharmaceutical Biology. – 2016. -Vol. 54(10). -P. 2119-2126.

10 Казакпаева А.Э., Рахмадиева С.Б., Аширбекова А.К., Имекова Г.М. Изучение минерального состава *Calligonum arborescens* Litv. //Мат. XXVII Межд. научно-практической конференции «Advances in Science and Technology». - М., 2020. С.-23-26.

CALLIGONUM LEUCOCLADUM BUNGE ШИКІЗАТЫНА ФИТОХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Түйіндеме. Бұл мақалада *C. leucocladum* В. шикізатының морфологиялық құрылымын зерттеу нәтижелері, сапалық көрсеткіштері келтірілген – шикізаттағы ылғалдың үлесі 5,91±0,03%, күлдің массалық үлесі 7,23±0,01% құрайды. *C. leucocladum* В. тамырлары мен сабақтарынан этанол сығындысы алынды. Амин қышқылының құрамы жұқа қабатты хроматография әдісімен зерттелді және треонин, валин, тирозин, глутамин қышқылының ең көп пайызы табылды. Ең аз концентрацияда изолейцин, цистеин және лизин болды. Атомдық-эмиссиялық әдіспен жүзіннің минералды құрамы (32 элемент) белгіленген. Флавоноидтар, алкалоидтар, кумариндер, таниндер сапалы түсті реакциялардан табылды.

Түйінді сөздер: жүзгін, шикізат, сығынды, минералды құрам, амин қышқылдары.

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF RAW MATERIALS CALLIGONUM LEUCOCLADUM BUNGE

Annotation. This article presents the results of a study on the morphological structure, which are indicators of the quality of raw materials of *C. leucocladum* B., the proportion of moisture in the raw materials is 5.91 ± 0.03%, the mass fraction of ash is 7.23 ± 0.01%. An ethanol extract was obtained from the roots and stems of *C. leucocladum* B. The amino acid composition was studied by Thin-layer chromatography, the highest percentage of threonine, valine, tyrosine and glutamic acid was found. The lowest concentrations were the amino acids isoleucine, cysteine and lysine. The atomic emission method established the mineral composition (32 elements). Flavonoids, alkaloids, coumarins, tannins were detected by qualitative color reactions.

Key words: *Calligonum leucocladum*, raw materials, extract, mineral composition, amino acids

Сведения об авторах

Есжанова Гульжан Турсуновна, кандидат ветеринарных наук, доцент, e-mail: Yeszhanova_astana@mail.ru

Бексейтова Калампыр Сунакбаевна, PhD докторант КазНУ им.аль-Фараби, Научный сотрудник «НПТЦ «Жалын», e-mail: bekalsu@mail.ru

Рахимжанова Дамегуль Толеугазыевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, e-mail: Rahimzhanova2011@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИХ КАРТРИДЖЕЙ ПЛАМЕГАСИТЕЛЕЙ С ДОБАВКАМИ УГЛЕРОДНЫХ ГОРЮЧИХ ДОБАВОК

Е. Айтенов¹, Ф.Ю. Абдракова¹, Ж.Б. Бексултан¹, Ж.К. Мышырова¹, М.И. Тулепов¹

¹Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Целью работы является поиск оптимальных составов газогенерирующих картриджей пламегасителей, которые должны загореться за очень короткие промежутки времени, измеряемых в пределах 10-15 миллисекунд, в связи с этим, проводились исследования температуры вспышки при минутной задержке воспламенения пиротехнических компонентов. Установлены температура вспышки исходных компонентов, включая нано алюминии $T = 420^{\circ}\text{C}$. Оптимальный состав пламегасителя НА – 80; Нано Al -5; Нано C -15, при этом составе температура вспышки снижается до $T = 350^{\circ}\text{C}$. Также следует отметить минимальную чувствительность этого состава, которая равна 0,02 МПа. В случае увеличения количества углерода до 20% температура горения, как и скорость понижаются настолько, что потери тепла за счет излучения приводят к затуханию горения.

Ключевые слова: Газогенерирующие картриджи, пламегасители, температура вспышки, наноалюминии, углерод.

Введение. В Казахстане осуществляется добыча более 110 млн. тонн угля в год, одним из методов добычи является закрытый шахтный способ [1]. Главной проблемой добычи угля закрытым способом является скопление газопылевой смеси метана и угольной пыли в пространстве шахты. Естественно, что в процессе выработки повышается вероятность накопления газа, данная газопылевая смесь легко воспламеняется. Ежегодно в мировой угольной промышленности регистрируется огромное количество аварий, связанных с воспламенением метановой смеси [2]. Обеспечение безопасности жизнедеятельности шахтеров в угольных выработках закрытого типа является приоритетной задачей любого государства, осуществляющей добычу, транспортировку и экспорт ценного топливного сырья.

Необходимым условием взрывозащиты является быстрое действие взрывопламегасителей. Определяющим фактором является время, в течение которого происходит полное вытеснение огнетушащего порошка из контейнера и формирование волны распыла смеси.

По техническим характеристикам в период взрыва метановоздушной смеси время срабатывания пламегасителя должно составлять порядка 35-50 мс. В этом случае, оказывается возможным перехват движущейся ударной волны со скоростью до $V \leq 150/0,05 = 3000$ м/с [3,4].

Вследствие этого, срабатывание пламегасителя должно иметь активный компонент, имеющий высокую энергоемкость и в то же время срабатывающий в области более низких температур вспышки.

Методы исследования. Предварительные исследования показали [5,6], что наноалюминий характеризуется высокой интенсивностью горения, и имеет низкую температуру воспламенения. В связи с этим готовился состав с различным соотношением компонентов: нитрат аммония, порошок наноалюминия, наноуглерод и иницирующий состав, в виде бездымного пороха и магнезия, последний закладывался в верхней части картриджа. Компоненты взвешивали на электронных весах и перемешивали в фарфоровой ступке.

Состав закладывался в толстостенную картонную трубу, с диаметром 1,5 см, с высотой 22,7 см (рисунок 1).

Горение инициировалось с верхней части трубы с инициирующим составом (50 % Mg+50% бездымный порох) с выходом на огнепроводный шнур. Такой способ поджигания объясняется тем, что распространение пламени возможно в более узком интервале концентрации. Время сгорания состава фиксировалась секундомером. Скорость горения состава определялась делением высоты трубы на время сгорания состава.

Бездымный порох, состоит обычно из трёх компонентов: селитры, угля и серы. При сгорании пороха селитра даёт кислород для сжигания угля; сера — цементирует угольно-селитряную смесь. Кроме того, обладая более низкой температурой воспламенения, чем уголь, сера ускоряет процесс воспламенения пороха.

Основными базовыми компонентами газогенерирующего состава являлись окислители и наноглеродные горючие добавки [7-9]. Определялась скорость горения наноалюминия, в зависимости от его количества в составе. Базовый состав, в масс, %: нитрат аммония (НА) – 80; наноалюминия (Нано Al) -5; наноглерод (Нано С) -15.



Рисунок 1 – Конструкция химического газохимического картриджа - пламегасителя
1- огнепроводной шнур, 2 – картонный корпус

Результаты исследования. При работе газогенерирующих картриджей пламегасителей состав должен загореться за очень короткие промежутки времени измеряемых в пределах 10-15 миллисекунд, в связи с этим, проводились исследования температуры вспышки при минутной задержке пиротехнических компонентов. Температура вспышки компонентов фиксировалась оптическим пирометром Raytek 3 i 1M.

Проводились эксперименты на воспроизводимость, на каждый полученный результат исследование проводилось шесть раз. Далее выводилось среднее значение. Полученные данные сведены в рисунок 2. Как видно из рисунка 2, скорость горения исследуемого газогенерирующего состава возрастала от 0,33 до 1,25 мм /с., при увеличении содержания наноалюминия.

Приведенная прямолинейная кривая на рисунке 2 показала, что этот состав является оптимальным составом для газогенерирующего состава, поскольку скорость горения имеет прямолинейную зависимость и исключаются случаи послойного горения, что нежелательно для составов газохимических картриджей.

Присутствие в окислительной среде некоторой доли частиц наноалюминия позволяет перевести реакцию горения углерода на более интенсивный уровень. Снижение потенциального барьера химических реакций окисления, за счет повышения энергетического состояния исходных веществ, способно изменить ход химического акта в целом.

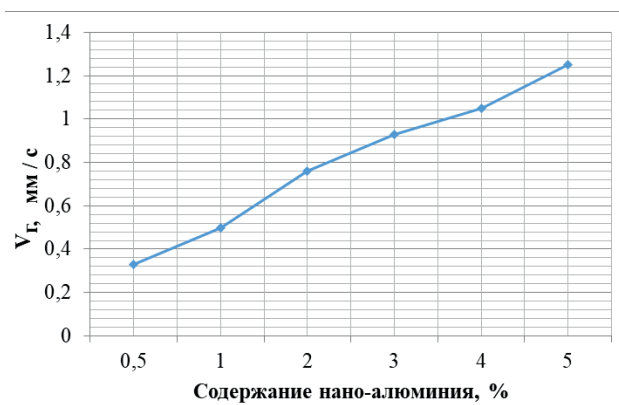


Рисунок 2 – Зависимость скорости горения от содержания нано- алюминия в составе НА – 80; Нано Al -5; Нано С -15

Также проводились эксперименты по определению чувствительности пиротехнических компонентных составов, поскольку минимальная чувствительность срабатывания системы пламегашения зависит от давления фронта ударно-воздушной волны.

Результаты исследования сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Температура вспышки и чувствительность пиротехнических компонентных составов

Исходные составы	НА	Нано Al	Нано С
Температура вспышки, T °C	338	750	340
Чувствительность, МПа	0,05	-	-
Пламегасители	НА – 80; Нано Al -5; Нано С -15	НА – 80; Нано Al -10; Нано С -10	НА – 80; Нано Al -15; Нано С - 5
Температура вспышки, T °C	350	420	430
Чувствительность, МПа	0,04	0,03	0,02

Как видно из таблицы 1 температура вспышки исходных компонентов, включая нано алюминия высока, но комбинационная смесь из нитрата аммония, наноалюминия, в присутствии углерода позволяет значительно снизить температуру вспышки. Оптимальный состав пламегасителя НА – 80; Нано Al -5; Нано С -15, при этом составе температура вспышки снижается до T = 350 °C. Также следует отметить минимальную чувствительность этого состава, которая равна 0,02 МПа.

Таким образом приходим к выводу, что при удалении состава смеси от стехиометрического соотношения или увеличении содержания добавления в состав углеродного компонента, мы можем получить резкое снижение температуры вспышки Нано Al до 420°C. В этом случае температура горения, как и скорость понижаются настолько, что потери тепла за счет излучения приводят к затуханию горения.

Затухание горения обусловлено теплоотводом излучения наноуглеродом введенным в состав пламегасителя, который меняет концентрационные пределы распространения пламени, соответственно, быстрогорящие взрывчатые газовые смеси с Нано Al будут зависеть от теплопроводности системы.

Нами проводились исследования поверхности НА на предмет покрытая наноалюминием и наноуглеродом (рисунок 3).

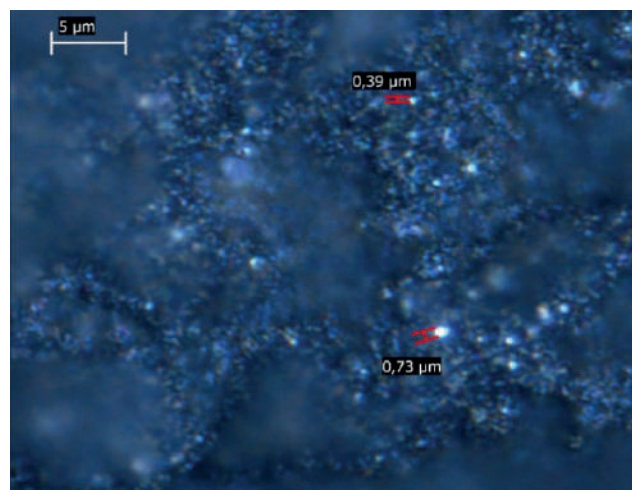


Рисунок 3 – Микроснимок наноалюминия в составе AC+НА

Морфологию и структуру состава изучали методом сканирующей электронной микроскопии (SEM) на микроскопе марки QUANTA 3 D 200i. Из микроскопических снимков видно, что на грануле AC имеются нанопоры, наноуглубление, нанотрещина, в которых цепко держатся наноалюминиевые и наноуглеродные составы.

Таким образом, в результате исследования получен газогенерирующий состав с наноуглеродом и наноалюминиевыми добавками. Скорость горения состава НА – 80%; Нано Al -5%; Нано С -15% составила 1,25 мм/с. Определена температура вспышки пламегасителя состава НА – 80%; Нано Al -5%; Нано С -15% , которая составила 430 °C и минимальная чувствительность вспышки при ударе в 0,02 МПа. Исследованы закономерности горения газогенерирующего состава в зависимости от содержания наноалюминия.

Следующий состав газохимических картриджей ГХК (таблица 2) разрабатывался и оптимизировался под определенную задачу - повышение скорости воспламенения и горения состава ГХК, обеспечив, по возможности, меньшую передачу энергии фрагментам разрушающегося объекта, но сохраняющему взрывоподавляющий эффект. Поэтому к основным компонентам добавлялись нитроцеллюлозные твердые топлива. Основная функция нитроцеллюлозного твердого топлива

(НТП) - регулировать более-менее постоянное давление и довести давление в устройстве до 900-1000 кгс/см².

Для определения энергии и мощности взрыва пламягасящих газогенерирующих составов проводились испытания на полигоне над минеральной породой волуногаличником. Необходимо было найти промежуточный энергоемкий состав, который имел свойства взрывоподавления, но и не являлся инициатором разрушения.

Таблица 2 - Состав газохимических картриджей

Состав ГХК-1	Масс,%	Состав ГХК - 2	Масс,%
Каменноугольный арен	10	Каменноугольный арен	10
Сера	10	Сера	10
Окислитель(NH ₄ NO ₃)	80	Окислитель (NH ₄ NO ₃)	70
		Нитроцеллюлозные твердые топлива	10

В ходе испытания установлено, что сейсмические проявления не свойственны ГХК. Если для традиционных взрывчатых материалов сейсмическое проявление вызывается ударной волной в преграде от детонации заряда и воздушной ударной волной, воздействующей на почву и конструкции, то при сгорании состава ГХК осуществляется безударное, квазистатическое разрывное воздействие на преграду, что немаловажно в условиях работы угольных шахт.

Таким образом, результаты экспериментов показали, что более равномерное дробление при незначительном разлете фрагментов происходило при содержании каменноугольного арена КА- 5,5-6,5%. Очевидно, это вызвано тем, что при большей скорости нарастания давления заряд работает более синхронно, и дробление осуществляется по более сложному сочетанию полей напряжения от заряда. Снижение же максимального возможного дав-

ления на этот процесс никак не сказывается, так как прочность бетона, да и камня на разрыв на порядки меньше этих величин.

Выводы:

1. В результате исследования получен газогенерирующий состав с нанокремнеземом и наноалюминиевыми добавками. Скорость горения состава НА – 80%; Нано Al -5%; Нано С -15% составила 1,25 мм/с. Определена температура вспышки пламегасителя состава НА – 80%; Нано Al -5%; Нано С -15% , которая составила 430 °С и минимальная чувствительность вспышки при ударе в 0,02 МПа.

2. Присутствие в окислительной среде некоторой доли частиц наноалюминия позволяет перевести реакцию горения углерода на более интенсивный уровень. Снижение потенциального барьера химических реакций окисления, за счет повышения энергетического состояния исходных веществ, способно изменить ход химического акта в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

- 1 Tulepov, M., Mansurov, Z., Sassykova, L., Baiseitov, D., Dalelhanuly, O., Ualiev, Z., Gabdrashova, S., Kudyarova, Z. Research of iron containing concentrates of Balkhash deposit (Kazakhstan) for processing of low-grade coal. //Journal of Chemical Technology and Metallurgy SJR: 0.331 (IF: 0.63). Volume 54 Iss. 3, 2019, 531-538 pp.
- 2 Tulepov M. I., Mansurov Z. A., Kazakov Yu. V., Abdrakova F. Yu., Chikhradze N. and Chikhradze M.N. Methods of Reducing the Front Performance Flame at the Underground Mines Work, Orient. //J. Chem. -2018. - Vol. 34(6). -P. 3037-3043.
- 3 Edgar Mataradze, Nikoloz Chikhradze, Nika Bochorishvili, Irakli Akhvlediani, Dimitri Tatishvili. Experimental Study of the Effect of Water Mist Location On Blast Overpressure Attenuation in A Shock Tube, 2017 World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2017)
- 4 E. Mataradze, N. Chikhradze, I. Akhvlediani, N. Bochorishvili, T. Krauthammer. New design of shock tube for the study of vapor cloud explosion. Proceeding of the World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium. - Prague, 2016. -P. 733-737.
- 5 Казаков Ю.В., Алипбаев А.Н., Мансуров З.А. Углеродные материалы (отходы производства) в составе дымных порохов // Матер. VI междунар. симп. «Горение и плазмохимия». - Алматы: Қазақ университеті, 2011. – С. 181-184
- 6 Mansurov Z.A., Tulepov M.I., Kazakov Y.V., Tursynbek S., Abdrakova F.Y., Baiseitov D.A. The study of combustion process of chemical gas-generating cartridge (CGG) in the composition of ammonium nitrate and nano aluminum combustible additives // Материалы VIII Международного симпозиума «Горение и плазмохимия» и Международной научно-технической конференции «Энергоэффективность-2015». –Алматы, 2015. – С.137-140.
- 7 Ульянова Е.В., Денисюк А.П., Е Зо Тве, Д.Л. Русин. Баллиститные пороха с нитратом аммония // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. – Т.25, №12. -С.30-34.
- 8 <http://www.neochemical.kz/price1296111766>
- 9 <http://www.neochemical.kz/ditsiandiamid-dicyandiamide>

КӨМІРТЕК ЖАНҒЫШ ҚОСПАЛАРЫМЕН ЖАЛЫН СӨНДІРЕТІН ГАЗӨНДЕУ КАРТРИДЖДЕРІНІҢ ЖАНУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Жұмыстың мақсаты 10-15 миллисекунд шегінде өлшенетін өте қысқа уақыт аралығында жануы тиіс жалын сөндіргіштердің газ генерациялайтын картридждерінің оңтайлы құрамдарын іздеу болып табылады. Осыған байланысты пиротехникалық компоненттердің тұтануының минуттық кідірісі кезінде тұтану температурасына зерттеулер жүргізілді. Бастапқы компоненттердің тұтану температурасы, оның ішінде nano алюминий $t = 420^{\circ}\text{C}$, жалын сөндіргіштің оңтайлы құрамы NA – 80; Nano Al -5; Nano C -15, бұл құрамда тұтану температурасы $T = 350^{\circ}\text{C}$ дейін төмендейді. Сондай-ақ, бұл композицияның 0,02 МПа-ға тең минималды сезімталдығын атап өткен жөн. Көміртегінің жану температурасы 20%-ға дейін саны көбейген жағдайда, жылдамдығы да соншалықты азайып, сәулелену есебінен жанудың сәнуіне алып келеді.

Түйінді сөздер: газды генерациялайтын картридждер, жалын сөндіргіштер, тұтану температурасы, nano алюминий, көміртек.

INVESTIGATION OF THE COMBUSTION PROCESSES OF GAS-GENERATING FLAME EXTINGUISHER CARTRIDGES WITH CARBON COMBUSTIBLE ADDITIVES

Annotation. The aim of the work is to search optimal compositions of gas-generating flame extinguisher cartridges, which should catch fire in very short periods of time, measured within 10-15 milliseconds, in this regard, studies of the flash point with a minute delay in ignition of pyrotechnic components were conducted. The flash point of the initial components, including nano aluminum $T = 420^{\circ}\text{C}$, has been established. The optimal composition of the flame extinguisher is NA - 80; Nano Al - 5; Nano C - 15, with this composition the flash point decreases to $T = 350^{\circ}\text{C}$. It should also be noted the minimum sensitivity of this composition, which is 0.02 MPa. In the case of increasing carbon content up to 20%, burning as well as its speed, decrease to the extent that it leads to the decay of combustion through radiation heat loss.

Key words: Gas-generating cartridges, flame arresters, flash point, nanoaluminium, carbon.

Сведения об авторах

Ержан Айтенев, PhD докторант КазНУ им.аль-Фараби, e-mail: erzhan-aytenov@mail.ru

Федосья Юрьевна Абдракова, PhD докторант КазНУ им.аль-Фараби, e-mail: abdrakova86@mail.ru

Жансая Бексултан, PhD докторант КазНУ им.аль-Фараби, e-mail: zhansayabeksultankyzy@mail.ru

Жанат Мышырова, PhD докторант КазНУ им.аль-Фараби, e-mail: zh.mk@mail.ru

Марат Изтлеуович Тулепов, кандидат химических наук, ассоциированный профессор КазНУ им.аль-Фараби, e-mail: Marat.Tulepov@kaznu.kz

ОРИГИНАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*А.К. Саданов¹, В.Э. Березин¹, Б.Б. Баймаханова¹, Г.В. Лукманова¹,
С.Э. Оразымбет¹, О.Н. Лахк¹, А.С. Балгимбаева¹, Л.П. Треножникова¹,
Н.Н. Гаврилова¹, И.А. Ратникова¹*

¹ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», г.Алматы, Казахстан

Аннотация. На сегодняшний день фармацевтический рынок Казахстана почти полностью занят препаратами импортного производства. В то же время наука Казахстана может вносить достойный вклад в развитие фармацевтической отрасли. В Научно-производственном центре микробиологии и вирусологии проводятся исследования, результатом которых являются препараты, находящиеся на разной стадии разработки. Разработан и внедрен в практическое здравоохранение оригинальный лекарственный препарат для лечения поверхностных микозов «Розеофунгин-АС». Новая лекарственная форма антигрибкового препарата на основе антибиотика розеофунгина для лечения вагинального кандидоза «КанПроФем АК» и новый лекарственный препарат против воспалительных и инфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта «АС-Пробионорм» допущены к проведению клинических испытаний. Особую актуальность в наши дни приобрела проблема нехватки препаратов для лечения и профилактики острых респираторных вирусных инфекций. В этой связи выполняется разработка оригинальных отечественных препаратов, эффективных в отношении COVID-19 и гриппа.

Ключевые слова: разработка лекарственных препаратов, розеофунгин, пробиотик, противовирусный препарат.

Фармацевтический рынок – важный сектор экономики любой страны, который служит критерием ее экономического и социального развития. Сегодня реальная доля отечественных препаратов на казахстанском рынке составляет лишь около 11%. При этом, отечественные фармпроизводители выпускают простые лекарственные средства – антисептики и так называемые галеновые препараты, или препараты-дженерики на основе субстанций, закупаемых за рубежом [1]. Многие отечественные фармкомпании занимаются лишь расфасовкой импортных субстанций. Оригинальные отечественные лекарственные препараты практически не производятся. Результаты деятельности ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии» (НПЦ микробиологии и вирусологии) по практической реализации схемы «научная идея – технология – внедрение – коммерциализация» доказывают, что наука Казахстана может быть конкурентоспособной и вносить

достойный вклад в развитие фармацевтической индустрии Республики.

Сегодня рынок фармацевтических препаратов в Казахстане почти на 99% занят импортной продукцией, что свидетельствует о катастрофической неразвитости отечественного сектора фарминдустрии. В то время как обеспечение страны собственными лекарственными средствами является не только проблемой здравоохранения и экономики, но и вопросом национальной безопасности [2].

Одной из наиболее серьезных медицинских проблем, требующей постоянного внимания, является борьба с грибковыми инфекциями и создание эффективных средств для их лечения. По данным ВОЗ, микозами страдает от 1/4 до 1/3 населения Земли. В Казахстане число страдающих микозами людей, по разным оценкам, колеблется от 30 до 45%, т.е. составляет 6,5-9 млн. человек.

Противогрибковые препараты для местного применения, которые являются наиболее

востребованными среди обширной группы противогрибковых препаратов, практически полностью импортируются в Казахстан. Отечественные препараты составляют только 3% объема продаж. Кроме того, имеющиеся на рынке Казахстана импортные препараты для лечения грибковых инфекций весьма дорогостоящи и, соответственно, малодоступны широким слоям населения. Таким образом, в Казахстане остро стоит проблема расширения ассортимента отечественных лекарственных средств, в том числе производства эффективных и недорогих противогрибковых препаратов [3].

С целью изыскания новых противогрибковых средств в НППЦ микробиологии и вирусологии проведен цикл фундаментальных и прикладных исследований и разработан и внедрен в практическое здравоохранение новый оригинальный лекарственный препарат «Розеофунгин-АС, мазь 2%» [4]. Это единственный отечественный препарат для лечения поверхностных микозов различной этиологии на основе оригинального антибиотика розеофунгина. В сравнительных исследованиях показано, что спектр противогрибковой активности розеофунгина значительно шире по сравнению с другими полиеновыми антибиотиками, применяющимися в медицинской практике: нистатином, амфотерицином В, леворином и др. В отличие от других полиеновых антибиотиков, розеофунгин имеет более высокую активность и в отношении 39 видов патогенных дерматомицетов, обладает лучшей стабильностью и меньшей токсичностью [5].

Главным преимуществом препарата «Розеофунгин-АС, мазь 2%» по сравнению с импортными аналогами (клотримазол, ламизил и др.) является отсутствие к нему устойчивых форм возбудителей, краткий курс и высокая эффективность лечения [6, 7, 8]. Препарат успешно прошел доклинические и три фазы клинических испытаний. В 2017 г. лекарственный препарат «Розеофунгин-АС, мазь 2%» зарегистрирован в Республике Казахстан (Приказ МЗ РК от 8.09.2017 №N010336, Регистрационный номер РК-ЛС-5№023225) и включен в Государственный Реестр Лекар-

ственных Средств МЗ РК. В 2018 г. препарат «Розеофунгин-АС» вошел в Перечень лекарственных средств Клинического протокола диагностики и лечения дерматофитий МЗ РК на 2019-2023 годы (одобрен Объединенной Комиссией по качеству медицинских услуг МЗ РК от 5.12.2018, Протокол №48) [9], а в 2019 г. внесен в Казахстанский Национальный Лекарственный Формуляр (редакция приказа Министра здравоохранения РК от 18.05.2021 г. № КР ДСМ-41). На базе ТОО «Промышленная микробиология» создана производственная линия по выпуску препарата «Розеофунгин-АС, мазь 2%», реализация которого ведется через аптечную сеть в семи городах Казахстана

«Розеофунгин-АС» - это первая и пока единственная полностью отечественная разработкамного лекарственного средства на основе оригинального казахстанского антибиотика, которая прошла полный цикл от научно-исследовательской работы до успешных клинических испытаний и реального применения в медицинской практике. Широкий спектр действия и уникальное сочетание противогрибковой и антивирусной активности делает этот антибиотик весьма перспективным для разработки новых лекарственных форм для лечения сочетанных микозов и вирусных поражений кожи и слизистых оболочек, часто встречающихся при определенных видах патологий и иммунодефицитных состояниях [10].

Во многих странах мира отмечают высокие темпы роста распространенности вагинальных инфекций, которые занимают ведущее место в структуре акушерско-гинекологической заболеваемости. В последние годы увеличивается число больных вульвовагинальным кандидозом, который регистрируется не только как самостоятельное заболевание, но и как сопутствующее инфекциям, передаваемым половым путем. Кандидозный вульвовагинит — инфекционное поражение слизистой вульвы и влагалища, вызываемое грибами рода *Candida*, доля которого среди инфекционных заболеваний нижнего отдела генитального тракта составляет 35–45 % [11].

По данным литературы, около 75% жен-

щин в возрасте до 25 лет имели как минимум один эпизод вульвовагинального кандидоза в анамнезе [12,13]. Основными возбудителями урогенитального кандидоза являются: *C. albicans* – в 80%, *C. glabrata* – в 15-30%, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. Parapsilosis* в 4-7% случаев. Грибковые инфекции опасны своими осложнениями, поскольку могут проникать во внутренние органы мочеполовой системы, вызывая различные заболевания этой сферы вплоть до бесплодия [14]. Основной проблемой при лечении вагинального кандидоза является устойчивость инфекции к терапии, что обуславливает длительное течение и очень высокую распространенность заболевания [15]. Данное обстоятельство вызывает повышенный научно-практический интерес к совершенствованию организации медико-фармацевтической помощи больным, а также к разработке новых оригинальных безопасных и эффективных препаратов.

Таким образом, гинекологические грибковые заболевания у женщин являются серьезной угрозой здоровью, если их не лечить. Для лечения вульвовагинального кандидоза используют препараты различных групп, в основном полиенового ряда (нистатин, леворин, натамицин, амфотерицин В); имидазолового ряда (клотримазол, кетоконазол, миконазол, бутконазол); триазолового ряда (флуконазол, итраконазол) или комбинированные препараты [16].

Однако, несмотря на наличие различных импортных лекарственных средств противогрибковой терапии, частота кандидозных поражений вульвы и влагалища не имеет тенденции к снижению и остается актуальной [17,18]. Для достижения успеха в профилактике и лечении этого заболевания необходимы как фундаментальные научные исследования, так и поиск новых эффективных противогрибковых препаратов, обладающих высокой фармакологической активностью в отношении *Candida*.

Учеными НПЦ микробиологии и вирусологии разработана новая лекарственная форма антигрибкового препарата на основе антибиотика розеофунгина для лечения вагинального кандидоза – суппозитории «КанПроФем АК»,

которая в данное время успешно прошла стадию доклинических испытаний и допущена к проведению первой фазы клинических испытаний [19 – 22].

Еще одна актуальная проблема здравоохранения всех стран, в том числе и Казахстана – острые кишечные инфекции (ОКИ). Повсеместная распространенность, высокая частота развития среднетяжелых и тяжелых форм, осложнений, определяют необходимость поиска путей оптимизации тактики лечения данной группы заболеваний. Наиболее частой причиной кишечных инфекций являются такие возбудители, как колибактерии, сальмонеллы, а при определенных условиях и энтеробактер, цитробактер, клебсиелла, протей, дрожжеподобные грибы, агенты вирусной природы. Часты случаи возникновения разнообразных воспалительных и септических процессов, обусловленных патогенными кокками, среди которых *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pneumococcus (Diplococcus) pneumoniae* и др. [23].

Повсеместная распространенность, высокая частота развития среднетяжелых и тяжелых форм, осложнений, определяют необходимость поиска путей оптимизации тактики лечения данной группы заболеваний. Сложность лечения инфекционных заболеваний связана с массовым нерациональным использованием антибиотиков и химиотерапевтических препаратов, приводящим к развитию множественной лекарственной устойчивости патогенов [24]. Современная стратегия терапии ОКИ отдает приоритет лечебным мероприятиям, направленным на коррекцию кишечного микробиоценоза с целью устранения локализованного в кишечнике очага хронической инфекции [25, 26].

В связи с этим, в последнее время в мире для лечения кишечных инфекций все чаще вместо антибиотиков рекомендуют использовать пробиотики на основе микроорганизмов – симбионтов желудочно-кишечного тракта [27, 28, 29]. Данные препараты быстро подавляют патогенную микрофлору, активизируют иммунную систему организма человека [30].

В настоящее время на рынке появилось много пробиотических препаратов на осно-

ве живых микроорганизмов. В Казахстане не производят лекарственные пробиотические препараты, а используют импортные.

Для решения данной проблемы разработан новый отечественный лекарственный препарат «АС-Пробионорм» широкого спектра действия против воспалительных и инфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта человека для перорального применения. Препарат создан на основе ассоциации молочнокислых бактерий направленного действия, что позволяет максимально повысить его терапевтический эффект [31]. Разработанный препарат позволяет, при необходимости, использовать его в комплексной терапии с антибиотиками.

Доказано, что входящие в состав препарата «АС-Пробионорм» пробиотические бактерии обладают высокой активностью в отношении возбудителей кишечных заболеваний, синтезируют витамины группы В, незаменимые аминокислоты и гидролитические ферменты, стимулируют иммунную систему человека. Штаммы молочнокислых бактерий *Lactobacillus fermentum* 30 и *Lactobacillus cellobiosus* 36 защищены патентами Республики Казахстан [32, 33].

В результате доклинических исследований препарата «АС-Пробионорм» выявлена высокая эффективность и безопасность его применения, активность в отношении основных возбудителей острых кишечных инфекций: эшерихий, сальмонелл и стафилококков, установлена положительная динамика в составе микробиоты кишечника животных. Препарат «АС-ПробиоНорм» допущен к проведению первой фазы клинических испытаний.

В связи с пандемией коронавирусной инфекции особую актуальность приобрела проблема нехватки препаратов для лечения и профилактики острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ), в число которых наряду с другими вирусными агентами входят COVID-19 и грипп. В рамках Программно-целевого финансирования по линии Ми-

нистерства образования и науки Республики Казахстан, на базе нашей организации выполняется программа BR10965178 «Разработка оригинальных отечественных препаратов с противовирусной активностью, эффективных в отношении COVID-19 и гриппа» (2021-2023 гг.). Данная программа предусматривает разработку двух лекарственных препаратов для борьбы с опасными пандемическими инфекциями – COVID-19 и гриппом.

Разработка препаратов ведется на основе биологически активных соединений растительного и микробного происхождения. Для этого проводится скрининг экстрактов казахстанских растений, потенциально содержащих соединения с противовирусной активностью, а также скрининг экстрактов актиномицетов, выделенных в регионах с экстремальными условиями обитания.

В настоящее время из ряда растений флоры Казахстана получены соединения флавоноидной и терпеноидной природы, обладающие антивирусной активностью. Также получен ряд препаратов, обладающих антивирусной активностью, из экстрактов экстремофильных актиномицетов. Проводится анализ и идентификация полученных препаратов, изучение их структуры и исследование противовирусного действия в отношении вирусов гриппа и коронавируса. Далее будут проведены доклинические испытания отобранных наиболее перспективных препаратов, отработка технологий их производства и подготовка для последующих клинических испытаний.

Разработка новых лекарственных препаратов, технологии их производства, испытания их эффективности и безопасности, внедрение их в клиническую практику – это сложный, трудоемкий и многоступенчатый процесс, включающий ряд этапов. Поэтому для ученых – разработчиков и производителей оригинальных отечественных лекарств необходима всесторонняя поддержка Государства с целью роста импортозамещения и, как следствие, повышением биобезопасности и национальной безопасности Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

- 1 Интернет-ресурс Комитета по статистике. – URL: <https://www.zakon.kz/5008014-zabolevaemost-naseleniya-respubliki.html>, Основные проблемы фармацевтической деятельности в Республике Казахстан // <https://articlekz.com/article/15109> 07.08.2018.
- 2 Аптечные продажи противогрибковых препаратов для лечения заболеваний кожи // http://viortis.kz/files/40_apttech_prodazhi.pdf 2010.
- 3 Государственная Фармакопея Республики Казахстан. В 3-х т. – Алматы: Издательский дом «Жибек жолы», 2014. – Т.3. – 872 с.
- 4 Пат. РК №31491. Лекарственное средство с противогрибковой и антивирусной активностью в виде мази и способ его получения / А.К. Саданов, В.Э.Березин, А.С.Балгимбаева, Л.П. Треножникова.; опубл.15.09.2016, Бюл. №11.
- 5 Пат. РК № 31866. Штамм *Streptomyces roseoflavus* v. *roseofungini* AS-20.14 - высокоактивный производственно ценный продуцент полиенового антибиотика розеофунгин / А.К. Саданов, В.Э.Березин, Л.П. Треножникова, А.С.Балгимбаева.; опубл. 28.02.2017, Бюл. №4.
- 6 *Baily G.G., Moore C.B., Essayag S.M., de Wit S., Burnie J.P., Denning D.W.* Candida inconspicua, a fluconazole-resistant pathogen in patients infected with human immunodeficiency virus // *Clin. Infect. Dis.* – 1997. – Vol. 25. – P. 161-163.
- 7 *Pfaller M.A., Messer S.A., Woosley L.N., Jones R.N., Castanheira M.* Echinocandin and triazole antifungal susceptibility profiles for clinical Opportunistic yeast and mold isolates collected from 2010 to 2011: application of new CLSI clinical breakpoints and epidemiological cutoff values for characterization of geographic and temporal trends of antifungal resistance // *J. Clin. Microbiol.* – 2013. –Vol. 51. – P. 2571–2581.
- 8 *Sanguinetti M., Posteraro B., Lass-Flörl.* Antifungal drug resistance among *Candida* species: mechanisms and clinical impact // *Mycoses.* – 2015. – Vol. 58, № 2. – P. 2-13.
- 9 Государственный Реестр лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медицинской техники Республики Казахстан, 2018 // http://www.adilet.zan.kz/category/Gosudarstvennyi_reesttr 07.08.2018.
- 10 *Саданов А.К., Березин В.Э., Треножникова Л.П., Балгимбаева А.С., Ултанбекова Г.Д.* Микозы человека и противогрибковые препараты, 2016, Монография, ISBN 978-601-280-739-4 Алматы, 292 с.
- 11 *Chaim V., e.a.* Late miscarriage and intraamniotic candidiasis in a woman with a retained intrauterine contraceptive device // *Arch Gynecol Obstet.* 1993; 253(3): 157-60, McCaig LF, McNeil MM. Trends in prescribing for vulvovaginal candidiasis in the United States // *Pharmacoepidemiol Drug Saf.* 2005 Feb; 14(2): 113-20.
- 12 *Chaim V., e.a.* Late miscarriage and intraamniotic candidiasis in a woman with a retained intrauterine contraceptive device // *Arch Gynecol Obstet.* 1993; 253(3): 157-60.
- 13 *Караев З.О. и др.* Методические рекомендации по клиническому испытанию антифунгальных препаратов. – Ленинград, 1989. – С. 10-11.
- 14 *Achkar J.M., Fries B.C.* Candida infections of the genitourinary tract // *Clin. Microbiol. Rev.* – 2010. – Vol. 23. – P. 253–273.
- 15 *Долецкая Д.В.* Кандидозный вульвовагинит // *Новая аптека.* 2009. - № 12. - С. 64-65.
- 16 Фармацевтическая разработка: концепция и практические рекомендации. Научно-практическое руководство для фармацевтической отрасли / под. ред С.Н. Быковского, И.А. Василенко, Н.Б. Деминой. и др. – М: Перо, 2015. – 472 с.
- 17 *Kumari V., Banerjee T., Kumar P., Pandey S., Tilak R.* Emergence of non-albicans *Candida* among candidal vulvovaginitis cases and study of their potential virulence factors, from a tertiary care center, North India // *Indian J. Pathol. Microbiol.* –2013. – Vol. 56, № 2. – P. 144–147.
- 18 *Прилепская В.Н.* Вульвовагинальный кандидоз: принципы диагностики и лечения // *Фарматека.* - 2010. - № 14 (208). - С. 54-59.
- 19 *Ibragimova L.N., Tugelbai G.E., Balgimbaeva A.S., Trenochnikova L.P., Turlybaeva Z.Zh., Kulmagambetov I.R., Berezin V.T., Sadanov A.K.* Study of technological characteristics of the original pharmaceutical substance Rozeofungin-AS // *Фармация Казахстана* – 2019. - №5. – С.46-48.
- 20 *L.N. Ibragimova, A.S. Balgimbaeva, A.K. Sadanov, Z.B. Sakipova, G.E. Tugelbay, A.Kh. Khasenova, Z. Turlybayeva, L.P. Trenochnikova, I.I. Terninko, E.N. Bekbolatova, A.K. Yergali.* Development and Validation of Analytical Methods for the Identification in Canprophem - AK® Suppositories with the New Original Polyene Antibiotic // *Sys Rev Pharm* 2020; 11(5): 01 09.
- 21 *Треножникова Л.П., Балгимбаева А.С., Ибрагимова Л.Н., Тугелбай Г.Е., Султанова А.Ж., Турлыбаева З.Ж., Саданов А.К.* Подбор оптимальной концентрации лекарственной субстанции в составе

суппозитория «Розеофунгин-АС» для лечения кандидозного вульвовагинита // Микробиология және вирусология – 2019. - №3(26). - С. 37-43.

22 A.K.Sadanov, M.A.Akylova, A.S.Balgimbaeva, L.N.Ibragimova, T.S.Bekezhanova, A.O.Itemirova, Z.Zh.Turlybaeva, A.Sh.Sultanova, R.Sh.Galimbaeva, L.P.Trenozhnikova Activity of Antibiotic Roseofungin against clinical pathogens of vaginal candidiasis// Известия НАН РК, сер. биол. и мед. - 2018. – Т. 6.- №330 - С.44-49.

23 World Health Organization (WHO). World health statistics 2011. Geneva. WHO, 2011. 170 p. [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - "http://www.who.int/". HYPERLINK.

24 Намазова-Баранова Л.С., Баранов А.А. Антибиотикорезистентность в современном мире // Педиатрическая фармакология. – 2017. – Т.14, № 5. – С. 341-354. doi: 10.15690/pf.v14i5.1782.

25 Probiotics and prebiotics. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines, 2017. Accessed October 10, 2019. Available at: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guidelines/probiotics-and-prebiotics>.

26 Кайбышева В.О., Никонов Е.Л. Пробиотики с позиции доказательной медицины // Журнал Доказательная гастроэнтерология. – 2019. – №8(3). – С. 45-54.

27 Глобальные практические рекомендации Всемирной Гастроэнтерологической Организации. Пробиотики и пребиотики, Февраль 2017. WGO Logo without Borders Guidelines Logo.

28 Применение пробиотиков в медицинской практике. Статья опубликована на сайте РМЖ (Русский медицинский журнал). – 2018. – URL: <https://www.rmj.ru/articles/infektsiya>.

29 Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic // Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology. –2014. – Vol.11, No8. – P. 506-514.

30 Rao R.K., Samak G. Protection and Restitution of Gut Barrier by Probiotics: Nutritional and Clinical Implications // Curr Nutr Food Sci. – 2013. – Vol. 9(2). – P. 99-107.

31 Гаврилова Н.Н., Ратникова И.А., Оразымбет С.Э., Алимбетова А.В., Каптагай Р.Ж., Кошелева Л.А., Беликова О.А. Селекция активных штаммов пробиотических бактерий с широким спектром биологической активности и резистентностью к антибиотикам // Междунар. журн. прикл. и фунд. исслед. – М.: Академия естествознания, 2021. – №7. – С. 12-16.

32 Саданов А.К., Ратникова И.А., Гаврилова Н.Н. Штамм бактерий *Lactobacillus casei* 173а, предназначенный для включения в состав пробиотика для комплексной терапии туберкулеза. Решение о выдаче патента на изобретение Регистр. № 2019/0771.1..

33 Саданов А.К., Ратникова И.А., Гаврилова Н.Н. Штамм бактерий *Lactobacillus plantarum* 48, предназначенный для включения в состав микробных препаратов против бруцеллеза. Решение о выдаче патента на изобретение Регистр. № 2019/0581.

ОТАНДЫҚ ФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРДЫ ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ТЕҢДЕСІ ЖОҚ ӘЗІРЛЕМЕЛЕР

Түйіндеме. Бүгінгі таңда Қазақстанның фармацевтикалық нарығын толығымен дерлік импорттық дәрілер алып жатыр. Сонымен қатар, Қазақстанның ғылымы фармацевтика саласының дамуына лайықты үлесін қоса алады. Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығында ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде және оның нәтижесі әр түрлі даму кезеңдеріндегі препараттар болып табылады. Беткі қабаттағы микоздарды емдеуге арналған «Розеофунгин-АС» бірегей дәрілік препарат әзірленіп, практикалық денсаулық сақтауға енгізілді. Розеофунгин антибиотик негізіндегі қынаптық кандидозды емдеуге арналған зеңге қарсы жаңа «CanProFem АК» препаратына және асқазан-ішек жолдарының қабыну сонымен қоса асқазан жұқпалы ауруларына арналған жаңа «AS-Probionorm» препараттарына клиникалық сынақтар жүргізуге рұқсат етілді. Қазіргі уақытта жедел респираторлық вирустық инфекцияларды емдеу және олардың алдын-алуға арналған дәрі-дәрмектердің жетіспеушілігі өзекті мәселе болып отыр. Осыған орай COVID-19 және тұмауға қарсы тиімді отандық препараттардың дамуы жүзеге асырылуда.

Түйінді сөздер: дәрі-дәрмектерді әзірлеу, розеофунгин, пробиотик, вирусқа қарсы препарат.

ORIGINAL DEVELOPMENTS FOR DOMESTIC PHARMACEUTICAL PRODUCTION

Abstract. Currently the pharmaceutical market of Kazakhstan is almost completely represented by imported

products. At the same time, the science of Kazakhstan can make a worthy contribution to the development of the pharmaceutical industry. The Scientific-productional Center of Microbiology and Virology, has been carrying out research projects which are currently at different stages of development. "Roseofungin-AS" is an original drug for superficial mycoses has been developed and introduced into practical health care. "CanProFem AK" is the new form of an antifungal drug based on the roseofungin antibiotic for vaginal candidiasis and "AS-Probionorm", a new drug for inflammatory and infectious diseases of the gastrointestinal tract are approved for clinical trials. The problem of lack of drugs for the treatment and prevention of acute respiratory viral infections has become particularly relevant lately. In this regard, the development of original domestic drugs effective against COVID-19 and influenza is being carried out.

Key words: drug development, roseofungin, probiotic, antiviral drug.

Сведения об авторах

Саданов А.К., доктор биологических наук, профессор, академик, генеральный директор ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», Лауреат Государственной премии в области науки и техники РК, «Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері», кавалер ордена «Құрмет», e-mail: a.sadanov@inbox.ru

Березин В.Э., доктор биологических наук, профессор, члену-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, руководитель отдела вирусологии ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: vberezin359@gmail.com

Баймаханова Б.Б., кандидат биологических наук, заместитель генерального директора по научной работе ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: bbbayken@mail.ru

Лукманова Г.В., научный сотрудник лаборатории биохимии вирусов, и.о. ученого секретаря ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: imv_ss@mail.ru

Оразымбет С.Э., кандидат биологических наук, заведующий лабораторией микробных препаратов ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: s_orazymbet@inbox.ru

Лажк О.Н., заведующий лабораторией антибиотиков ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: o.lahk@mail.ru

Балгимбаева А.С., кандидат биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории антибиотиков ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: imv_rk@list.ru

Треножникова Л.П., кандидат биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории антибиотиков ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: barahtian@yandex.ru

Гаврилова Н.Н., доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории микробных препаратов ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: gavrilova_nina@mail.ru

Ратникова И.А., доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории микробных препаратов ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», e-mail: iratnikova@list.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХРОНОБИОЛОГИИ И ХРОНОМЕДИЦИНЫ

С.Т. Тулеуханов¹, Б.К. Кайрат¹

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе представлены современные взгляды к актуальным проблемам хронобиологии и хрономедицины на современном этапе развития науки. Рассматриваются основные входные и выходные факторы, влияющие на деятельность биологических часов. Результаты этих исследований позволит организовать в настоящее время и в будущем системные и крупномасштабные исследования по выявлению механизмов генерации биологических ритмов.

Ключевые слова: хронобиология, биоритм, хрономедицина, временная организация биосистем.

Введение. Известно, что характерная черта развития любой науки в том числе и биологии, есть непрерывная дифференциация на отдельные отрасли, а значит выделение новых объектов явлений или процессов, которые, оказывается, необходимо детально исследовать. Такой путь развития науки: расчленение сложного, общего на более простые конкретные составные части и исследования их природы свойств и особенностей – получил название редукционному. Один из его ярких примеров – возникновение такой фундаментальной науки современной биологии, как молекулярная биология, изучающая конкретный, а именно молекулярный уровень иерархической структуры живых систем. Однако исследователей интересуют не только отдельные, специальные вопросы биообъектов, но и наиболее общие законы жизни, которые были бы равной мере применимы к любым её формам и базировались на материале отдельных области биологии. Этот путь исследования обозначается как интегратизм в науке, то есть о сложном судят на основе совокупного анализа его частей. То есть в данном случае речь идёт о системном, интегральном подходе, базирующемся на общей теории систем и на теории биосистем. Согласно основным принципам термодинамики подсистемой следует понимать совокупность материальных объектов, ограниченных каким-либо образом от окружающей среды. Естественно, эти

материальные объекты находится в определённых отношениях друг к другу и к среде. Реализация отношений между элементами и их взаимосвязь неразрывно связано со свойствами биосистем, которые обеспечивают им определённую организацию и целостность. На основании сказанного можно заключить, что главной задачей науки системного подхода является разработка и формулирование некоторых общих законов, а также принципов существования и развития живых объектов, которые в равной мере были бы присущим всем без исключения.

Специалисты разных направлений работают над выяснением проблемы, на основе каких закономерностей идёт образование биологических систем. Безусловно, это весьма сложный процесс, однако несмотря на это можно попытаться выделить здесь ряд моментов. Так, первое – в систему должно входить некое количество элементов. Во-вторых – необходимо, чтобы эти элементы отличались друг от друга по какому-то набору признаков (иначе это будет один элемент) и они должны быть комплиментарными друг другу, ибо в противном случае их невозможно рассматривать вместе как совокупность. Необходимо существование каких-то связей между элементами и, следовательно, взаимодействия. А взаимоотношение между элементами, т.е. их характер, степень выраженности и т.д. и сами элементы придают системе

определенную организацию. Живая система — это открытая термодинамическая система, имеющая связи с окружающей средой через энергию и вещество. И такая система для своего существования, и поддержания своей организации должна располагать антиэнтропийными, т.е. негэнтропийными механизмами, препятствующими рассеиванию ею энергии в пространстве, т.е. стремление к порядку и целостности.

При обсуждении проблемы организации биологических систем в качестве её основных принципов выделяют пространственный и временной. Известно, что структурная (т.е. пространственная) организация не исчерпывает полностью специфику биосистем. К пространственному трёхмерному фактору добавляется четвертое измерение — время, а время вносит совершенно новый, независимый и не предсказуемый элемент. Исходя из сказанного можно утверждать, что главное направление развития биологии будет связано с системами и пойдет через организацию систем в пространстве и во времени.

Если пространственную (структурную) организацию биосистем изучают морфологи (анатомы, цитологи, гистологи), то закономерен вопрос, а кто занимается изучением их временной организации? Сегодня на этот вопрос можно дать вполне конкретный и утвердительный ответ. Временная организация живых систем представляет собой центральную проблему в новой области биологии, получившей название хронобиологии. На сегодня можно считать, что основная задача хронобиологии заключается в выяснении роли фактора времени в существовании и развитии живых систем. Суть дела в том, что процессы, протекающие в живых системах, осуществляются упорядоченным образом во времени. Это — основа их временной организации.

Основным понятием хронобиологии является биоритм. Сегодня доказано, что биологический ритм представляет собой один из важных инструментов исследования роли фактора времени в деятельности живых объектов и их временной организации. Поскольку одна из основных задач хронобиологии является изучение временной организации живых систем, то это свидетельствует, что хронобиология и важнейший раздел общей

и теоретической биологии и является фундаментальной, интегральной и междисциплинарной наукой о жизни.

Также одним из достижений современной биомедицинской науки является хрономедицина. Её задача найти способы применения хронобиологических данных для совершенствования профилактики, оценки, диагностики и повышение эффективности лечения заболевания у людей на основе хроноструктурных параметров биологических ритмов.

В состав хрономедицины входят такие направления, как хронопрофилактика, хронопатология, хронотерапия, хронофармакология и хронодиагностика.

Важнейшими проблемами современной хронобиологии и хрономедицины являются установление механизмов генерации биологических ритмов в норме и при патологии, от особенностей природы биоритмов и об общей структуре временной организации биосистем.

Известно, что организм, и его временная организация не изолированы от окружающей среды, а, напротив, с ней тесно связаны. Важнейшим из внешних факторов, то есть датчиков времени, влияющих на биоритм организма, является фото периодичность. У высших живых систем существует два способа фотопериодической регуляция биоритмов. Первый — через органы зрения и далее через ритм двигательной активности организм и второй — путём экстрасенсорного, то есть не через глаз, восприятие света. Из них более изучен первый способ.

После сетчатки глаза трансформированный световой импульс приходит в супрахиазматическое ядро (СХЯ), расположенное в передние доли гипоталамуса головного мозга. Для многих процессов в самом СХЯ характерны ритмические колебания. Разрушение СХЯ ведет к резким изменениям биоритмов организма. По существу, СХЯ является главным генератором биоритмов в организме, то есть центральным пейсмекером, механизмом, супервизором биоритмов.

А на пути передачи фотопериодического сигнала находится ещё верхний шейный симпатический ганглии, относящийся к вегетативной нервной системе. И наконец, неременный участник в проведении фото периодического воздействия — это эпифиз:

верхний придаток мозга, обладающий эндокринными функциями. Посущество, эпифиз является вторым центральным пейсмейкером, супервизором биоритма. Таким образом, нервные образования и эпифиз в результате своей динамической деятельности участвуют в организации и поддержки различных биологических ритмов в организме.

Существует несколько механизмов эндогенного регулирования биоритмов. Выделим три из них: 1. Регуляция с участием клеточных мембран. 2. Кибернетическая регуляция 3. Генетическая регуляция.

Концепция о роли биологических мембран (органониды, клетки, органы и т. д.) регуляции ритма предполагает, что их генерирование связано с периодическими изменениями потоков ионов через мембраны клеток. Перемещение через мембрану ионов носят характер автоколебаний, но, как было установлено, их транспорт испытывает на себе и влияние световых импульсов. Также в этот процесс вносит свою лепту рецепторы. Так, в основе биоритмов чувствительности клеток и тканей к действию химико-физических факторов лежат колебание числа циторецепторов. Также можно заключить, что эти ритмы обусловлены временем потенциальной готовности, связанным с состоянием функции разных фаз её биоритма.

Таким образом, исследование временной организации биосистем необходимо назначить две проблем. Первая – изучение этой системы как комплекса биоритмов разных функций организма, о чём было сказано выше. Второе – установление временной организации и структуры биоритмов одной и той же функции. Эта структура комплектуется из ритмов с разной периодичностью.

Сущность кибернетической модели в том, что она математически обосновывает возможность генерации биоритмов посредством взаимодействия многих осцилляторов (механизмов) в организме, то есть мультиосцилляторная модель.

Наиболее важным и интересным является генетико-молекулярный механизм генерации биоритмов. Если представить простую схему генетико-молекулярного механизма генерации биологических ритмов, то она выглядит следующим образом: где главная пружина механизма представлена белками

TIM(timeless) и *PER*(period), которые периодически блокируют активность синтеза РНК на собственных генах. Белок *TIM* защищает *PER* от деградации и помогает ему проникнуть в ядро. Также данным механизме задействованы дополнительные и ритмические белки, а именно, *CLK* (clock), *CYC* (cycle), *DBT* (double-time) и *CRY* (cryptochrome). Роль дополнительных белков заключается в следующем, так, *CLK* и *CYC* активируют гены белков *TIM* и *PER*, которые свою очередь подавляют активность *CLK* и *CYC*. А белок *DBT* ускоряет деградацию *PER* и помогает часам (ритмам) настроиться на правильный ритм. Белок *CRY* настраивает биологические часы по освещённости. Представленная генетико-молекулярная схема внутреннего хронометра работает одинаково во всех клетках почти у всех живых существ и что главной пружиной служат периодические колебания нескольких молекул, управляющих собственным синтезом.

На основании всего вышеизложенного можно сформулировать общую структуру временной организации биологических систем.

Естественно, что при изучении временной организации биосистем необходимо анализировать её взаимодействия с внешней средой, управляющие механизмы и результаты в ритмической деятельности системы в целом. На сегодняшний день общую структуру временной организации биологических систем можно представить следующим образом и она состоит из следующих частей: 1 - внешняя среда (свет, электромагнитные волны температура и др.); 2 - другие биологические системы (люди, животные, растения, микроорганизмы); 3 - часть, связывающая временную организацию живых систем с внешней средой и другими биосистемами (различные органы чувств - зрение, слух, обоняние); 4 - регуляция временной организации (генераторы, водители, пейсмейкеры, хрононы, супервизоры); 5 - часть, воспринимающая сигналы регуляции (это обширная область биорецепторов, в том числе циторецепторы); 6 – рабочая (эффекторная, исполнительная) часть временной организации, который выражается конечный результат деятельности или поведение системы во времени (это и есть собственно множество биоритмов). Эти

части общей временной организации взаимодействуют между собой как прямыми, так и обратными связями. Биоритмы являются по существу конечными показателями деятельности и функции всех этих частей временной организации живых систем. Временная организация биосистем функционирует как нейрокибернетическая и открытая термодинамическая система. Благодаря прямой и обратной связи временной организации обеспечивается устойчивость, пластичность и лабильность живых систем. Необходимо отметить, что предложенная общая структура временной организации - универсально, она применимо к любой биосистеме независимо от ее сложности как именно.

В биосистеме нет ничего, что не характеризовалось бы у порядочности протекающих в ней процессов, в том числе во времени. Поэтому можно предположить существование временной упорядоченности и согласованности ритмов и в каждой из частей временной организации системы. нарушение согласованности течение ритмов (десинхроноз) может быть не только между частями временной организации, но и в каждой из них. В первом случае мы имеем дело системным десинхронозом, а во втором – подсистемным.

Заключение. Таким образом можно заключить, что основные направления хронобиологии и хрономедицины четко обозначены, установленные механизмы генерации биологических ритмов, выявлены особенности природы ритмов и разработана общая структура временной организации живых систем, который по существу является дорожной картой развития хронобиологии и

хрономедицины. Из приведенных фактов вытекает, что хронобиология и хрономедицина является гибридной, междисциплинарной наукой, благодаря чему позволит нам получить исчерпывающую информацию об изучаемых процессах и явлениях, протекающих в живых системах как в норме, так и при патологии (нарушении), то есть современная хронобиология, вскрывая основополагающие закономерности свойств и организации биосистемы, вносит значительный вклад в решение многих прикладных вопросов, в том числе в области медицины. На наш взгляд, в этом отношении хронобиология представляет собой далеко ушедший вперед раздел теоретической и общей биологии, который оказался одинаково важным и для теории, и для практики. Думается, это обусловлено тем, что основные направления развития хронобиологии и хрономедицины идут по пути интегративного познания жизни.

Также можно заключить, что в дальнейшем будут решены проблемы биологического времени и пространственно-временной организации живых систем, созданы основы для регуляции индивидуального развития через воздействия на биоритмы, широко внедрены хронодиагностика и хронотерапия в медицинскую практику. Развитие хронобиологии и хрономедицины приведёт к возникновению действительно физиологической, профилактической медицины и к обеспечению профессиональной деятельности людей в различных условиях оптимальными режимами труда и отдыха, разработанными на основе индивидуальных хронограмм человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Алякринский Б.С., Степанова С.И. По закону ритма. – М.: Наука, 1985. – С.176.
- 2 Тулеуханов С.Т., Кольцов П.П., Калдияров Д.А., Дюсембаев А.Е. Оценка состояния биокрибернетических систем по биоритмологическим показателям на принципах распознавания образов// М.: Институт космических исследований, 1994. – С.21.
- 3 Тулеуханов С.Т., Ефимов М.Л. Хронобиология и хрономедицина. – Алматы: Қазақ университеті, 1996. – С.203.
- 4 Тулеуханов С.Т., Ефимов М.Л. Ритм, здоровье, жизнь (Книга о биоритмах человека). – Алматы: Қазақ университеті, 1997. – С. 245.
- 5 Тулеуханов С.Т. Временная организация биологических систем. – Алматы: Қазақ университеті, 1999. – С.157.
- 6 Тулеуханов С.Т. Биоритмы и долголетие// Материалы Международной научной конференции: Пожилые люди на Евразийском пространстве: интересы, проблемы и перспективы. – Алматы, 2018. – С. 64-73.
- 7 Теплов И.Ю., Тулеуханов С.Т., Зинченко В.П. Регуляция частоты и амплитуды потенциалов дей-

ствия Ca²⁺-каналами Т-типа при спонтанной синхронной активности нейронов гиппокампа//Биофизика. - 2018. –Т. 63, Вып. 4. -С. 722–733

8 Kosenkov A., Gaidin S., Zinchenko V., Teplov I., Tuleukhanov S. Epileptiform activity promotes decreasing of Ca²⁺ conductivity of NMDARs, AMPARs, KARs, and voltage-gated calcium channels in Mg²⁺-free model// Epilepsy Research. – 2019. – Vol. 158. (Q2, IF 2,178) – P. 103-112.

9 Dolgacheva L.P., Tuleukhanov S.T., Zinchenko V.P. Participation of Ca²⁺-Permeable AMPA Receptors in Synaptic Plasticity// Biochemistry (Moscow), Supplement Series A: Membrane and Cell Biology. – 2020. - Vol. 14, No. 3.- P. 194–204.

10 Қайрат Б.Қ., Төлеуханов С.Т., Зинченко В.П. Нейрондардағы кальций гомеостазы мен кальций сигнализациясының ерекшеліктері // ҚазҰМУ хабаршысы. - 2021. - №1. – Б. 208-214.

ХРОНОБИОЛОГИЯ МЕН ХРОНОМЕДИЦИНАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Түйіндеме. Бұл жұмыста ғылымның қазіргі даму кезеңіндегі хронобиология мен хрономедицинаның өзекті мәселелеріне заманауи көзқарастар ұсынылған. Биологиялық сағаттардың қызметіне әсер ететін негізгі кіріс және шығыс факторлары қарастырылады. Осы зерттеулердің нәтижелері қазіргі уақытта және болашақта биологиялық ырғақтарды генерациялау тетіктерін анықтау бойынша жүйелі және ауқымды зерттеулерді ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: хронобиология, биоритм, хрономедицина, биожүйелердің уақытқа тәуелді ұйымдасуы.

ACTUAL PROBLEMS OF CHRONOBIOLOGY AND CHRONOMEDICS

Annotation. This paper presents modern views on the current problems of chronobiology and chronomedicine at the present stage of the development of science. The main input and output factors affecting the activity of the biological clock are considered. The results of these studies will make it possible to organize at present and in the future systematic and large-scale studies to identify the mechanisms of generation of biological rhythms.

Key words: chronobiology, biorhythm, chronomedicine, temporal organization of biosystems.

Сведения об авторах

Төлеуханов Султан Төлеуханович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, e-mail: Sultan.Tuleukhanov@kaznu.kz,

Қайрат Бақытжан Қайратұлы, PhD докторант, e-mail: Bakytzhan.Kairat@kaznu.kz.

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Регистрационное свидетельство № 7528-Ж
от 01.08.2006 г.
выдано Министерством культуры и информации
Республики Казахстан

Отв. редактор *М.Е. Сейткалиева*
Редактор текста на казахском языке *Т.Т. Садырова*
Редактор текста на английском языке *Е. Бердыкулов*
Компьютерная верстка и дизайн *Н.Т. Раймкулова*
Обложка *Е.С. Кадырова*

Подписано в печать 03.02.2023.
Формат 60x84/8. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п. л 8,5. Тираж 350 экз. Заказ 160.

Редакционно-издательский отдел НЦ ГНТЭ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221