

ISSN 2959-5991 (print)  
ISSN 3005-4869 (online)

# **CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL**

**2023, Volume 3, Number 3**

2023 жылдан бастап шығады  
Выходит с 2023 года  
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады  
Выходит четыре раза в год  
Published four times a year

**Қызылорда/Кызылорда/Kyzylorda  
2023**

## Редакция алқасы

- Аппазов Н.О. - ғылыми редактор, химия ғылымдарының кандидаты, профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
- Ақылбеков Н.И. - PhD, қауымдастырылған профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
- Ақатан Қ. - PhD, С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан Университеті, Ұжымдық қолданыстағы Ұлттық ғылыми зертханасы, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы
- Бурилов А.Р. - химия ғылымдарының докторы, профессор, А.Е.Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты, Қазан қ., Ресей Федерациясы
- Газизов А.С. - химия ғылымдарының докторы, А.Е.Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты, Қазан қ., Ресей Федерациясы
- Гущин А.Л. - химия ғылымдарының докторы, профессор, Ресей Ғылым Академиясы Сібір бөлімінің А.В.Николаев атындағы Бейорганикалық химия институты, Новосібір мемлекеттік университеті, Новосібір қ., Ресей Федерациясы
- Джиембаев Б.Ж. - химия ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
- Елубай М.А. - химия ғылымдарының кандидаты, Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы
- Құдайбергенов Н. - PhD, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
- Любчик С.Б. - PhD, профессор, Лиссабон Жаңа университеті, Лиссабон қ., Португалия
- Махмут Озачар - PhD, профессор, Сакария университеті, Сакария қ., Түркия Республикасы
- Никитина П.А. - химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Д.И.Менделеев атындағы Ресей химия-технологиялық университеті, Мәскеу қ., Ресей Федерациясы
- Уралбеков Б.М. - химия ғылымдарының кандидаты, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
- Хрусталеv Д.П. - химия ғылымдарының докторы, профессор, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы
- Чугунова Е.А. - химия ғылымдарының докторы, А.Е.Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты, Қазан қ., Ресей Федерациясы
- Турманов Р.А. - жауапты хатшы, химия ғылымдарының кандидаты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

## Редакционная коллегия

- Аппазов Н.О. - научный редактор, кандидат химических наук, профессор, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан
- Акылбеков Н.И. - PhD, ассоциированный профессор Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан
- Акатан К. - PhD, Национальная научная лаборатория коллективного действия Восточно-Казахстанский университет имени С.Аманжолова, г.Усть-Каменгорск, Республика Казахстан
- Бурилов А.Р. - доктор химических наук, профессор, Институт органической и физической химии имени А.Е.Арбузова, г.Казань, Российская Федерация
- Газизов А.С. - доктор химических наук, Институт органической и физической химии имени А.Е.Арбузова, г.Казань, Российская Федерация
- Гущин А.Л. - доктор химических наук, профессор, Институт неорганической химии имени А.В.Николаева Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирский государственный университет, г.Новосибирск, Российская Федерация
- Джиембаев Б.Ж. - доктор химических наук, профессор, Казахский национальный женский педагогический университет, г.Алматы, Республика Казахстан
- Елубай М.А. - кандидат химических наук, Торайгыров университет, г.Павлодар, Республика Казахстан
- Кудайбергенов Н. - PhD, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан
- Любчик С.Б. - PhD, профессор, Новый университет Лиссабона, г.Лиссабон, Португалия
- Махмут Озачар - PhD, профессор, университет Сакарья, г.Сакарья, Турецкая Республика
- Никитина П.А. - кандидат химических наук, доцент, Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева, г.Москва, Российская Федерация
- Уралбеков Б.М. - кандидат химических наук, профессор, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан
- Хрусталеv Д.П. - доктор химических наук, профессор, Карагандинский медицинский университет, г.Караганда, Республика Казахстан
- Чугунова Е.А. - доктор химических наук, Институт органической и физической химии имени А.Е.Арбузова, г.Казань, Российская Федерация
- Турманов Р.А. - ответственный секретарь, кандидат химических наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан.

## Editorial Board

- Appazov N.O. - Executive Editor, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan
- Akylbekov N.I. - PhD, Associate Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan
- Akatan K. - PhD, Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University National Scientific Laboratory of Collective Action, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
- Burilov A.R. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, A.E.Arbutov Institute of Organic and Physical Chemistry, Kazan city, Russian Federation
- Gazizov A.S. - Doctor of Chemical Sciences, A.E.Arbutov Institute of Organic and Physical Chemistry, Kazan city, Russian Federation
- Gushchin A.L. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, A.V.Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University, Novosibirsk city, Russian Federation
- Dzhiembayev B.Zh. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty city, Republic of Kazakhstan
- Yelubai M.A. - Candidate of Chemical Sciences, Toraigyrov University, Pavlodar city, Republic of Kazakhstan
- Kudaibergenov N. - PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan
- Lyubchik S.B. - PhD, Professor at the Nova University of Lisbon, Lisbon city, Portugal
- Mahmut Ozachar - PhD, Professor, Sakarya University, Sakarya city, Republic of Turkey
- Nikitina P.A. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, D.I.Mendeleev Russian University of Chemical Technology of Russia, Russian Federation
- Uralbekov B.M. - Candidate of Chemical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty city, Republic of Kazakhstan
- Khrustalev D.P. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Karaganda Medical University, Karaganda city, Republic of Kazakhstan
- Chugunova E.A. - Doctor of Chemical Sciences, A.E.Arbutov Institute of Organic and Physical Chemistry, Kazan city, Russian Federation
- Turmanov R.A. - Executive Secretary, Candidate of Chemical Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan.

**Баспа атауы** – «Корқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

**Наименование издателя** – «Қызылординский университет имени Корқыт Ата»

Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Кызылорда, Республика Казахстан

**Name of the publisher** – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

## **ОҚЫРМАНҒА!**

«Chemistry and Chemical Technology journal» – Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің химия және химиялық технология бағытындағы ғылыми мақалаларды жариялауға арналған басылымы. Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінде мерзімді басылым ретінде тіркелген. Журналда жарияланған әрбір мақалаға DOI индексі беріліп, халықаралық Crossref сайтының деректер базасына салынады.

Журналдың мақсаты – оқырмандарды химия және химиялық технология ғылымдарының барлық бағыттары мен олардың басқа да ғылым салаларымен пәнаралық зерттеу нәтижелерін қамтитын ғылыми жарияланымдарымен таныстыру болып табылады. Журнал профессор-оқытушыларға, ғылыми қызметкерлерге, докторантура мен магистратура білім алушыларына, студенттерге және басқа да химия және химиялық технология бағытындағы заманауи зерттеулермен танысқысы келетін қауымға арналған. Журналда еліміздің, алыс және жақын шетел ғалымдарының химия, химиялық технология және осы ғылым салаларымен пәнаралық байланыстағы зерттеу нәтижелері жарияланады.

Сіздерді журналдың белсенді авторы және оқырманы болуға шақырамыз!

*Редакция алқасы*

## **К ЧИТАТЕЛЮ!**

Журнал «Chemistry and Chemical Technology journal» — издание Кызылординского университета имени Коркыт Ата, посвященное научным статьям в области химии и химической технологии. Зарегистрировано в качестве периодического издания в Министерстве информации и общественного развития Республики Казахстан. Каждой статье, опубликованной в журнале, присваивается индекс DOI и размещается в базе данных международного сайта Crossref.

Цель журнала – ознакомление читателей со всеми областями химико-технических наук и его научными публикациями, содержащими результаты междисциплинарных исследований с другими областями науки. Журнал ориентирован на преподавателей, научных сотрудников, докторантов и магистрантов, студентов и других представителей общественности, желающих получать информацию о современных исследованиях в области химии и химической технологии. В журнале публикуются результаты исследований отечественных и зарубежных ученых в области химии, химической технологии и взаимосвязи с химией, химической технологией и этими отраслями науки.

Приглашаем вас стать активным автором и читателем журнала!

*Редакционная коллегия*

## **FOR THE READER!**

The "Chemistry and Chemical Technology journal" is a publication of the Korkyt Ata Kyzylorda University dedicated to scientific articles in the field of chemistry and chemical technology. Registered as a periodical in the Ministry of Information and Public Development of the Republic of Kazakhstan. Each article published in the journal is assigned a DOI index and placed in the database of the Crossref international website.

The purpose of the journal is to familiarize readers with all fields of chemical engineering sciences and its scientific publications containing the results of interdisciplinary research with other fields of science. The journal is aimed at teachers, researchers, doctoral and undergraduates, students and other members of the public who want to receive information about modern chemistry and chemical technology research. The journal publishes the results of research by domestic and foreign scientists in the field of chemistry, chemical technology and the relationship with chemistry, chemical technology and these branches of science.

We invite you to become an active author and reader of the magazine!

*Editorial Board*

## STUDY OF FLAVONOIDS IN CAMEL THORN AND THEIR ACTIVITY IN ANGIOTENSIN-CONVERTING ENZYME REDUCTION

**Niyazova D.Zh.**<sup>1</sup>, Master's Degree

[din\\_bota.87@mail.ru](mailto:din_bota.87@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2698-1209>

**Espanova I.D.**<sup>1</sup>, Master's Degree

[indirka.25@mail.ru](mailto:indirka.25@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0721-1794>

**Moldanazar A.A.**<sup>1</sup>, Engineer

[akerke.mektep@mail.ru](mailto:akerke.mektep@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2734-5901>

**Lyubchik S.I.**<sup>2</sup>, PhD, Professor

[sergiy.lyubchik@yahoo.com](mailto:sergiy.lyubchik@yahoo.com) <https://orcid.org/0000-0001-6323-9383>

**Appazov N.O.**<sup>1</sup>, Candidate of Chemical Sciences, Professor

[nurasar.82@mail.ru](mailto:nurasar.82@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8765-3386>

<sup>1</sup> *Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Kazakhstan*

<sup>2</sup> *Universidade Lusófona, Lisbon city, Portugal*

**Annotation.** The article is dedicated to the study of polyphenolic compounds in extracts of camel thorn (*Alhagi pseudoalhagi*). Using UV spectroscopy and HPLC-MS/MS, the composition and content of flavonoids in camel thorn extracts were determined. Characteristic absorption bands for flavonoids were identified through optical spectroscopy. Data on the substance composition in the extract were obtained using the HPLC-MS/MS method. Semi-quantitative analysis of flavonoids was performed using the internal standard addition method with rutin. More than twenty flavonoids were detected in the 70% ethanolic extract. Rhamnetin 3-neohesperidoside and Isorhamnetin 3-neohesperidoside were the major components. The results could be applied in the production of antioxidant pharmaceuticals in the pharmaceutical industry. Comparison of the effects of camel thorn extract with the flavonoid taxifolin showed that the extract is equally effective in preventing early stages of atherosclerosis in the aorta caused by increased angiotensin-converting enzyme activity. At an extract concentration of 0.2%, the activity of the angiotensin converting enzyme in elderly rats and animals treated with a NO-synthase inhibitor decreases to the values of young control rats.

**Keywords:** angiotensin-converting enzyme, aorta, age, NO synthase inhibitor, flavonoids.

**Introduction.** Wild-growing plants serve as a significant source of raw materials for various sectors of the economy. This is particularly true for a vast group of medicinal plants that are used as therapeutic agents. Among the medicinal substances employed in folk medicine of Central Asia and Kazakhstan, decoctions of *Alhagi Adans* (camel thorn, zhantak, yantak) have gained considerable popularity. *Alhagi pseudoalhagi*, also known as camel thorn (synonyms: *Alhagi camelorum*, *Alhagi maurorum*), belongs to the legume family Leguminosae. It is used in traditional medicine in Egypt, Iran, Saudi Arabia, India, China, and Kazakhstan for reducing rheumatic pain, normalizing cardiovascular system function, as well as liver and gastrointestinal tract function.

Despite being utilized for therapeutic purposes, scientific research on this plant's medicinal properties has been limited over an extended period. Publications related to the study of camel thorn (CT) in Kazakhstan date back to the 1990s [1].

In recent years, there has been a surge of interest in this plant. Over the past decade, researchers from Saudi Arabia and Egypt have published a series of studies [2-9] describing pharmacological properties of camel thorn extracts, including anti-inflammatory and spasmolytic activity, its potential to treat peptic ulcers, reduce heart rate during tachycardia, as well as its anesthetic and relaxing effects.

However, the chemical composition of camel thorn is still poorly researched, particularly with regard to flavonoid content. The objective of this article was to study the bioactive substances, especially flavonoids, in the aqueous-ethanol extract of the *Alhagi pseudoalhagi* plant, widely distributed in the southern regions of Kazakhstan.

Cardiovascular diseases (CVDs) are a leading cause of death in developed countries. A significant proportion of CVDs cases stem from atherosclerotic vascular changes, resulting in narrowing of vessel lumens due to increased wall thickness and the formation of plaques on the inner surface. Oxidative stress caused by an excessive concentration of reactive oxygen species (ROS) is considered a major contributor to vascular atherosclerosis. An increased activity of angiotensin-converting enzyme (ACE) significantly contributes to the development of oxidative stress. The product of ACE, angiotensin II, elevates blood pressure, induces cardiac hypertrophy, thickens vessel walls, and activates NADPH oxidase, leading to increased ROS formation, inflammation, and fibrosis within the vessels. [10,11,12]. Angiotensin II has been shown to induce phenotypic changes and cell growth, regulate the expression of regulatory peptides, and activate various intracellular signaling cascades in cardiomyocytes, fibroblasts, endothelial cells, and smooth muscle cells. [13]. These effects ultimately contribute to vascular atherosclerosis, increased vessel wall thickness, cardiac hypertrophy, and heart failure.

Given that vascular oxidative stress is largely influenced by increased ACE activity, one approach to mitigate oxidative stress is by suppressing this activity. Currently, a wide spectrum of ACE inhibitors is employed for the prevention and treatment of CVDs, each with its own limitations and adverse effects. Natural plant products, specifically flavonoids, can serve as an alternative to foreign-specific ACE inhibitors for preventing and treating CVDs. Flavonoids are found in the extracts of many plants, including camel thorn (*Alhagi pseudoalhagi*), which is abundant in Kazakhstan. Certain flavonoids have been shown to directly inhibit ACE in vitro [14], and they also possess potent antioxidant properties, capable of scavenging ROS and reducing their levels. [15]. Extracts from camel thorn (*Alhagi pseudoalhagi*) contain more than 20 compounds that exhibit a reaction indicative of flavonoids. [16]. This medicinal plant is used in traditional medicine, including as an agent to normalize cardiovascular system function. However, the mechanism behind the positive effects of camel thorn extract on the cardiovascular system remains unknown.

The objective of this study is to investigate the influence of camel thorn extract on ACE activity in rat aortas, where the activity increases due to aging or the consumption of nitric oxide synthase inhibitors. ACE activity was assessed in aorta using a previously developed method [17], that eliminates several artifacts arising during vessel homogenization. The activity of the extract was compared to the effect of the pure flavonoid taxifolin (dihydroquercetin).

**Materials and methods.** The study utilized camel thorn (*Alhagi pseudoalhagi*) (procured from TOO 'EVA-1', Shymkent, Kazakhstan), which was pulverized to a powder state using a Retsch GM200 knife mill (Germany).

A sample of 5.0 grams of crushed camel thorn was mixed with 100 mL of 70% ethanol and shaken on a shaker for an hour. The resulting extract was filtered through a paper filter and subsequently centrifuged at a speed of 10,000 rpm to remove coarse particles.

For the chemical analysis of extract composition using HPLC-MS/MS in SCAN (Enhanced MS) mode, an AB SCIEX 3200 QTRAP instrument (Canada) was used. The 70% ethanolic extract was obtained using a cold reflux extractor at temperatures of 20°C and 90°C.

Measurement conditions were as follows: mobile phase: 0.5% HCOOH (A) + Acetonitrile (B); Dionex Acclaim C18 column, 150x2.1 mm, silica gel sorbent with attached C18 groups, grain diameter 2.2 microns; mass analyzer characteristics (in both + and - modes): T=350°C, IS=+-4500 V, EP=+-10 V, CE=+-5 V, DP=+-70 V.

In addition to the investigated ethanol extracts of camel thorn, individual flavonoids – quercetin, rutin, dihydroquercetin, and catechin from Sigma – were used in the experiments.

The absorption spectra of extract solutions were measured in 10 mM Tris-HCl (pH 7.4) using a Shimadzu UV-VIS 180 spectrophotometer.

The study involved 77 male Wistar rats aged 10-11 weeks and weighing 320-330 g, 12 rats aged 44 weeks weighing 520-530 g, and 27 rats aged 52 weeks weighing 550-570 g (Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Pushchino). The rats were kept in cages with free access to water and standard food (the control group consumed plain water). The

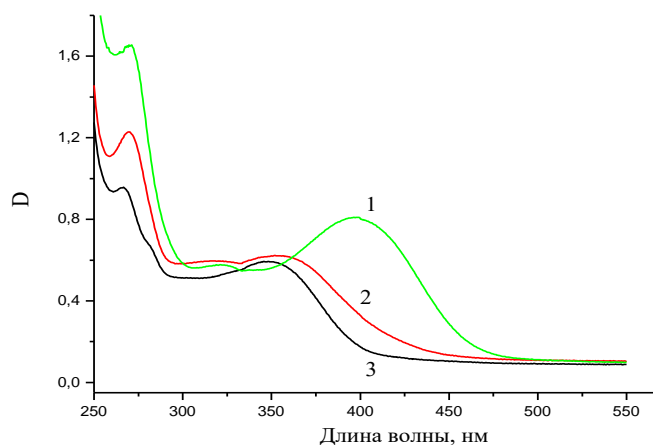
experiments were conducted in accordance with ethical norms for working with laboratory animals.

Experimental animals received the nitric oxide synthase inhibitor, methyl ester N<sub>w</sub>-nitro-L-arginine (L-NAME, Sigma), dissolved in drinking water, or camel thorn extract at different concentrations (approximately 100 mL of water per 1 kg body weight per day, with or without additives; water consumption remained consistent throughout the experiment). Rats received 100 mg/kg of L-NAME per day. Ether was used for anesthesia during surgical procedures. After thoracic cavity dissection, heparin (500 units) was injected into the heart to prevent blood coagulation. Most of the surrounding adipose tissue was gently removed in situ. The aorta was rinsed with cold (4°C) Hank's solution containing 10 mM HEPES, pH 7.4, and then placed in the same solution. The remaining fat was carefully removed without damaging the endothelium. The aorta was sectioned into 4-5 mm segments, starting from the aortic arch. The segments were longitudinally cut, everted with the endothelium facing outward, and attached to a plastic pipette tip. The linear dimensions of the aortic segments were measured with a precision of 0.1 mm using a vernier caliper.

ACE activity was determined through the hydrolysis of hippuryl-L-histidyl-L-leucine (Hip-His-Leu, Sigma). Isolated aortic segments were placed in Hank's solution with HEPES, pH 7.4 (450 µL), and incubated for 10 minutes at 37°C with shaking (25 Hz, amplitude 1 mm) for adaptation before the addition of the ACE substrate. The reaction was initiated by adding 10 mM Hip-His-Leu (50 µL). After 30 minutes of incubation (at 37°C), the reaction was terminated by adding 1000 µL of 0.1 N NaOH. The aortic segments were removed from the solution and their dimensions and mass were determined. To 200 µL of the reaction mixture, 50 µL of o-phthalaldehyde (Sigma) from a matrix solution of 2 mg/mL in DMSO were added, followed by incubation for 30 minutes at 37°C. The reaction was stopped by adding 2 mL of 0.8 N HCl. Samples were centrifuged at 3000g and 4°C for 5 minutes, and fluorescence was measured using a Perkin-Elmer MF44 fluorimeter at excitation and emission wavelengths of 360 and 500 nm, respectively. The fluorescence of His-Leu was used to establish the standard curve for ACE activity. ACE activity was expressed in picomoles of hydrolyzed Hip-His-Leu per minute per square millimeter of the inner surface of the aorta (pmol/min/mm<sup>2</sup>).

The obtained results are presented as the mean ± standard error of the mean. The number of animals studied (n) is indicated in the figure captions. Statistical analysis of significance differences in multiple comparisons was conducted using ANOVA. A significance level of p < 0.05 was considered statistically significant.

**Results and discussion.** Optical spectroscopy is widely used for the analysis of polyphenols, including flavonoids. Figure 1 presents the absorption spectrum of the camel thorn extract in a buffer solution.



**Figure 1 – Absorption spectra of the 70% ethanolic extract of camel thorn in 10 mM Tris-HCl buffer at different pH values of the solution (1 – pH 9.1; 2 – pH 7.2; 3 – pH 3.0)**

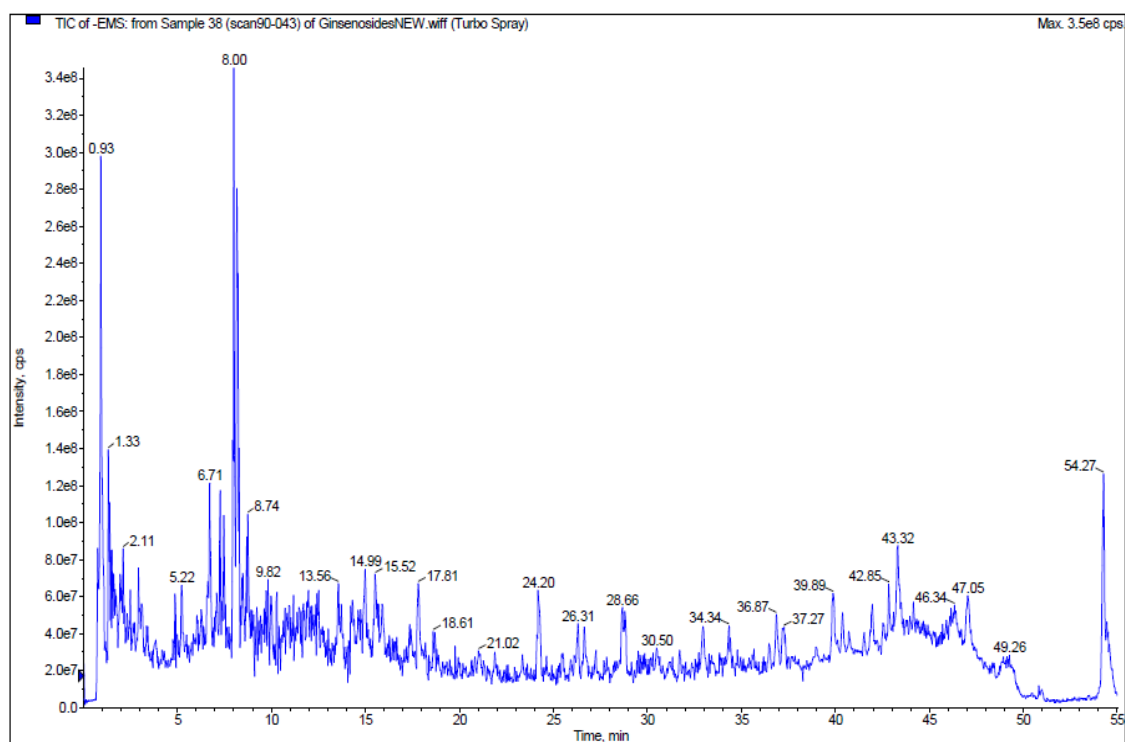


The absorption spectrum of the substance solution from the 70% ethanolic extract exhibits two extrema: a long-wavelength region with a maximum at 350 nm and a short-wavelength region at 275 nm. The presence of two absorption bands within this wavelength range is a characteristic feature of molecules belonging to the flavone group. The distance between the main maxima is 75 nm, which is another indication of the molecules in the extract being part of this group.

The absorption band with a maximum in the range of 360-385 nm is typical for the absorption spectrum of flavonoids that have a double bond in the C-2 to C-3 position (flavones and flavonols and their glycosides). Depending on solvents and the position of hydroxyl groups in the flavonoid molecule, shifts in absorption bands are observed. In an alkaline environment, the main maximum (350 nm) shifts to the long-wavelength region (bathochromic shift).

More accurate information about the substance composition was obtained by analyzing the extracts using HPLC-MS/MS. The qualitative composition was determined by interpreting the signals in the spectra for all peaks of the chromatogram.

The main compounds in the 70% ethanolic extract of camel thorn were mono- and diglycosides. As an example, the chromatogram of the plant extract obtained at 90°C is provided below (Figure 2).



**Figure 2 – Chromatogram of the 70% ethanolic extract of camel thorn obtained by HPLC-MS/MS (negative ionization mode).**

Qualitative analysis of the 70% ethanolic extract of camel thorn obtained by HPLC-MS/MS (table) revealed the presence of more than 20 flavonoids and their derivatives, polyacids, and unidentified components (indicated by question marks in the table). Semi-quantitative analysis of flavonoids was performed using the internal standard method with rutin (retention time 6.5 min, spike 5.9 ppm).

The yield of flavonoids in extracts obtained at 90°C is higher than in similar extracts obtained at 200°C, which is well explained by the thermal effect. However, for some compounds, extraction at 200°C is more effective than at higher temperatures. For instance, the concentration of Gossypetin 3-methylether (retention time 15.9 min) at 200°C was 4.8 ppm, compared to 2.7 ppm at 90°C.

**Table 1 – Results of Chromatographic Analysis by HPLC-MS/MS**

20°C			90°C	
Retention Time, min	Compound Name	Concentration, ppm	Compound Name	Concentration, ppm
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
0,77	2''-Galloylhyperin	7,4	2''-Galloylhyperin	5,6
0,9	Hypericin		Hypericin	
1,4	Neohesperidin	5,0	Hesperidin + Neohesperidin	7,0
1,6	Hesperidin	1,6	-	-
1,9	Convallatoxin	-	Convallatoxin	-
3,2	Geniposide+Verbenalin	-	-	-
3,8	-	-	???	-
5,3	Echinacoside	-	Echinacoside	-
6,1	Typhaneoside	1,3	Typhaneoside	1,3
6,5	Rutin	2,2	Rutin	3,0
6,7	Rutin (isomer)	5,0	Rutin (isomer)	6,2
7,5	Didymin+Poncirin	1,9	Didymin+Poncirin	3,5
8,0	Isorhamnetin 3-neohesperidoside	14,0	Isorhamnetin 3-neohesperidoside	19,6
8,2	Rhamnetin 3-neohesperidoside	18,5	Rhamnetin 3-neohesperidoside	24,1
13,6	Myricetin	3,3	Myricetin	3,3
15	Kaempferide	3,8	Kaempferide	4,3
15,5	Diosmetin + Tectorigenin	3,8	Diosmetin + Tectorigenin	5,1
15,9	Gossypetin 3-methylether	4,8	Gossypetin 3-methylether	2,7
17,5	7-O-Methylwogonin	1,8	7-O-Methylwogonin	1,3
17,8	Naringenin 4',7-dimethylether	6,9	Naringenin 4',7-dimethylether	6,4
24,2	Petunidin chloride	4,2	Petunidin chloride	4,2
	-	-	Icariin	3,0
25,5	Pectolinarigenin	1,9	Pectolinarigenin	1,9
26,2	Tanshinone I	0,0	Tanshinone I	
27,2	Petunidin 3-glucoside chloride	0,8	Petunidin 3-glucoside chloride	0,9
27,9	Pseudoginsenoside RT5	-	Pseudoginsenoside RT5	-
28,8	Vitexin 2''-rhamnoside	2,5	Vitexin 2''-rhamnoside	3,3
30,5	Eriocitrin	1,1	Eriocitrin	1,0
30,5	Rubusoside + Steviolbioside	-	Rubusoside + Steviolbioside	-
32,7	-	-	Shionone + Lupeol	-
33,4	-		Naringin	0,6
34,4	Naringin	2,7	-	-
34,3	-	-	Dihydroquinidine	-
34,4	Dihydroquinidine	-	-	-
34,4	Isorhynchophylne	-	-	-
34,8	Denudatine	-	Denudatine	-

1	2	3	4	5
34,8	Rhynchophylline	-	-	-
35,6	-	-	Friedelin	-
36,2	Resibufogenin	-	-	-
36,8	Dihydroisotanshinone I	-	Dihydroisotanshinone I	-
39,5	Diosmin	-	Diosmin	-
39,9	Linoleic acid	-	Linoleic acid	-
40,1	Dauricine	-	Dauricine	-
40,8	Diosmin (isomer)	-	Diosmin (isomer)	-
41,5	Hexacosanol	-	Hexacosanol	-
41,9	Linarin	3,1	Linarin	3,0
41,9	Colchicine	-	Colchicine	-
43,3	Oleic acid	-	Oleic acid	-
43,5	-	-	Neohesperidin dihydrochalcone	-
44,2	-	-	Egenine	-
45,6	Hesperidin dihydrochalcone	-	Hesperidin dihydrochalcone	-
45,8	Leiocarposide	-	Leiocarposide	-
47,1	Pinoresinol diglucoside	-	Pinoresinol diglucoside	-
47,1	Stearic acid	-	Stearic acid	-
49,2	-	-	Hederagenin	-
50,5	Bayogenin, Asiatic acid, Arjunic acid	-	-	-
54,3	Arjungenin, Madecassic acid, Polygalacic acid	-	Arjungenin, Madecassic acid, Polygalacic acid	-

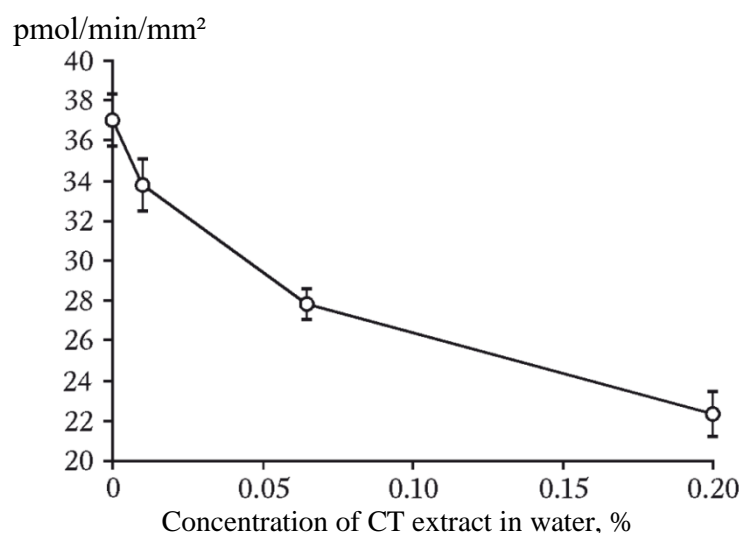
Among the flavonoids, the extracts contain the highest levels of Rhamnetin 3-neohesperidoside and Isorhamnetin 3-neohesperidoside.

From literature, it is known that in *Alhagi Kirgisorum* Schrenk, flavonoids are presented as mono- and diglycosides of isorhamnetin  $C_{22}H_{20}O_{12}$  and  $C_{28}H_{32}O_{17}$  [18-19]. The aerial parts of *Alhagi pseudoalhagi* contain 2% coumarin and 3.4% flavonoid compounds [20]. Catechins, including (+)-catechin, (+)-gallocatechin, and (-)-epigallocatechin, have been isolated from the aerial parts of *Alhagi pseudoalhagi* [21]. The aerial parts of *Alhagi pseudoalhagi* exhibit a complex phenolic profile [22]. It comprises 15 phenolic compounds, among which 7 exhibit reactions characteristic of flavonoid compounds. Our analysis of *Alhagi pseudoalhagi* extract using HPLC-MS/MS substantially expanded the knowledge of its qualitative composition, particularly regarding flavonoids.

When rats were administered L-NAME for 12 days, the ACE activity increased from  $20.8 \pm 0.9$  to  $37.0 \pm 1.3$  pmol/min/mm<sup>2</sup> (Fig. 3). Adding CT extract to the drinking water along with L-NAME attenuated the increase in ACE activity caused by L-NAME. At a concentration of 0.2% of the extract, the effect of L-NAME was completely abolished (ACE activity decreased to the control level).

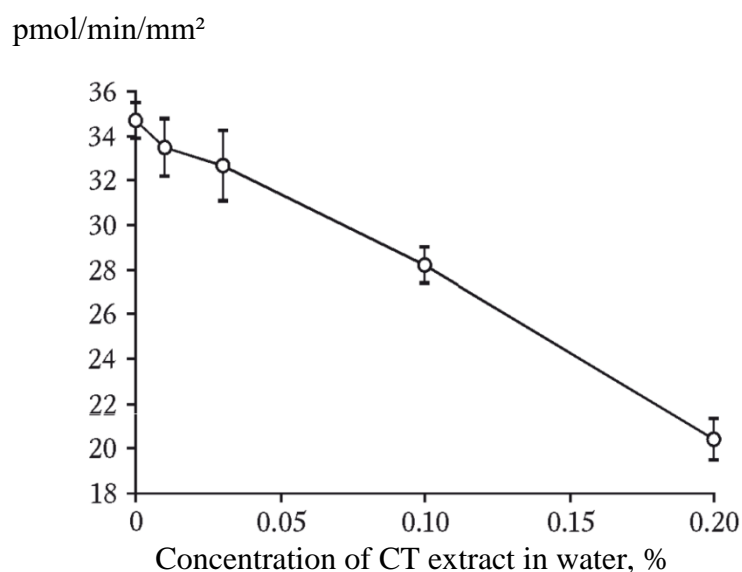
In elderly rats (age over 1 year), ACE activity was significantly increased (by 61%).

Compared to the 10-11-week-old rats, CT extract at concentrations of 0.01-0.03% had little effect on ACE activity (Fig. 4). A noticeable reduction in ACE activity was observed at the concentration of 0.1%, and at a concentration of 0.2%, the ACE activity in aged rats decreased to the level of young rats.



**Figure 3 – The effect of CT extract on ACE activity in the aorta of rats treated with L-NAME for 12 days. p=6. The ACE activity in the aorta of 10-11-week-old control rats was 20.8±0.9 pmol/min/mm<sup>2</sup>**

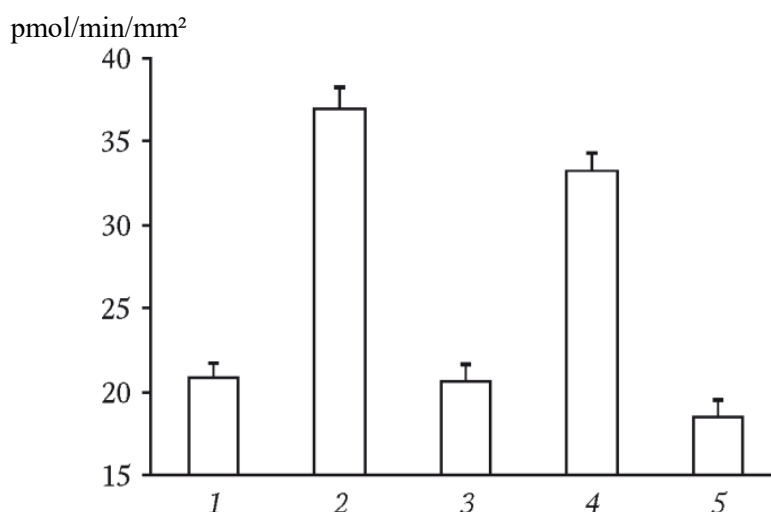
Thus, CT extract added to drinking water at a concentration of 0.2% completely counteracted the increase in ACE activity in the aorta of aged rats and rats receiving the NO synthase inhibitor L-NAME.



**Figure 4 – Effect of CT extract on ACE activity in the aorta of aged (52 weeks old) rats treated for 14 days. n=3-9**

One of the preparations widely used as an anti-atherosclerotic dietary supplement is the flavonoid taxifolin (dihydroquercetin). It was found that taxifolin, similar to CT extract, reduces ACE activity that is increased with age or due to L-NAME consumption. At a concentration of 1 mg/l in the drinking water, taxifolin nullifies the effect of L-NAME and decreases ACE activity in aged rats to the level of young rats (Fig. 5).

It is known that the aboveground part of CT contains 3.4% flavonoids [23,24]. If the percentage of flavonoids remains the same in the dry residue, then in the CT extract containing 10 mg/ml of dry substance, the flavonoid content is 0.34 mg/ml, or 340 mg/l. The development of initial stages of atherosclerosis is prevented when rats consume a 0.2% solution of CT extract, equivalent to a flavonoid concentration of 0.7 mg/l.



**Figure 5 – Effect of taxifolin on ACE activity in rat aorta**

This concentration is comparable to the concentration of taxifolin (1 mg/l), at which its maximum effect is observed.

**Conclusions.** Thus, based on the results of the HPLC-MS/MS analysis, it has been demonstrated that 70% ethanol extracts of *Alhagi Pseudoalhagi* contain more than twenty flavonoids, with a major proportion being composed of *Rhamnetin 3-neohesperidoside* and *Isorhamnetin 3-neohesperidoside*. The obtained results could have potential applications in the production of antioxidant pharmaceutical preparations in the pharmaceutical industry.

Flavonoids from CT appear to be as effective as taxifolin, if not more so, in preventing the initial stages of atherosclerosis in the aorta attributed to increased ACE activity.

### References:

- [1] **Burasheva, G.Sh.**, Rakhimov K.D., Abilov Z.A. Biologically active complexes-alhidin and its pharmacological activity. Almaty, – 2001.
- [2] **Naseri, M.K.G.**, Mard S.A. Gastroprotective effect of *Alhagi maurorum* on experimental gastric ulcer in rats // Pakistan Journal of Medical Sciences, – 2007. – Vol. 23. – №4. – P. 570.
- [3] **Atta, A.H.**, Mounair S.M. Antidiarrhoeal activity of some Egyptian medicinal plant extracts //Journal of Ethnopharmacology, – 2004. – Vol. 92. – №2-3. – P. 303-309.
- [4] **Atta, A.H.**, El-Sooud K.A. The antinociceptive effect of some Egyptian medicinal plant extracts //Journal of ethnopharmacology, – 2004. – Vol. 95. – №2-3. – P. 235-238.
- [5] **Singh, V.P.**, Yadav B., Pandey V.B. Flavanone glycosides from *Alhagi pseudalhagi* //Phytochemistry, – 1999. – Vol. 51. – №4. – P. 587-590.
- [6] **Khushbaktova, Z.A.**, Syrov, V.N., Kuliev, Z., Bashirova, N.S., Shadieva, Z., Gorodeyskaia, E.A., Medvedev, O.S. The effect of proanthocyanidins from *Alhagi pseudoalhagi* (MB) Desv on the course of experimental myocardial infarct //Eksperimental'naia i Klinicheskaia Farmakologiya, – 1992. – Vol. 55. – №6. – P. 19-21.
- [7] **Marashdah, M.S.**, Farraj A.I. Pharmacological activity of 2% aqueous acetic acid extract of *Alhagi maurorum* roots //Journal of Saudi Chemical Society, – 2010. – Vol. 14. – №3. – P. 247-250.
- [8] **Marashdah, M.S.**, Mudawi, B.M., Al-Hazimi, H.M., Abdallah, M.A. New triglyceride and new aliphatic ester from the roots of *Alhagi maurorum* medik //J Saudi Chem Soc, 2006. – Vol. 10. – №2. – P. 367.
- [9] **Marashdah, M.S.**, Mudawi, B.M., Al-Hazimi, H.M., Abdallah, M.A. New aliphatic ketone and new aliphatic ester from the roots of *Alhagi maurorum* medik //J Saudi Chem Soc, – 2006. – Vol. 10. – №3. – P. 509.
- [10] **Choi, H.**, Leto, T.L., Hunyady, L., Catt, K.J., Bae, Y.S., Rhee, S.G. Mechanism of angiotensin II-induced superoxide production in cells reconstituted with angiotensin type 1 receptor and the components of NADPH oxidase //Journal of Biological chemistry, – 2008. – Vol. 283. – №1. – P. 255-267.

- [11] **Griffin, S.A.**, Brown, W.C., MacPherson, F., McGrath, J.C., Wilson, V.G., Korsgaard, N., Lever, A.F. Angiotensin II causes vascular hypertrophy in part by a non-pressor mechanism //Hypertension, – 1991. – Vol. 17. – №5. – P. 626-635.
- [12] **Watanabe, T.**, Barker T.A., Berk B.C. Angiotensin II and the endothelium: diverse signals and effects //Hypertension, – 2005. – Vol. 45. – №2. – P. 163-169.
- [13] **Kim, S.**, Iwao H. Molecular and cellular mechanisms of angiotensin II-mediated cardiovascular and renal diseases //Pharmacological reviews, – 2000. – Vol. 52. – №1. – P. 11-34.
- [14] **Actis-Goretta, L.**, Ottaviani, J.I., Keen, C.L., Fraga, C.G. Inhibition of angiotensin converting enzyme (ACE) activity by flavan-3-ols and procyanidins //FEBS letters, – 2003. – Vol. 555. – №3. – P. 597-600.
- [15] **Saija, A.**, Scalese, M., Lanza, M., Marzullo, D., Bonina, F., Castelli, F. Flavonoids as antioxidant agents: importance of their interaction with biomembranes //Free Radical Biology and Medicine, – 1995. – Vol. 19. – №4. – P. 481-486.
- [16] **Appazov, N.O.**, Narmanova R.A., Makhmutov B.B. et al. // Vestn. nats. eng. acad. Rep. Kazakhstan, – 2003. Vol. 47. - №1. – P. 36 - 42. [in Russian].
- [17] **Korystova, A. F.**, Emel'yanov, M.O., Kublik, L.N., Levitman, M.K., Shaposhnikova, V.V., Kim, Y.A., Korystov, Y.N. Distribution of the activity of the angiotensin-converting enzyme in the rat aorta and changes in the activity with aging and by the action of L-NAME //Age, – 2012. – Vol. 34. – P. 821-830.
- [18] **Burasheva, G.S.** Polyphenols of camel thorn. Abstract of the Candidate of Chemical Sciences. Almaty, – 1981. – P. 24. [in Russian].
- [19] **Zapesochnaja, G.G.** Strukturnyj analiz prirodnyh flavonoidnyh glikozidov i ih acil-proizvodnyh. //Sbornik nauchnyh trudov VILR, - M., VILAR, – 1983. – S. 53-77. [in Russian].
- [20] **Danielev, P.D.**, Nikolaeva N.I., Leus D.G. Flavonoids of the aboveground part of the camel thorn. Actual problems of pharmaceutical science and practice. Abstracts of reports of the 1st Congress of Pharmacists of Turkmenistan, Ashgabat, – 1976. – P.178-181.
- [21] **Islambekov, S.Y.**, Mirzakhidov, K.A., Karimdzhanov, A.K., Ishbaev, A.I. Catechins and proanthocyanidins of Alhagi pseudoalhagi //Chemistry of Natural Compounds, – 1982. – Vol. 18. – №5. – P. 620-621.
- [22] **Aljukina, L.S.** Flavonodonosnye i tanidonosnye rasteniya Kazahstana. Almaty: Nauka, 1977. – 150 s. [in Russian].
- [23] **Burasheva, G.S.**, Rakhimov K.D., Abilov Z.A. Biologically active complexes-alhidin and its pharmacological activity, – 2001.
- [24] **Svistunova, S.V.** Voprosy Farmakologii Farmatsii, Tashkent, – 1976. – Vol. 4. – P. 78-79.

## Литература:

- [1] **Бурашева, Г.Ш.**, Рахимов К.Д., Абилов Ж.А. Биологически активный комплекс — алхидин и его фармакологическая активность. Алматы, – 2001.
- [2] **Naseri, M.K.G.**, Mard S.A. Gastroprotective effect of Alhagi maurorum on experimental gastric ulcer in rats // Pakistan Journal of Medical Sciences, – 2007. – Vol. 23. – №4. – P. 570.
- [3] **Atta, A.H.**, Mounair S.M. Antidiarrhoeal activity of some Egyptian medicinal plant extracts //Journal of Ethnopharmacology, – 2004. – Vol. 92. – №2-3. – P. 303-309.
- [4] **Atta, A.H.**, El-Sooud K.A. The antinociceptive effect of some Egyptian medicinal plant extracts //Journal of ethnopharmacology, – 2004. – Vol. 95. – №2-3. – P. 235-238.
- [5] **Singh, V.P.**, Yadav B., Pandey V.B. Flavanone glycosides from Alhagi pseudalhagi //Phytochemistry, – 1999. – Vol. 51. – №4. – P. 587-590.
- [6] **Khushbaktova, Z.A.**, Syrov, V.N., Kuliev, Z., Bashirova, N.S., Shadieva, Z., Gorodeyskaia, E.A., Medvedev, O.S. The effect of proanthocyanidins from Alhagi pseudoalhagi (MB) Desv on the course of experimental myocardial infarct //Eksperimental'naiya i Klinicheskaiya Farmakologiya, – 1992. – Vol. 55. – №6. – P. 19-21.
- [7] **Marashdah, M.S.**, Farraj A.I. Pharmacological activity of 2% aqueous acetic acid extract of Alhagi maurorum roots //Journal of Saudi Chemical Society, – 2010. – Vol. 14. – №3. – P. 247-250.
- [8] **Marashdah, M.S.**, Mudawi, B.M., Al-Hazimi, H.M., Abdallah, M.A. New triglyceride and new aliphatic ester from the roots of Alhagi maurorum medik //J Saudi Chem Soc, – 2006. – Vol. 10. – №2. – P. 367..

- [9] **Marashdah, M.S.**, Mudawi, B.M., Al-Hazimi, H.M., Abdallah, M.A. New aliphatic ketone and new aliphatic ester from the roots of *Alhagi maurorum medik* // *J Saudi Chem Soc*, – 2006. – Vol. 10. – №3. – P. 509..
- [10] **Choi, H.**, Leto, T.L., Hunyady L., Catt K.I., Bae Y.S., Rhee S.G. Mechanism of angiotensin II-induced superoxide production in cells reconstituted with angiotensin type 1 receptor and the components of NADPH oxidase // *Journal of Biological chemistry*, – 2008. – Vol. 283. – №1. – P. 255-267.
- [11] **Griffin, S.A.**, Brown, W.C., MacPherson, F., McGrath, J.C., Wilson, V.G., Korsgaard, N., Lever, A.F. Angiotensin II causes vascular hypertrophy in part by a non-pressor mechanism // *Hypertension*, – 1991. – Vol. 17. – №5. – P. 626-635.
- [12] **Watanabe, T.**, Barker T.A., Berk B.C. Angiotensin II and the endothelium: diverse signals and effects // *Hypertension*, – 2005. – Vol. 45. – №2. – P. 163-169.
- [13] **Kim, S.**, Iwao H. Molecular and cellular mechanisms of angiotensin II-mediated cardiovascular and renal diseases // *Pharmacological reviews*, – 2000. – Vol. 52. – №1. – P. 11-34.
- [14] **Actis-Goretta, L.**, Ottaviani, J.I., Keen, C.L., Fraga, C.G. Inhibition of angiotensin converting enzyme (ACE) activity by flavan-3-ols and procyanidins // *FEBS letters*, – 2003. – Vol. 555. – №3. – P. 597-600.
- [15] **Saija, A.**, Scalese, M., Lanza, M., Marzullo, D., Bonina, F., Castelli, F. Flavonoids as antioxidant agents: importance of their interaction with biomembranes // *Free Radical Biology and Medicine*, – 1995. – Vol. 19. – №4. – P. 481-486.
- [16] **Аппазов, Н.О.**, Нарманова Р.А., Махмутов Б.Б. и др. // *Вестн. нац. инж. акад. Респ. Казахстан*, – 2003. Т. 47. № 1. – С. 36 - 42.
- [17] **Korystova, A. F.**, Emel'yanov, M.O., Kublik, L.N., Levitman, M.K., Shaposhnikova, V.V., Kim, Y.A., Korystov, Y.N. Distribution of the activity of the angiotensin-converting enzyme in the rat aorta and changes in the activity with aging and by the action of L-NAME // *Age*, – 2012. – Vol. 34. – P. 821-830.
- [18] **Бурашева, Г.Ш.** Полифенолы верблюжьей колючки. Автореферат канд. хим. наук. Алматы, – 1981. – С. 24.
- [19] **Запесочная, Г.Г.** Структурный анализ природных флавоноидных гликозидов и их ацил-производных. // *Сборник научных трудов ВИЛР*, – М., ВИЛАР, – 1983. – С. 53-77.
- [20] **Дениелев, П.Д.**, Никляева Н.И., Леус Д.Г. Флавоноиды надземной части верблюжьей колючки. Актуальные проблемы фармацевтической науки и практики. Тезисы докладов 1-съезда фармацевтов Туркмении, Ашхабад, – 1976. – С.178-181.
- [21] **Исламбеков, Ш.Ю.**, Мирзахидов А.К., Каримджанов А.К., Ишбаев А.И. Катехины и проантоцианидины *Alhagi pseudoalhagi*. // *Химия природных соединений*, – 1982. №5. С.620-621.
- [22] **Алюкина, Л.С.** Флавонодоносные и танидоносные растения Казахстана. Алматы: Наука, – 1977. – 150 с.
- [23] **Burashева, G.S.**, Rakhimov K.D., Abilov Z.A. Biologically active complexes-alhidin and its pharmacological activity, – 2001.
- [24] **Svistunova, S.V.** *Voprosy Farmakologii Farmatsii*, Tashkent, – 1976. – Vol. 4. – P. 78-79.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ ВЕРБЛЮЖЬЕЙ КОЛЮЧКИ И ИХ АКТИВНОСТЬ ПРИ СНИЖЕНИИ АНГИОТЕНЗИНПРЕВРАЩАЮЩЕГО ФЕРМЕНТА

**Ниязова Д.Ж.<sup>1</sup>**, магистр  
**Еспанова И.Д.<sup>1</sup>**, магистр  
**Молданазар А.А.<sup>1</sup>**, инженер  
**Любчик С.И.<sup>2</sup>**, PhD, профессор  
**Аппазов Н.О.<sup>1</sup>**, кандидат химических наук, профессор

<sup>1</sup>*Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

<sup>2</sup>*Университет Лузофона, г. Лиссабон, Португалия*

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию полифенольных соединений в экстрактах верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi*. Методами УФ-спектрофотометрии и ВЭЖХ-МС/МС

определены состав и содержание флавоноидов в экстрактах верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi*. С помощью оптической спектроскопии установлены характерные для флавоноидов полосы поглощения. Получены данные о составе веществ в экстракте методом ВЭЖХ-МС/МС. Полуколичественный анализ флавоноидов проведен методом добавления внутреннего стандарта - рутина. В 70% этанольном экстракте обнаружено более двадцати флавоноидов. Мажорное количество приходится на *Rhamnetin 3-neohesperidoside* и *Isorhamnetin 3-neohesperidoside*. Полученные результаты могут найти применение при изготовлении антиоксидантных лекарственных препаратов в фармацевтической промышленности. Сравнение эффектов экстракта верблюжьей колючки с флавоноидом таксифолином показало, что экстракт не менее эффективно, чем таксифолин, предотвращает начальные стадии атеросклероза аорты, обусловленные увеличением активности ангиотензинпревращающего фермента. При концентрации экстракта 0,2% активность ангиотензинпревращающего фермента у пожилых крыс и животных, получавших ингибитор NO-синтазы, снижается до значений молодых контрольных крыс.

**Ключевые слова:** ангиотензинпревращающий фермент, аорта, возраст, ингибитор NO-синтазы, флавоноиды.

## ТҮЙЕ ЖАНТАҚТЫҢ ФЛАВОНОИДТАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АНГИОТЕНЗИНДІ ТҮРЛЕНДІРЕТІН ФЕРМЕНТТІ ТӨМЕНДЕТУДЕГІ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Ниязова Д.Ж.<sup>1</sup>, магистр  
Еспанова И.Д.<sup>1</sup>, магистр  
Молданазар А.А.<sup>1</sup>, инженер  
Любчик С.И.<sup>2</sup>, PhD, профессор  
Аппазов Н.О.<sup>1</sup>, химия ғылымдарының кандидаты, профессор

<sup>1</sup>Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Лузофон университеті, Лиссабон қ., Португалия

**Андатпа.** Мақала *Alhagi pseudoalhagi* жантақ шөбі сығындысындағы полифенолды косылыстарды зерттеуге арналған. УК-спектрофотометрия және ТЖСХ-МС/МС әдістерімен *Alhagi pseudoalhagi* жантақ шөбі сығындысы құрамындағы флавоноидтардың құрамы мен мөлшері анықталды. Оптикалық спектроскопия көмегімен флавоноидтарға тән жұтылу жолақтары анықталды. Сығындының құрамы жайлы мәлімет ТЖСХ-МС/МС әдісі көмегімен алынды. Флавоноидтардың жартылай сандық анализі ішкі стандарт - рутинді қосу арқылы іске асырылды. 70%-дық этанолды сығындыда жиырмадан аса флавоноидтар табылды. Негізгі мөлшер *Rhamnetin 3-neohesperidoside* және *Isorhamnetin 3-neohesperidoside-ke* тиесілі. Алынған мәліметтер фармацевтикалық өнеркәсіпте антиоксидантты дәрілік препараттарды алу үшін қолданыс табуы мүмкін. Түйе жантақ сығындысының флавоноидты таксифолинмен әсерін салыстыру сығындының таксифолиннен кем емес тиімділігі ангиотензин түрлендіретін фермент белсенділігінің артуына байланысты аорта атеросклерозының бастапқы кезеңдерін болдырмайтынын көрсетті. 0,2% сығынды концентрациясында егде жастағы егеуқұйрықтар мен NO-синтаза ингибиторымен емделген жануарлардағы ангиотензин түрлендіретін ферменттің белсенділігі жас бақылау егеуқұйрықтарының мәндеріне дейін төмендейді.

**Тірек сөздер:** ангиотензинді түрлендіретін ферменті, қолқа, жасы, NO-синтаза ингибиторы, флавоноидтар.



## STUDY OF OIL DEGRADATION IN OIL-CONTAMINATED SOIL DURING PURIFICATION USING A BIOLOGICAL PRODUCT

**Zhapparbergenov R.U.**, master of technical sciences

ulagat-91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0567-3226>

**Niyazova D.Zh.**, master of Pedagogical Sciences

din\_bota.87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2698-1209>

**Espanova I.D.**, master of Natural Sciences

indirka.25@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0721-1794>

**Bekkhozhaev M.G.**, student

mbekkhozhaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2108-797X>

**Toibazarova A.B.**, master of Pedagogical Sciences

toibazarova2002@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9902-2546>

**Appazov N.O.**, Candidate of Chemical Sciences

[nurasar.82@mail.ru](mailto:nurasar.82@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8765-3386>

*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Kazakhstan*

**Annotation.** During a scientific study, a laboratory experiment was conducted to investigate the degradation of oil by various microorganisms in a liquid mineral medium containing 2% oil. This experiment was conducted at temperatures of 24°C and 5°C for a duration of 10 days. Using infrared spectroscopy (IR spectroscopy), the degree of oil decomposition by each microorganism was determined. Based on these data, four associations of microorganisms were created, which proved to be effective in breaking down oil hydrocarbons.

Using gravimetry and IR spectrometry, the degree of oil biodegradation by these microorganism associations was assessed, ranging from 30% to 70%.

Based on the data obtained regarding microbial associations, a new bio-preparation was developed, containing the Pseudomonas sp. K3-H strain and two Rhodococcus strains (F2/2-H4, F2/1-H4).

Subsequently, fieldwork was conducted on the premises of oil waste of the company "TOO Company – Daulet Asia." Over a period of 12 weeks, the population of oil-degrading microorganisms at the oil-contaminated site reached the required level, resulting in an 89.67% reduction in the amount of oil. It is worth noting that the ambient temperature varied from 05 to 39°C during the day and from 0 to 24°C at night during this period.

The results of the field studies demonstrated the effectiveness of the developed bio-preparation based on the Rhodococcus erythropolis KZ1, Rhodococcus erythropolis KZ2, and Pseudomonas putida KZ3 strains.

Thus, the proposed bioremediation strategy utilizing the developed bio-preparation successfully passed the testing phase at the landfill of "TOO Company - Daulet Asia" in the Kyzylorda region of the Republic of Kazakhstan.

**Keywords:** petroleum products, biological products, Infrared spectrometry, chromatographic analysis, soil remediation in the presence of oil contamination, gravimetric measurements.

**Introduction.** Over the past years, multiple collaborative teams comprising members from the Institute of Microbiology and Virology and Korkyt Ata Kyzylorda State University in Kazakhstan have been actively engaged in studying oil-degrading microorganisms and devising bioremediation techniques for oil-contaminated soil.

Work has been carried out to isolate from the soils of various oil fields [1] and further studied strains capable of utilizing oil hydrocarbons (Identification of strains and determination of their biochemical and related characteristics through the application of classical microbiological techniques as well as molecular biology methods) [1-3]. In work [1] carried out monitoring of phytotoxicity of 45 decomposer strains when applied to radish seeds *Raphanus sativus*.

To cultivate and determine the boundaries of soil cycles, the authors used fish peptone agar (heterotrophic and spore-forming bacteria), starch-ammonia agar (actinomycetes and nitrifying-denitrifying agents), Voroshilova-Dianova agar medium with oil (orogen-oxidizing), European chapeka (filamentous fungi) [3].

The oil-degrading reactions, which have been identified, span across various taxonomic categories. These include actinobacteria, some of which were previously categorized under the marine species *Dietzia maris* (originating from Kazakhstan soil), as well as  $\gamma$ -proteobacteria such as pseudomonads and a member of the *Enterobacter* genus. Additionally, it has been demonstrated that the sulfur-oxidizing chemoautotroph *Tetrathibacter minigarde*, isolated in this study, possesses the capability to utilize hydrocarbons [2].

Based on the study of the identified oil-destructive techniques, compounds consisting of two to four strains are successfully adapted, which effectively utilize oil under conditions of a cultivation period of two weeks [4].

The results obtained by Kebekbaeva et al. [3] showed the possibility of the most acceptable methods of storing oil-oxidizing procedures while preventing losses in terms of integrity and their cultural characteristics: when placed beneath a layer of mineral oil and within a 10% glycerol layer at lower temperatures..

During the experimental process, the presence of oil was assessed using gravimetric techniques (a weight-based method) [5-9], as well as gas chromatography [5,1,2] and gas-liquid chromatography [4]. Mukhamedova and her colleagues utilized chromatography-mass spectrometry to track the changes in the levels of petroleum hydrocarbons, specifically alkanes, arenes, and naphthenes, within the soil as they underwent degradation.

In their study, Kazakh researchers employed the established technique of bioaugmentation. After isolating the strains, they treated their biomass and subsequently applied it in laboratory experiments focusing on oil biodegradation within soil microcosms, spanning a period of two months [3,6,10]. They further extended this bioremediation process to field conditions, conducting a three-month-long experiment [7].

Research was conducted to monitor the fluctuations in the overall population of soil microorganisms and their respective categories, along with examining alterations in the soil's biochemical indicators, specifically dehydrogenase and urease activity [3,8]. It was demonstrated that numerous groups of soil microorganisms, including spore-forming bacteria, filamentous fungi, actinomycetes, and oil-degrading microorganisms, experienced an increase in numbers following the application of a complex organomineral fertilizer (comprising manure, bird droppings, nitroammophosphate, and ammonium nitrate) to oil-contaminated soil. This phenomenon was observed both in laboratory soil microcosms [9] and under field conditions [8] within the Akshabulak field in the Kyzylorda region. As a result of these experiments, the optimal quantity of fertilizer to be applied to the soil was determined.

The impact of employing crushed zeolite aluminosilicate in bioremediation was investigated in both laboratory [10] and microfield [4] settings. The research revealed its beneficial influence on altering the microbiocenosis structure and enhancing the extent of soil purification from oil. Moreover, the study determined the appropriate dosage and particle size of zeolite fractions to achieve these effects.

In reference to publication [11], it addresses the prevailing environmental challenges in areas associated with oil and gas industry facilities, particularly those related to soil contamination by oil and petroleum products. The proposed solution to address these environmental issues involves the utilization of biological technologies that rely on microbial bioproducts derived from the active biomass of microorganisms capable of oxidizing hydrocarbons.

The influence of phosphate-mobilizing bacteria on the respiratory and enzymatic activity of soil has been studied. It has been demonstrated that the incorporation of phosphate-mobilizing bacteria into the soil has a positive effect on the biological activity of the soil, activating its enzymatic activity (dehydrogenase activity increases by 1.5-2.0 times, catalase - 1.7-2.2 times),

and increasing it by 5- 8 times the intensity of soil respiration, which has a positive effect on soil fertility [12].

The researchers have investigated that introducing active microbial cultures with the capability to oxidize aliphatic, aromatic, and other hydrocarbons into contaminated soil typically results in expediting the soil remediation process and allows for maintaining the stability of biological decomposition at a relatively affordable cost [13,14].

It has been established that phytoremediation techniques are employed when soil contamination levels are relatively low and serve as the concluding phase of the purification process. These methods involve planting suitable grass varieties, which, during their growth, activate the soil microflora, leading to the mineralization of petroleum hydrocarbons. This approach is supplementary in nature and is applied when concluding the restoration of oil-contaminated soils [15-18].

The authors of [19] cleaned soil polluted with oil through the process of composting. The effectiveness of selected cultivation conditions for improving the rate for the enhancement of soil microflora and soil self-purification processes, and the effectiveness of composting in the environmental conditions of the Kyzylorda region have been shown.

Work [20] shows the effectiveness of cleaning soil from the vicinity of the Kumkol field in the Kyzylorda region, contaminated with up to 10% oil, during simulated composting in containers with the inclusion of wheat straw and mineral salts, the ideal mineral additives and their concentrations were chosen, and the most effective quantity of baking powder (wheat straw) was determined..

Microbiological and biochemical characteristics of soils were investigated under varying levels of oil contamination to evaluate their inherent self-cleaning capacity. During the self-purification process of oil-contaminated soils, there is an augmentation in the microorganism population, coupled with heightened respiration rates and increased lipase activity, signifying an enhancement in the biodegradation of oil constituents within the soil's microflora [21].

The authors [22] examined the ecological toxicity of oil-contaminated soils in Kazakh oil fields (Zhanatalap, Kumkol, and Aktas) by employing four established biotest systems. A good correlation was established between the reaction of test organisms and oil content for most of the studied samples.

**Research methods and materials.** Field work was carried out using a biological product developed by us in accordance with our development (Patent from the Republic of Kazakhstan, Invention No. 33715, for the consortium of bacterial strains designed to remediate oil and petroleum product contamination in soils and water under harsh continental and hot arid climate conditions. Published in Bulletin No. 25 on June 21, 2019) . Based on the analysis of previously obtained results, a prototype biological product was selected for work, consisting of the *Pseudomonas* K3-H strain and two *Rhodococcus* strains F2/1-H4, F2/2-H4.

Qualitative determination of soils for oil contamination was carried out using the IR spectrometric method.

The concentration of oil in the polluted soil was assessed using the established gravimetric technique [23].

The analysis of the hydrocarbon composition of oil in soil samples was carried out utilizing a gas chromatography-mass spectrometer, following the procedure outlined in [24].

IR spectra of hydrocarbons are characterized by the appearance of absorption bands caused by C–C and C–H bonds. The distinctive hydrocarbon bands, corresponding to the characteristic C-H frequencies linked to methyl, methylene, and methine groups, are identified within three distinct regions:  $3000-2800\text{ cm}^{-1}$ ,  $1400-1300\text{ cm}^{-1}$  and about  $700\text{ cm}^{-1}$  [25].

IR spectra of oil-contaminated samples were recorded on an IR-Fourier spectrometer IR Prestige-21 from Shimadzu (Japan).

Gas chromatographic determination of the total content of petroleum products in the soil, including extraction of controlled components with hexane, separation of polar compounds on an

aluminum oxide column, concentration and analysis of the resulting extract was carried out using an Agilent 7890A/5975C gas chromatography-mass spectrometer (USA).

Gas chromatographic determination of the total content of hydrocarbons in oil-contaminated soil when programming the temperature of the separation column makes it possible to study in detail the composition of petroleum hydrocarbons.

Chromatographic analysis was carried out according to the procedure given in [26].

**Results and discussion.** For field testing, an area of 3600 m<sup>2</sup> was selected for treatment with a biological product, with soil contamination of 6.97 oil, g/kg of soil.

1. To activate the dry biological product, 9 kg of dry biological product with a microbial population of 8.0×10<sup>10</sup> CFU/g was dissolved in a container. in 1000 liters of fresh water (per 3600 m<sup>2</sup>), 1.25 g of NaCl and 250 g of nitroammophoska were added. Add 10 liters of diesel fuel and mix thoroughly;

2. Activation of the biological product was ensured by aeration (bubbling with a compressor, 20 l/min) for 14-18 hours. The diluted drug was used within 24 hours after complete activation;

3. On the date of administering the biological product, 8 kg of nitroammophoska (10 g/m<sup>2</sup>) was dissolved in 1000 liters of fresh water;

4. Plowed areas for natural soil aeration;

5. After this, 5 kg/m<sup>2</sup> of cow manure was added to the soil as an organic fertilizer;

6. Suspensions of the biological product and dissolved nitroammophosphate were mixed in a container (Eurocube). Then the total volume in the container was increased to 1000 liters by adding 5 liters of fresh water;

7. 1000 liters of the resulting suspension were applied to an area of 3600 m<sup>2</sup>.

After applying fertilizers, the level of soil contamination by oil was 5.46 g/kg.

To assess both the total microorganism count and the diesel fuel concentration, samples of 1 gram and 5 grams, respectively, were collected every two weeks from five distinct soil locations, as outlined in Table 1. After 2 weeks, the biological product was re-applied without nitroammophosphate.

**Table 1 – Residual oil content and the degree of its loss during field tests**

Date	Association of strains KZ1, KZ2, KZ3		Date	Ambient temperature, °C
	Residual quantity, g/kg	Loss, %		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
13.08.2022 before fertilization	6,97	0,00	13.08	37 (23) sunny
			14.08	37 (23) sunny
13.08.2022 after fertilization. Biopreparation treatment	5,46	21,67	15.08	37 (24) sunny
			16.08	34 (21) sunny
			17.08	32 (20) sunny
			18.08	31 (18) sunny
			19.08	32 (18) sunny
			20.08	25 (18) sunny
			21.08	26 (14) sunny
			22.08	29 (15) sunny
			23.08	31 (16) sunny
			24.08	32 (17) sunny
			25.08	30 (19) sunny
			26.08	31 (17) sunny
27.08.2022 sampling and biological altreatment	4,60	34,00	27.08	33 (18) sunny
			28.08	35 (20) sunny
			29.08	36 (22) sunny
			30.08	36 (20) partly cloudy
			31.08	37 (19) sunny
			01.09	38 (20) sunny

1	2	3	4	5
			02.09 03.09 04.09 05.09 06.09 07.09 08.09 09.09	39 (20) sunny 39 (23) sunny 39 (23) sunny 39 (23) sunny 38 (24) sunny 23 (17) partly cloudy 24 (14) 26 (12)
10.09.2022 samplingandwatering	4,04	42,04	10.09 11.09 12.09 13.09 14.09 15.09 16.09 17.09 18.09 19.09 20.09 21.09 22.09 23.09	26 (13) partly cloudy 17 (11) partly cloudy 20 (10) sunny 24 (10) sunny 26 (12) sunny 25 (14) sunny 26 (11) sunny 27 (12) sunny 27 (13) sunny 29 (14) sunny 31 (16) sunny 31 (17) sunny 32 (16) sunny 33 (17) sunny
24.09.2022 samplingandwatering	3,20	54,09	24.09 25.09 26.09 27.09 28.09 29.09 30.09 01.10 02.10 03.10 04.10 05.10 06.10 07.10	33 (18) sunny 34 (18) sunny 23 (19) sunny 20 (10) partly cloudy 18 (13) sunny 16 (06) sunny 19 (12) partly cloudy 13 (06) sunny 13 (09) sunny 15 (11) sunny 17 (11) sunny 18 (07) sunny 18 (11) sunny 21 (11) partly cloudy
08.10.2022 samplingandwatering	2,32	66,71	08.10 09.10 10.10 11.10 12.10 13.10 14.10 15.10 16.10 17.10 18.10 19.10 20.10 21.10	19 (06) sunny 17 (09) sunny 17 (12) sunny 17 (08) sunny 18 (08) sunny 22 (12) sunny 18 (08) sunny 18 (08) partly cloudy 19(09) sunny 15 (09) partly cloudy 13 (04) sunny 13 (08) partly cloudy 16 (08) partly cloudy 18 (16) sunny
22.10.2022 samplingandwatering	1,46	79,05	22.10 23.10 24.10 25.10 26.10 27.10	20 (08) rain 10 (03) partly cloudy 10 (08) partly cloudy 11 (09) cloudy 12 (07) cloudy 07 (0) sunny

1	2	3	4	5
			28.10	08 (02) partly cloudy
			29.10	12 (09) partly cloudy
			30.10	12 (04) cloudy
			31.10	09 (05) sunny
			01.11	15 (16) sunny
			02.11	09 (06) partly cloudy
			03.11	12 (06) sunny
			04.11	13 (04) partly cloudy
05.11.2022 Lastsampling	0,72	89,67	05.11	05(03) sunny

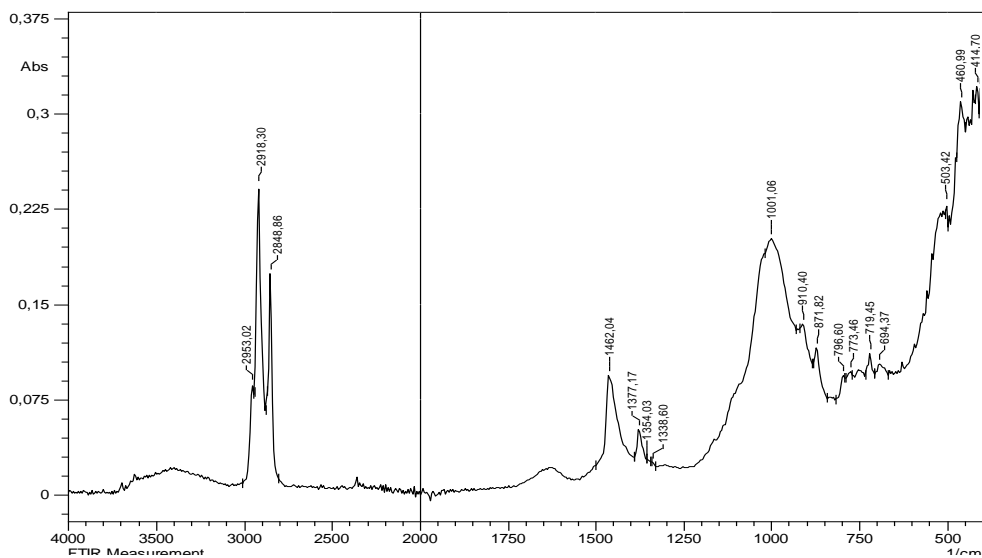
Over 12 weeks of field work, the loss of oil in the area with the biological product was 89.67%. Thus, the effectiveness of our biological product has been demonstrated.

To evaluate both the overall microorganism count and the oil content, representative samples weighing 1 gram and 5 grams, respectively, were collected from 3-4 distinct soil regions every 4 weeks. The 1-gram samples were suspended in 9 ml of phosphate buffer and thoroughly mixed using a Paramix 2 mixer (Germany) for 1 minute at room temperature. After proper standard dilutions, these suspensions were plated onto dishes containing nutrient-rich medium and minimal Evans medium with the inclusion of diesel fuel. The dishes were incubated at 24°C for 3-7 days. The number of colony-forming units was calculated per 1 g of dry soil (Table 2).

**Table 2 – Change in the number of microorganisms in the soil**

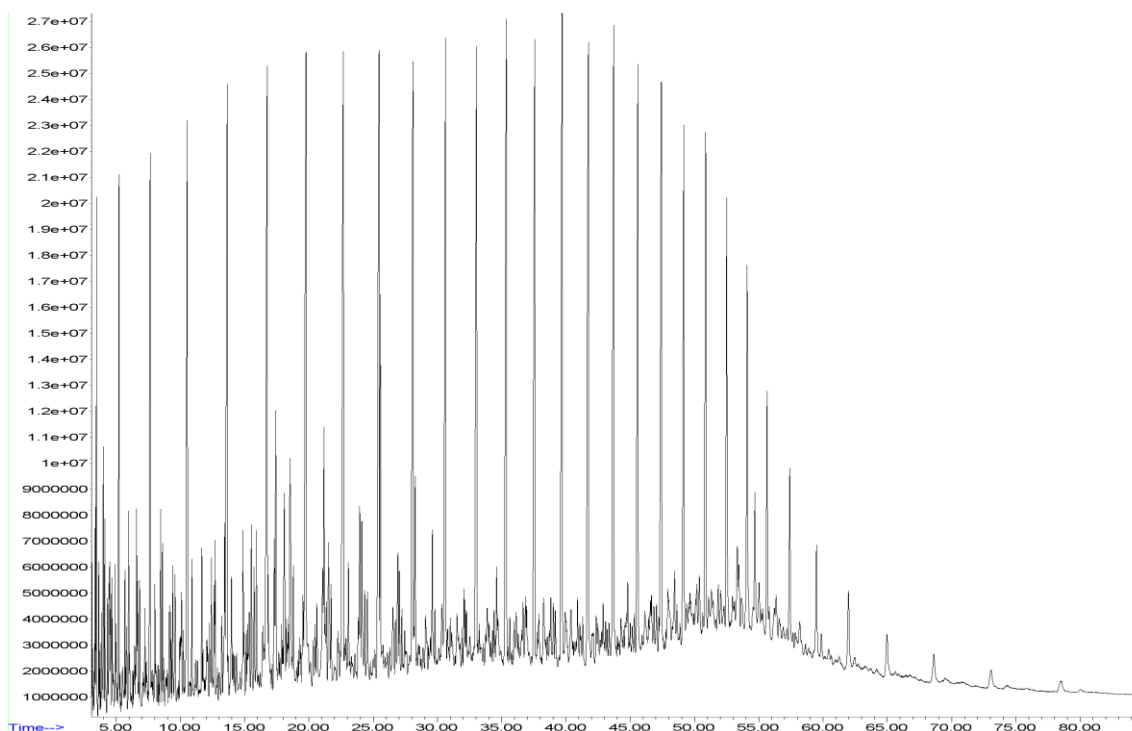
Date	Biologicalproduct	
	Total number, CFU/g of soil	Number of destructors, CFU/g of soil
10.09.2022	$1,3 \times 10^8$	$9,8 \times 10^7$
08.10.2022	$4,9 \times 10^7$	$8,8 \times 10^6$
05.11.2022	$1,8 \times 10^8$	$5,2 \times 10^6$

The infrared (IR) spectrum of the analyzed samples displays distinct absorption bands within the ranges of 2953-2848  $\text{cm}^{-1}$ , 1398-1377  $\text{cm}^{-1}$ , and 694-761  $\text{cm}^{-1}$ . These bands are indicative of the presence of petroleum hydrocarbons in the soil. The IR spectra for the samples in question are illustrated in Figure 1. This observation establishes a foundation for quantitatively assessing the degree of soil contamination by oil.



**Figure 1 – IR spectrum of oil-contaminated soil at the Kumkol field**

Chromatography conditions for analyzing oil isolated from soil: mobile phase (carrier gas) – helium; evaporator temperature 350°C, flow discharge (Split) – 30:1; column thermostat was initially set at 70°C, with a gradual temperature increase of 4°C per minute. The final temperature was reached at 290°C and maintained at this level for 30 minutes. The entire analysis procedure took a total of 85 minutes. The ionization mode employed by the mass detector utilized the electron impact method. A capillary chromatographic column of type HP-5MS was utilized, featuring a column length of 30 meters and an internal diameter of 0.25 mm, stationary phase – dimethylpolysiloxane (95%), diphenylpolysiloxane (5%). Figure 2 shows a chromatogram of the studied oil extracted from contaminated soils.



**Figure 2 – Chromatogram of hydrocarbons isolated from oil-contaminated soil of the Kumkol field**

**Conclusion.** As a result of the fermentations, a liquid form of the biological product was obtained, consisting of the *Pseudomonas putida* strain KZ3 and two strains of *Rhodococcus erythropolis* KZ1 and KZ2 with the number of microorganisms in the culture liquid  $8.3 \times 10^{10}$  CFU/ml, where  $7.0 \times 10^9$  (*Pseudomonas putida*) and  $8.2 \times 10^{10}$  CFU/ml (*Rhodococcus* sp.).

The presence of oil contamination in the soil was studied using infrared spectrometry. In the studied soil samples, characteristic absorption bands are observed in the regions of  $2953-2848 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1398-1377 \text{ cm}^{-1}$  and  $694-761 \text{ cm}^{-1}$ , which indicates the presence of petroleum hydrocarbons in the soil. This provides a prerequisite for quantitative gravimetric determination of the level of soil contamination with oil.

Based on the findings from the chromatographic analysis, it was determined that the oil extracted from the polluted soil of the Kumkol field (Turgai Petroleum JSC) comprises 80.10% alkanes (of which 70.06% are unbranched, 10.04% branched), 6.10% naphthenes and 5.90% of arenas.

As a result of field studies, it was found that the drug has high activity for cleaning oil pollution in soil and over 12 weeks of testing, the residual amount of oil in oil-contaminated soil decreased from 6.97 g/kg to 0.72 g/kg.

## References:

- [1] **Fajzulina, E.R.**, Auezova O.N., Tatarkina L.G., Svirko E.A., Dauletova A.A., Ajtkel'dieva S.A. Nefteokislyayushchaya aktivnost' i identifikaciya mikroorganizmov, vydelennyh iz Kaspijskogo morya // Izvestiya NAN RK. Seriya biologicheskaya i medicinskaya. – №3 (303), – 2014. – S. 25-29 [in Russian].
- [2] **Kebekbaeva, K.M.**, Dzhakibaeva G.G., Dzhobulaeva A.K. Fiziologo-biohimicheskie svojstva nefteokislyayushchih bakterij pri hranenii razlichnymi metodami // Mikrobiologiya zhəne virusologiya. – №1. – V.4, – 2014. – S. 39-42 [in Russian].
- [3] **Idrisova, U.R.**, Idrisova D.ZH., Musaldinov T.B., Auezova O.N., Ashykbayev N.S., Kabdenov ZH.M., Ajtkel'dieva S.A., Sadanov A.K. Izuchenie stepeni ochistki neftezagryaznennoj pochvy pod vozdejstviem ceolita i aktivnyh nefteokislyayushchih mikroorganizmov // Mikrobiologiya zhəne virusologiya, – 2014a. – №1. – V.4 – S. 46-50. [in Russian].
- [4] **Ajtkel'dieva, S.A.**, Fajzulina E.R., Auezova O.N., Tatarkina L.G., Spankulova G.A., Sadanov A.K. Aktivnye associacii nefteokislyayushchih mikroorganizmov, vydelennyh iz zagryaznennyh pochv mestorozhdeniya Kumkol' // Mikrobiologiya zhəne virusologiya, – 2013. – №4. – S.11-14. [in Russian].
- [5] **Muhamedova, N.S.**, Islambekuly B., Idrisova D.T., Tapalova A.S., ZHumadilova ZH.SH., Appazov N.O., SHorabaev E.ZH. Izuchenie destrukcii nefi pri obrabotke organomineral'nymi udobreniyami neftezagryaznennoj pochvy // Izvestiya NAN RK. Seriya himii i tekhnologii, – 2014. – №4(406). – S. 39-43 [in Russian].
- [6] **Idrisova, D.T.**, Muhamedova N.S., ZHumadilova ZH.SH., Abdieva K.M., SHorabaev E.ZH., Sadanov A.K. Issledovanie processov bioremediacii pochv s raznoj stepen'yu neftezagryazneniya Kyzylordinskoj oblasti v polevyh usloviyah // Fundamental'nye issledovaniya, – 2014b №12. – S. 1669-1671 [in Russian].
- [7] **Idrisova, D.T.**, Muhamedova N.S., ZHumadilova ZH.SH., SHorabaev E.ZH., Sadanov A.K. Vliyanie organomineral'nyh udobrenij na bioremediaciyu neftezagryaznennyh pochv // Fundamental'nye issledovaniya, – 2014c. – №9. – S. 2246-2249 [in Russian].
- [8] **Idrisova, D.T.**, Muhamedova N.S., ZHusupova B.K., ZHumadilova ZH.SH., SHorabaev E.ZH. Izuchenie vliyaniya organomineral'nyh udobrenij na ochistku pochv s raznoj stepen'yu neftezagryazneniya v laboratornyh usloviyah // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, – 2014. – №6. URL: [www.science-education.ru/120-16564](http://www.science-education.ru/120-16564) (data obrashcheniya 29.10.2015) [in Russian].
- [9] **Idrisova, U.R.**, Musaldinov T.B., Auezova O.N., Myrzadauleutova I.T., Kurmanbaev A.A., Ajtkel'dieva S.A., Idrisova D.ZH., Sadanov A.K. Opredelenie optimal'noj dozy i frakcii ceolita dlya uvelicheniya aktivnosti mikroflory neftezagryaznennoj pochvy // Mikrobiologiya zhəne virusologiya, – 2013. – №1-2. V.1. – S. 21-25 [in Russian].
- [10] **Soprunova, O.B.**, Akzhigitov A.SH., Kaziev A.A. Mikrobnye biotekhnologii remediacii (ochistka) pochv, zagryaznennyh nef'tyu i nefteproduktami na territorii Atyrauskoj oblasti // Molodoye uchenyj, – 2014. – №20. – S. 41-43 [in Russian].
- [11] **Smirnova, I.E.**, Galimbaeva R.SH., Sultanova A.ZH., Sabdenova A.A. Vliyanie fosfatmobiliziruyushchih bakterij na biologicheskuyu aktivnost' pochv // Izvestiya NAN RK. Seriya biologicheskaya i medicinskaya, – 2014. – № 6(306). – S.96-100 [in Russian].
- [12] **Bishimbaev, V.K.**, Isaeva A.U., Uspabaeva A.A., Rysbaeva G.A. Rasprostranenie UOM v pochvah YUzhnogo Kazahstana // Tr. Mezhdun. nauchno-praktiches. konf.: «Valihanovskie chteniya -9», Kokchetav, 2004. – S. 54-55 [in Russian].
- [13] **Uspabaeva, A.A.**, Isaeva A.U., Ilyaletdinov A.N. Uchastie uglevodorodokislyayushchih bakterij v ochistke ot uglevodorodov v pochve YUzhnogo Kazahstana // Izvestiya NAN RK.Ser.biol.i med, – 2004. – №6, – S.81-87 [in Russian].
- [14] **Kaliev, A.ZH.** Ocenka vliyaniya atmosferynyh vybrosov gazopererabatyvayushchego kompleksa na pochvu i rasteniya // Problemy stepnogo prirodopol'zovaniya (ekologiya, plodorodie i racional'noe ispol'zovanie pochv): sb.nauch.publ. – Orenburg, 1997. – S.101-105 [in Russian].
- [15] **Isaeva, A.U.**, Bishimbaev V.K., Pirmanova M., Mahanova U. Vliyanie zagryazneniya pochvy nefteproduktami na formirovanie iskusstvennyh fitocenzov // Poisk, – 2003. – №2. –S.117-120 [in Russian].
- [16] **Bishimbaev, V.K.**, Isaeva A.U., Isaev E.B., Bajzhanova D.N., Uspabaeva A.A. Flora neftezagryaznennyh pochv YUzhnogo Kazahstana // Izvestiya NAN RK, – 2003. – №3 [in Russian].



[17] Predvaritel'nyj patent na izobretenie RK № 15001 № 2003/0632.1. Sposob biorekul'tivacii neftezagryaznennyh pochv // Bishimbaev V.K., Isaeva A.U., Ilyaletdinov A.N., Emberdiev A.ZH., ZHarkimbekov S.U., Manapova N.M., Bajzhanova D.N. Opubl. 12.05.2003 [in Russian].

[18] **Olejnikova E.A.**, T.V. Kuznecova, B.A. Kulnazarov, A.A. Kurmanbaev, S.A. Ajtkeldieva. Ocenka effektivnosti stimulyacii pochvennoj mikroflory i remediacii neftezagryaznennoj pochvy kompostirovaniem v usloviyah Kyzylordinskoj oblasti. Izvestiya NAN RK. – Seriya biologicheskaya i medicinskaya, – 2013. – № 5. – S.42-45 [in Russian].

[19] **Olejnikova E.A.**, Kuznecova T.V., Rajymbekova L.T., Ajtkel'dieva S.A., Kurmanbaev A.A., Fajzulina E.R. Ocenka effektivnosti stimulyacii pochvennoj mikroflory i samoochishcheniya neftezagryaznennyh pochv v model'nyh eksperimentah pri kompostirovanii v burtah // Sb. trudov Mezhdun. nauchn.-prakt. konf., posv. 100-letiyu akad. H.ZH. ZHumatova «Aktual'nye problemy mikrobiologii i virusologii». – Almaty, 2012. – S.139-141 [in Russian].

[20] **Kurmanbaev A.A.**, Bajgonusova ZH.A., Ajtkel'dieva S.A. i dr. Biologicheskaya aktivnost' pochv s raznoj stepen'yu zagryazneniya nef'tyu // Sbornik materialov mezhd.nauchno-prakt.konf. «Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie Priaral'ya, perspektivy resheniya problem». – Kyzylorda, 2011. – S.46-51 [in Russian].

[21] **Ibragimova, S.S.**, Ajtkel'dieva, E. Fajzulina i dr. Ekologicheskaya ocenka neftezagryaznennyh pochv Kazahstana po otklikam standartnyh biotest-sistem // Doklady po ekologicheskomu pochvovedeniyu, – 2009. – T.1. – № 11. – S.79-94 [in Russian].

[22] **Isaeva A.U.**, Uspabaeva A.A., Eshibaev A.A. Biorekul'tivaciya neftezagryaznennyh pochv YUzhnogo Kazahstana // 1st International Scientific Conference Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development Hosted by the ORT Publishing and The Center For Social and Political Studies “Premier”. – Stuttgart, 2013 [in Russian].

[23] RD 52.18.647-2003. Metodicheskie ukazaniya. Opredelenie massovoj doli nefteproduktov v pochvah. Metodika vypolneniya izmerenij gravimetricheskim metodom. Data vvedeniya 2003.06.01 [in Russian].

[24] **Muhamedova N.S.**, Islambekuly B., Idrisova D.T., Tapalova A.S., ZHumadilova ZH.SH., Appazov N.O., SHorabaev E.ZH. Izuchenie destrukcii nef'ti pri obrabotke organomineral'nymi udobreniyami neftezagryaznennoj pochvy // Izvestiya NAN RK. Seriya himicheskaya, – 2014. – №4 (406). – S. 39-43 [in Russian].

[25] **Kazicyna, L.A.**, Kupletskaya N.B. Primenenie UF-, IK-i YAMR-spektroskopii v organicheskoy himii. – M.: Vysshaya shkola, 1971. – 264 s [in Russian].

[26] **Muhamedova, N.S.**, Islambekuly B., Idrisova D.T., Tapalova A.S., ZHumadilova ZH.SH., Appazov N.O., SHorabaev E.ZH. Izuchenie destrukcii nef'ti pri obrabotke organomineral'nymi udobreniyami neftezagryaznennoj pochvy // Izvestiya NAN RK. Seriya himicheskaya, – 2014. – №4. – S.39-43[in Russian].

## Литература:

[1] **Файзулина, Э.Р.**, Ауэзова О.Н., Татаркина Л.Г., Свирко Е.А., Даулетова А.А., Айткельдиева С.А. Нефтеокисляющая активность и идентификация микроорганизмов, выделенных из Каспийского моря // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – №3 (303). – 2014. – С. 25-29.

[2] **Кебекбаева, К.М.**, Джакибаева Г.Г., Джобулаева А.К. Физиолого-биохимические свойства нефтеокисляющих бактерий при хранении различными методами // Микробиология және вирусология. – №1. – В.4, – 2014. – С. 39-42.

[3] **Идрисова, У.Р.**, Идрисова Д.Ж., Мусалдинов Т.Б., Ауэзова О.Н., Ашыкбаев Н.С., Кабденов Ж.М., Айткельдиева С.А., Саданов А.К. Изучение степени очистки нефтезагрязненной почвы под воздействием цеолита и активных нефтеокисляющих микроорганизмов // Микробиология және вирусология, – 2014а. – №1. – В.4– С. 46-50.

[4] **Айткельдиева, С.А.**, Файзулина Э.Р., Ауэзова О.Н., Татаркина Л.Г., Спанкулова Г.А., Саданов А.К. Активные ассоциации нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенных из загрязненных почв месторождения Кумколь // Микробиология және вирусология, – 2013. – №4. – С.11-14.

[5] **Мухамедова, Н.С.**, Исламбекулы Б.,Идрисова Д.Т., Тапалова А.С.,Жумадилова Ж.Ш., Аппазов Н.О., Шорабаев Е.Ж. Изучение деструкции нефти при обработке органоминеральными

- удобрениями нефтезагрязненной почвы // Известия НАН РК. Серия химии и технологии, – 2014. – №. 4(406).– С. 39-43.
- [6] **Идрисова, Д.Т.**, Мухамедова Н.С., Жумадилова Ж.Ш., Абдиева К.М., Шорабаев Е.Ж., Саданов А.К. Исследование процессов биоремедиации почв с разной степенью нефтезагрязнения Кызылординской области в полевых условиях // Фундаментальные исследования, – 2014б №12. – С. 1669-1671.
- [7] **Идрисова, Д.Т.**, Мухамедова Н.С., Жумадилова Ж.Ш., Шорабаев Е.Ж., Саданов А.К. Влияние органоминеральных удобрений на биоремедиацию нефтезагрязненных почв // Фундаментальные исследования, – 2014с. – №9.– С. 2246-2249.
- [8] **Идрисова, Д.Т.**, Мухамедова Н.С., Жусупова Б.К., Жумадилова Ж.Ш., Шорабаев Е.Ж. Изучение влияния органоминеральных удобрений на очистку почв с разной степенью нефтезагрязнения в лабораторных условиях // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6. URL: [www.science-education.ru/120-16564](http://www.science-education.ru/120-16564) (дата обращения 29.10.2015).
- [9] **Идрисова, У.Р.**, Мусалдинов Т.Б., Ауэзова О.Н., Мырзадаулеутова И.Т., Курманбаев А.А., Айткельдиева С.А., Идрисова Д.Ж., Саданов А.К. Определение оптимальной дозы и фракции цеолита для увеличения активности микрофлоры нефтезагрязненной почвы // Микробиология және вирусология, – 2013. – №1-2. В.1. – С. 21-25.
- [10] **Сопрунова, О.Б.**, Акжигитов А.Ш., Казиев А.А. Микробные биотехнологии ремедиации (очистка) почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами на территории Атырауской области // Молодой ученый, – 2014. – №20. – С. 41-43.
- [11] **Смирнова, И.Э.**, Галимбаева Р.Ш., Султанова А.Ж., Сабденова А.А. Влияние фосфатмобилизирующих бактерий на биологическую активность почв // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская, – 2014.– № 6(306). – С.96-100.
- [12] **Бишимбаев, В.К.**, Исаева А.У., Успабаева А.А., Рысбаева Г.А. Распространение УОМ в почвах Южного Казахстана // Тр. Междун. научно-практичес. конф.: «Валихановские чтения -9», Кокчетав, 2004. – С. 54-55.
- [13] **Успабаева, А.А.**, Исаева А.У., Илялетдинов А.Н. Участие углеводородокисляющих бактерий в очистке от углеводородов в почве Южного Казахстана // Известия НАН РК. Сер.биол.и мед, – 2004. – №6, – С.81-87.
- [14] **Калиев, А.Ж.** Оценка влияния атмосферных выбросов газоперерабатывающего комплекса на почву и растения // Проблемы степного природопользования (экология, плодородие и рациональное использование почв): сб.науч.публ. – Оренбург, 1997. – С.101-105.
- [15] **Исаева, А.У.**, Бишимбаев В.К., Пирманова М., Маханова У. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на формирование искусственных фитоценозов // Поиск, – 2003. – №2. – С.117-120.
- [16] **Бишимбаев, В.К.**, Исаева А.У., Исаев Е.Б., Байжанова Д.Н., Успабаева А.А. Флора нефтезагрязненных почв Южного Казахстана // Известия НАН РК, – 2003. – №3.
- [17] Предварительный патент на изобретение РК № 15001 № 2003/0632.1. Способ биорекультивации нефтезагрязненных почв // Бишимбаев В.К., Исаева А.У., Илялетдинов А.Н., Ембердиев А.Ж., Жаркимбеков С.У., Манапова Н.М., Байжанова Д.Н. Оpubл. 12.05.2003.
- [18] **Олейникова, Е.А.**, Т.В.Кузнецова, Б.А.Кулназаров, А.А.Курманбаев, С.А.Айткелдиева. Оценка эффективности стимуляции почвенной микрофлоры и ремедиации нефтезагрязненной почвы компостированием в условиях Кызылординской области. Известия НАН РК. - Серия биологическая и медицинская, – 2013. – № 5. – С.42-45.
- [19] **Олейникова, Е.А.**, Кузнецова Т.В., Райымбекова Л.Т., Айткельдиева С.А., Курманбаев А.А., Файзулина Э.Р. Оценка эффективности стимуляции почвенной микрофлоры и самоочищения нефтезагрязненных почв в модельных экспериментах при компостировании в буртах // Сб. трудов Междун. научн.-практ. конф., посв. 100-летию акад. Х. Ж. Жуматова «Актуальные проблемы микробиологии и вирусологии». – Алматы, 2012. – С.139-141.
- [20] **Курманбаев, А.А.**, Байгонусова Ж.А., Айткельдиева С.А. и др. Биологическая активность почв с разной степенью загрязнения нефтью // Сборник материалов межд.научно-практ.конф. «Современное экологическое состояние Приаралья, перспективы решения проблем». – Кызылорда, 2011. – С.46-51.
- [21] **Ибрагимова, С.**, Айткельдиева С., Файзулина Э. и др. Экологическая оценка нефтезагрязненных почв Казахстана по откликам стандартных биотест-систем // Доклады по экологическому почвоведению, – 2009. – Т.1. – № 11. – С.79-94.

[22] **Исаева А.У.**, Успабаева А.А, Ешибаев А.А. Биорекультивация нефтезагрязненных почв Южного Казахстана//1st International Scientific Conference Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development Hosted by the ORT Publishing and The Center For Social and Political Studies “Premier”. – Stuttgart, 2013.

[23] РД 52.18.647-2003. Методические указания. Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом. Дата введения 2003.06.01.

[24] **Мухамедова, Н.С.**, Исламбекулы Б., Идрисова Д.Т., Тапалова А.С., Жумадилова Ж.Ш., Аппазов Н.О., Шорабаев Е.Ж. Изучение деструкции нефти при обработке органоминеральными удобрениями нефтезагрязненной почвы // Известия НАН РК. Серия химическая, – 2014. – №4 (406). – С. 39-43.

[25] **Казицына, Л.А.**, Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М.: Высшая школа, 1971. – 264 с.

[26] **Мухамедова, Н.С.**, Исламбекулы Б., Идрисова Д.Т., Тапалова А.С., Жумадилова Ж.Ш., Аппазов Н.О., Шорабаев Е.Ж. Изучение деструкции нефти при обработке органоминеральными удобрениями нефтезагрязненной почвы//Известия НАН РК. Серия химическая, – 2014. – №4. – С.39-43.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДЕГРАДАЦИИ НЕФТИ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ ПРИ ОЧИСТКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТА**

**Жаппарбергенов Р.У.**, магистр технических наук

**Ниязова Д.Ж.**, магистр педагогических наук

**Еспанова И.Д.**, магистр естественных наук

**Бекхожаев М.Г.**, студент

**Тойбазарова А.Б.**, магистр педагогических наук

**Аппазов Н.О.**, кандидат химических наук

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан*

**Аннотация.** В ходе научного исследования был выполнен лабораторный эксперимент, направленный на изучение разрушения нефти различными микроорганизмами в жидкой минеральной среде, содержащей 2% нефти. Этот эксперимент проводился при температуре 24°C и 5°C в течение 10 дней. С использованием метода ИК-спектроскопии была определена степень разложения нефти для каждого из микроорганизмов. На основе этих данных были созданы четыре ассоциации микроорганизмов, которые были эффективными в разложении углеводородов нефти.

С использованием гравиметрии и ИК-спектрометрии была оценена степень биодеградации нефти этими ассоциациями микроорганизмов, которая составила от 30% до 70%.

На основе полученных данных о микробных ассоциациях был разработан новый биопрепарат, содержащий штамм *Pseudomonas* sp. K3-H и два штамма *Rhodococcus* (Ф2/2-Н4, Ф2/1-Н4).

Затем была проведена полевая работа на территории нефтеотходов компании ТОО «Компания – Даулет Азия». В течение 12 недель численность микроорганизмов-деструкторов на участке с нефтезагрязнением достигла необходимого уровня, что привело к уменьшению количества нефти на 89,67%. Стоит отметить, что температура окружающей среды варьировалась от 05 до 39°C днем и от 0 до 24°C ночью в этот период.

Результаты полевых исследований показали эффективность разработанного биопрепарата на основе штаммов *Rhodococcus erythropolis* KZ1, *Rhodococcus erythropolis* KZ2 и *Pseudomonas putida* KZ3.

Таким образом, предложенная стратегия биоремедиации, использующая разработанный биопрепарат, успешно прошла апробацию на полигоне ТОО «Компания – Даулет Азия» в Кызылординской области Республики Казахстан.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, биопрепарат, ИК-спектрометрия, хроматография, восстановление нефтезагрязненных почв, гравиметрия.

## МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ БИОПРЕПАРАТПЕН ТАЗАЛАУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙДЫҢ ДЕГРАДАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

**Жаппарбергенов Р.У.**, техника ғылымдарының магистрі  
**Ниязова Д.Ж.**, педагогика ғылымдарының магистрі  
**Еспанова И.Д.**, жаратылыстану ғылымдарының магистрі  
**Бекхожаев М.Ғ.**, студент  
**Тойбазарова А.Б.**, педагогика ғылымдарының магистрі  
**Аппазов Н.О.**, химия ғылымдарының кандидаты

*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

**Андатпа.** Ғылыми зерттеу барысында құрамында 2% мұнай бар сұйық минералды ортада әртүрлі микроорганизмдермен мұнайдың ыдырауын зерттеуге бағытталған зертханалық эксперимент жүргізілді. Бұл эксперимент 24°С және 5°С температурада 10 күн бойы жүргізілді. ИҚ-спектроскопия әдісін қолдана отырып, микроорганизмдердің әрқайсысы үшін мұнайдың ыдырау дәрежесі анықталды. Осы мәліметтер негізінде мұнайдың көмірсутектерін ыдыратуда тиімді микроорганизмдердің төрт бірлестігі құрылды.

Гравиметрия мен ИҚ спектрометриясын қолдана отырып, осы микроорганизмдер бірлестіктерінің мұнайдың биодеградация дәрежесі бағаланды, ол 30%-дан 70% - ға дейін болды.

Микробтық бірлестіктер туралы алынған мәліметтер негізінде *Pseudomonas* sp K3-H және *rhodococcus* екі штаммы (F2/2-H4, F2/1-H4) бар жаңа биологиялық өнім жасалды..

Содан кейін "компания – Дәулет Азия" ЖШС мұнай қалдықтарының аумағында далалық жұмыс жүргізілді. 12 апта ішінде мұнаймен ластанған учаскедегі деструктивті микроорганизмдердің саны қажетті деңгейге жетті, бұл мұнай мөлшерінің 89,67% - ға төмендеуіне әкелді. Айта кету керек, қоршаған ортаның температурасы күндіз 05-тен 39°С-қа дейін және осы кезеңде түнде 0-ден 24°С-қа дейін өзгерді.

Далалық зерттеулердің нәтижелері *rhodococcus erythropolis* Kz1, *Rhodococcus erythropolis* KZ2 және *Pseudomonas putida* kz3 штаммдары негізінде әзірленген биопрепараттың тиімділігін көрсетті.

Осылайша, әзірленген биопрепаратты пайдаланатын ұсынылған биоремедиация стратегиясы Қазақстан Республикасының Қызылорда облысындағы "Компания – Дәулет Азия" ЖШС полигонында сынақтан сәтті өтті.

**Тірек сөздер:** мұнай өнімдері, биопрепарат, ИҚ-спектрометрия, хроматография, мұнаймен ластанған топырақты қалпына келтіру, гравиметрия.

## СИНТЕЗ НОВЫХ АМИДОФОСФАТОВ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

Джиембаев Б.Ж., доктор химических наук, профессор  
[bulat.dzhiembaev@gmail.com](mailto:bulat.dzhiembaev@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7868-7285>

Куандыкова А.Б., магистр естественных наук  
[bota.kuandyk1702@gmail.com](mailto:bota.kuandyk1702@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7610-9983>

*Казахский национальный женский педагогический университет  
г.Алматы, Казахстан*

**Аннотация.** Несмотря на впечатляющие успехи, достигнутые в области синтеза и изучения свойств амидофосфатов, соединения данного класса постоянно привлекают внимание исследователей разнообразием путей химических превращений и перспективой использования их в различных областях науки и техники. Этот класс фосфорорганических соединений проявляют различную биологическую и другие виды активности, что стимулирует разработку новых способов синтеза их полифункциональных производных. Возможности химических модификаций амидофосфатов, с введением фармакофорных, конфигурационно индивидуальных групп к их N-центру, имеют широкие перспективы в плане получения на их основе биологически активных соединений для нужд медицины, сельского хозяйства и техники. Кроме того, амидофосфаты представляют интерес и для изучения теоретических вопросов органической химии, связанных с некоторыми особенностями химических и биологических свойств, которые определяются влиянием азотного и фосфорного фрагментов. Таким образом, развитие исследований в области разработки методов синтеза новых функционально замещенных производных амидофосфатов, установление их строения, а также поиск в их ряду перспективных биологически активных соединений являются современными и актуальными. В результате реакции 3-метоксифениламина и 2-метоксифенилэтил-амина с диалкилфосфитами в присутствии  $CCl_4$  и триэтиламина, реализуемой в классических условиях реакция Атертона-Тодда, были получены и охарактеризованы новые амидофосфаты. Структура амидофосфатов установлена на основании данных ИК, ЯМР  $^{31}P$ ,  $^1H$ ,  $^{13}C$  - спектроскопии и элементного анализа.

**Ключевые слова:** амидофосфаты, 3-метоксифениламин, 2-метоксифенилэтиламин, диметилфосфит, диэтилфосфит, ИК-, ЯМР-спектроскопия, реакция Атертона-Тодда.

**Введение.** Вещества, содержащие связи P-C и P-N являются важными классами фосфорорганических соединений, представители которых встречаются в природных объектах. В настоящее время среди этих соединений найдены ингибиторы различных ферментов, лекарственные средства, обладающие антибактериальной, антивирусной и другими видами фармакологической активности [1-9].

Разнообразная биологическая активность замещенных фосфонатов и амидофосфатов, хотя и является их наиболее интересным и перспективным свойством, однако далеко не ограничивает область их применения. Эти соединения также могут выступать в качестве эффективных органических катализаторов, инициаторов процессов ионной полимеризации, экстрагентов и др. [10-15].

**Материалы и методы исследования.** Спектры ЯМР  $^1H$ ,  $^{13}C$  и  $^{31}P$  записаны на спектрометрах Bruker AVANCEII-400 с рабочей частотой 400.1 МГц ( $^1H$ ), 100.6 МГц ( $^{13}C$ ), Bruker Avance-600 с рабочей частотой 600.1 МГц ( $^1H$ ), 150.9 МГц ( $^{13}C$ ) относительно сигналов остаточных протонов дейтерированных растворителей или ядер углерода дейтерорастворителя (DMCO- $d_6$ ). ИК-спектры записаны на Фурье-спектрометре Vector 22 фирмы Bruker в интервале 400-4000  $cm^{-1}$ . Температуры плавления определены на приборе «Voetius». Элементный анализ выполнен на приборе Carlo Erba марки EA 1108. Полноту протекания реакций и чистоту синтезированных соединений контролировали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинах СОРБФИЛ ПТСХ-АФ-А-УФ.

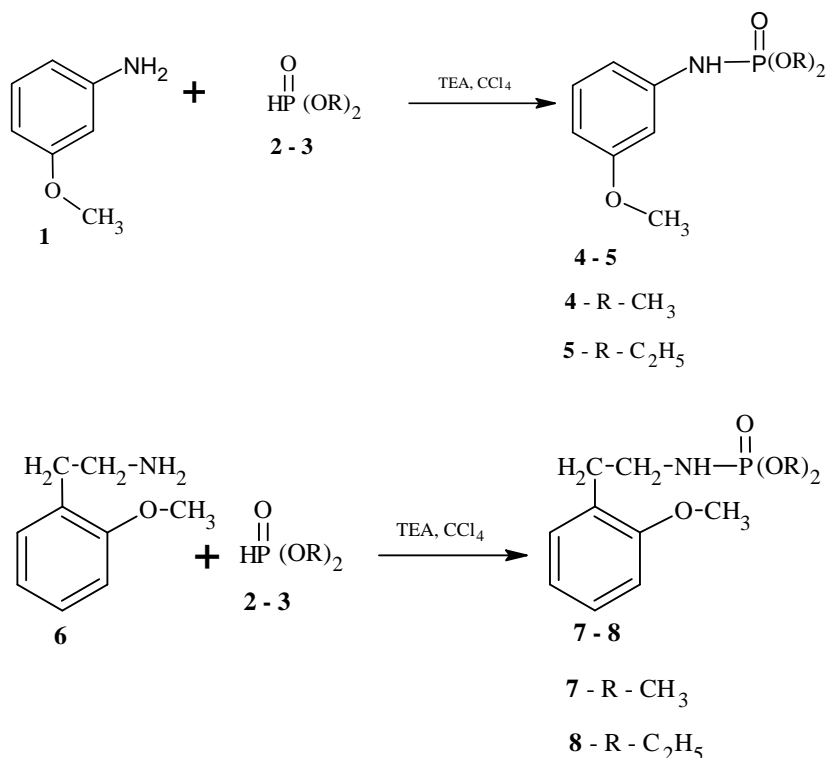
**Диметил (3-метоксианилино) фосфат (4).** В четырехгорлую колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, капельной воронкой помещают 1.23 г 3-метоксифениламин (1) и 1.01 г триэтиламина в 15 мл  $\text{CCl}_4$  при комнатной температуре медленно прикапывали 1.1 г диметилфосфита (2). Реакционную смесь перемешивали при 40-50<sup>0</sup>С температуре в течение 1-2 ч. Выпавший осадок отделили, фильтрат упарили и фракционировали под вакуумом. Остаток перекристаллизовали из 70/100<sup>0</sup>С петролейный эфиром. Выход продукта – 72%. т.пл. 39-40<sup>0</sup>С.  $R_f$  0.41. ИК спектр  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3252, 1226, 1020. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta$ , м.д. 7.708-6.66 м (2H,  $J = 6.9$  Гц), 3.65 с (3H,  $J = 2.5$  Гц,  $\text{OCH}_3$ ), 3.51 – 3.50 д (6H,  $\text{POCH}_3$ ), 3.40 д (NH, 1H). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_c$ , м.д. 160.24, 140.91, 129.94, 115.08, 112.18, 55.52, 53.24. Спектр ЯМР  $^{31}\text{P}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_p$  11.77 м.д. Вычислено, %: С 46.75; Н 6.06.  $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{NO}_4\text{P}$ . Найдено, %: С 46.60; Н 5.78.

**Диэтил (3-метоксианилино) фосфат (5).** В четырехгорлую колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, капельной воронкой помещают 1.23 г (0.01 моль) 3-метоксифениламин (6) и 1.01 г (0.01 моль) триэтиламина в 15 мл  $\text{CCl}_4$  при комнатной температуре медленно прикапывали 1.1 г (0.01 моль) диэтилфосфита (3). Реакционную смесь перемешивали при 40-50<sup>0</sup>С температуре в течение 1-2 ч. Выпавший осадок отделили, фильтрат упарили и фракционировали под вакуумом. Остаток перекристаллизовали из 70/100<sup>0</sup>С петролейный эфиром. Выход продукта – 82%, в виде жёлтого масло.  $R_f$  0.87. ИК спектр  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3228, 1255, 1233, 1022. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta$ , м.д. 6.96-6.54 с (2H, ArH), 3.78 м (4H,  $\text{POCH}_2\text{CH}_3$ ), 3.58 с (3H,  $\text{OCH}_3$ ), 3.54 д (1H, NH), 1.08-1.05 м (6H,  $\text{POCH}_2\text{CH}_3$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta$ , м.д. 160.16, 141.02, 129.88, 114.93, 114.70, 111.95, 62.35, 55.31, 16.52, 16.35. Спектр ЯМР  $^{31}\text{P}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_p$  9.10 м.д. Вычислено, %: С 50.96; Н 6.95.  $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{NO}_4\text{P}$ . Найдено, %: С 50.71; Н 6.70.

**Диметил (2-метоксифенилэтиламин) фосфат (7).** В четырехгорлую колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, капельной воронкой помещают 1.51 г 2-метоксифенилэтиламин (6) и 1.01 г триэтиламина в 15 мл  $\text{CCl}_4$  при комнатной температуре медленно прикапывали 1.1 г диметилфосфита (2). Реакционную смесь перемешивали при 40-50<sup>0</sup>С температуре в течение 1-2 ч. Выпавший осадок отделили, фильтрат упарили и фракционировали под вакуумом. Остаток перекристаллизовали из 70/100<sup>0</sup>С петролейный эфиром. Выход продукта – 84%, т.пл. 61-62<sup>0</sup>С.  $R_f$  0.88. ИК спектр  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3187, 1234, 1027. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta$ , м.д. 7.01 с (2H, ArH), 6.71 с (2H, ArH), 3.66 с (3H,  $\text{OCH}_3$ ), 3.48 д (6H,  $\text{POCH}_3$ ), 3.48 д (1H, NH), 2.99 с (2H, ArH- $\text{CH}_2$ - $\text{CH}_2$ ), 2.68 с (2H, ArH- $\text{CH}_2$ - $\text{CH}_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_c$ , м.д. 158.07, 131.10, 128.22, 127.65, 120.92, 110.81, 55.64, 53.08, 41.72, 33.08. Спектр ЯМР  $^{31}\text{P}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_p$  11.83 м.д. Вычислено, %: С 50.96; Н 6.95.  $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{NO}_4\text{P}$ . Найдено, %: С 50.56, Н 6.62.

**Диэтил (2-метоксифенилэтиламин) фосфат (8).** В четырехгорлую колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, капельной воронкой помещают 1.51 г 2-метоксифенилаэтилмин (6) и 1.01 г триэтиламина в 15 мл  $\text{CCl}_4$  при комнатной температуре медленно прикапывали 1.1 г диэтилфосфита (3). Реакционную смесь перемешивали при 40-50<sup>0</sup>С температуре в течение 1-2 ч. Выпавший осадок отделили, фильтрат упарили и фракционировали под вакуумом. Остаток перекристаллизовали из 70/100<sup>0</sup>С петролейный эфиром. Выход продукта – 85 %, в виде жёлтого масло.  $R_f$  0.63. ИК спектр  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3231, 1239, 1022. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta$ , м.д. 6.98-6.94 м (2H, ArH), 6.66-6.62 м (2H, ArH), 3.82-3.81 д (4H,  $J = 7.2$  Гц,  $\text{POCH}_2\text{CH}_3$ ), 3.58 д (1H, NH), 2.94-2.92 м (2H, ArH- $\text{CH}_2$ - $\text{CH}_2$ ), 2.65-2.63 д (2H,  $J=7.2$  Гц ArH- $\text{CH}_2$ - $\text{CH}_2$ ), 1.16 с (3H,  $J = 7.0$  Гц,  $\text{OCH}_3$ ), 1.10-1.06 м (6H,  $\text{POCH}_2\text{CH}_3$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_c$ , м.д. 157.96, 130.99, 128.05, 127.67, 120.78, 110.66, 62.23, 55.44, 41.68, 32.98, 16.52. Спектр ЯМР  $^{31}\text{P}$  ( $\text{CHCl}_3$ - $d$ )  $\delta_p$  9.14 м.д. Вычислено, %: С 54.35; Н 7.66.  $\text{C}_{13}\text{H}_{22}\text{NPO}_4$ . Найдено, %: С 53.98; Н 7.31.

**Результаты и обсуждение.** Фосфорилирование 3-метоксифениламина (1) и 2-метоксифенилэтиламин (6) диметил- (2) и диэтилфосфитами (3) проводили в условиях Атертона-Тодда. При этом с выходами 72-85% были выделены и охарактеризованы амидофосфаты (4-5; 7-8).



Полученные амидофосфаты (**4,7**) легко очищаются перекристаллизацией из петролейного эфира. Состав и строение полученных соединений подтверждены данными элементного анализа, ИК-, ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>31</sup>P – спектроскопии. Индивидуальность синтезированных соединений контролировали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках СОРБФИЛ ПТСХ-АФ-А-УФ. Физико-химические и спектральные характеристики соединений (**4-5, 7-8**) представлены в табл.1,2.

**Таблица 1 – Физико-химические характеристики амидофосфатов (4-5, 7-8).**

№ соед.	Выход, %	T <sub>пл.</sub> <sup>0</sup> С	R <sub>f</sub>	Вычислено, %		Брутто формула
				Найдено, %		
				С	Н	
<b>4</b>	72	39-40	0.41	<u>46.75</u> 46.60	<u>6.06</u> 5.78	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> NO <sub>4</sub> P
<b>5</b>	82	Масло	0.87	<u>50.96</u> 50.71	<u>6.95</u> 6.70	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> NO <sub>4</sub> P
<b>7</b>	84	61-62	0.88	<u>50.96</u> 50.56	<u>6.95</u> 6.62	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> NO <sub>4</sub> P
<b>8</b>	85	Масло	0.63	<u>54.35</u> 53.98	<u>7.66</u> 7.31	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> NO <sub>4</sub> P

**Таблица 2 – Данные ИК -, ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>31</sup>P спектров соединений (4-5, 7-8)**

№ соед.	ИК- спектр, ν, см <sup>-1</sup>			ЯМР <sup>1</sup> H – спектр, δ, м.д.,	ЯМР <sup>31</sup> P, δ, м.д
	NH	P=O	P-O-C		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	3226	1241	1026	7.08-6.66 м (2H, J = 6.9 Гц), 3.65 с (3H, J = 2.5 Гц, OCH <sub>3</sub> ), 3.51 – 3.50 д (6H, POCH <sub>3</sub> ), 3.40 д (NH, 1H)	11.77
<b>5</b>	3228	1255-1233	1022	6.96-6.54 с (2H, ArH), 3.78 м (4H, POCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 3.58 с (3H, OCH <sub>3</sub> ), 3.54 д (1H, NH), 1.08-1.05 м (6H, POCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> )	9.10

1	2	3	4	5						6
7	3187	1234	1027	7.01 с (2H, ArH), 6.71 с (2H, ArH), 3.66 с (3H, OCH <sub>3</sub> ), 3.48 д (6H, POCH <sub>3</sub> ), 3.48 д (1H, NH), 2.99 с (2H, ArH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ), 2.68 с (2H, ArH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> )						11.83
8	3185	1232	1025	6.98-6.94 м (2H, ArH), 6.66-6.62 м (2H, ArH), 3.82-3.81 д (4H, J = 7.2 Гц, POCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ), 3.58 д (1H, NH), 2.94-2.92 м (2H, ArH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ), 2.65-2.63 д (2H, J=7.2 Гц ArH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ), 1.16 с (3H, J = 7.0 Гц, OCH <sub>3</sub> ), 1.10-1.06 м (6H, POCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> )						9.14
ЯМР <sup>13</sup> C, спектр, δ, м.д.,										
№	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	P(OR) <sub>2</sub>
4	115.08	140.91	112.18	160.24	112.18	129.94	55.52	-	-	53.24
5	114.70	141.02	111.95	160.16	114.93	129.88	55.31	-	-	62.35, 16.52
7	127.65	158.07	110.81	128.22	120.92	131.10	55.64	33.08	41.72	53.08
8	127.67	157.96	110.66	128.05	120.78	130.99	55.44	32.98	41.68	62.23 16.52

В спектре ИК- полоса поглощения при 3187-3252 см<sup>-1</sup> соответствует валентным колебаниям N-H связи. Для фосфорилированного производного (**4-5**, **7-8**) проявляются валентные колебания в области 1226-1255 см<sup>-1</sup> характерные для P=O группы, а в интервале 1020–1027 см<sup>-1</sup> - интенсивные дублетные полосы поглощения фрагмента (-P-O-C) диметоксифосфорильной группы (табл. 2).

В спектрах ЯМР <sup>1</sup>H соединений (**4-5**, **7-8**) сигналы протона амидной группы проявляются в виде дуплета в области 2.57-3.58 м.д. Сигналы протонов диалкоксифосфорильных групп для (**4**) проявляются в виде дуплета в области 3.51-3.50 м.д. (д, 6H); для (**5**) – в области 1.08-1.05 м.д. (м, 6H) и 3.78 м.д. (м, 4H); для (**7**) – в виде дуплет 3.48 м.д. (д, 6H); для (**8**) – в области 1.10-1.06 (м, 6H), 3.82-3.81 (д, J=7.2 Гц, 4H).

В спектрах ЯМР <sup>13</sup>C сигналы углеродов ароматического фрагмента и диалкоксифосфорильных групп приведены в таблице 2.

В спектрах ЯМР <sup>31</sup>P продуктов реакции (**4-5**, **7-8**) имеются синглетные сигналы в области 11.87 – 9.10 м.д., что соответствует резонансу ядра фосфора в диалкиламидофосфатах. Физико-химические и спектральные характеристики соединений (**4-5**, **7-8**) представлены в табл.2.

**Выводы.** В экспериментальном аспекте методов получения амидофосфатов четко прослеживаются три новые тенденции. Во-первых, в круг компонентов реакции Атертона-Тодда вовлекаются все более сложные полифункциональные молекулы, например, природных аминокислот. Во-вторых, синтетический потенциал реакции резко возрос за счет использования новых высокоэффективных катализаторов. И наконец, нельзя особо не подчеркнуть успешные усилия химиков-синтетиков и технологов приблизить методы создания амидофосфатов к жестким критериям «зелёной» химии. Очевидно на этих путях, а также на повышении эффективности методов энантиселективного синтеза, будет развиваться синтетическая химия органических фосфорсодержащих веществ.

Полученные экспериментальные результаты вносят определенный вклад в решение вопросов реакционной способности при синтезе амидофосфатов в условиях реакции Атертона-Тодда, а также дополнительные сведения об их спектральных характеристиках при идентификации веществ методами физико-химического анализа. Результаты интерпретации спектроскопических данных синтезированных соединений могут быть использованы для решения структурных особенностей амидофосфатов и их производных.



## Литература:

- [1] **Kaboudin, B.**, Arefi M., Emadi S., Sheikh-Hasani V. Synthesis and inhibitory activity of ureidophosphonates, against acetylcholinesterase: Pharmacological assay and molecular modeling // *Bioorg. Chem.*, – 2012. Vol. 41-42. – P. 22-27.
- [2] **Drag, M.**, Grembecka J., Pawełczak M., Kafarski P.  $\alpha$ -Aminoalkylphosphonates as a tool in experimental optimisation of P1 side chain shape of potential inhibitors in S1 pocket of leucine and neutral aminopeptidases // *Eur. J. Med. Chem.*, – 2005. Vol. 40. – P. 764.
- [3] **Romanowska, J.**, Kolodziej K., Sobkowski M., Rachwalak M., Jakubowski T., Golebiewska J., Kraszewski A., Boryski J., Dabrowska A., Stawinski J. Aryl H-phosphonates. 19. New anti-HIV pronucleotide phosphoramidate diesters containing amino- and hydroxypyridine auxiliaries // *Eur. J. Med. Chem.*, – 2019. Vol. 164. – P. 47.
- [4] **Romero-Estudillo, I.**, Viveros-Ceballos J.L., Cazares-Carreño O., González-Morales A., de Jesús B.F., López-Castillo M., Razo-Hernández R.S., Castañeda-Corral G., Ordóñez M. 000 Synthesis of new  $\alpha$ -aminophosphonates: Evaluation as antiinflammatory agents and QSAR studies // *Bioorg. Med. Chem.*, – 2019. 27(12), – P. 2376-2386.
- [5] **Джиембаев, Б.Ж.**, Куандыкова А.Б., Досжанова К.А., Тлеубаева А.А., Садыков С.Т., Айтбаев Т.Е., Алимкулов Д.М.; Применение 0,0-диэтил-1-(3,4-диметоксифенил)-(1-этинилциклогексил-аминометил)фосфонат в качестве стимулятора роста овощных культур / Пат. 35444 РК. опубл. 31.12.2021, Бюл. № 52.
- [6] **Джиембаев, Б.Ж.**, Куандыкова А.Б., Досжанова К.А., Тлеубаева А.А., Садыков С.Т., Айтбаев Т.Е., Алимкулов Д.М. Применение N-(1-этинилциклогексил)амид O,O-диэтилфосфорной кислоты в качестве стимулятора роста овощных культур / Патент № 35532 РК. Опубл. 2022. Бюл. № 8
- [7] **Dzhiembraev, B.J.**, Kuandykova A.B., Akyzbekov N.I., Dobrynin A., Burirov A.R., Synthesis of Amidophosphates Based on 1-Ethynyl-1-Aminocyclohexane Upon Microwave Activation and their Biological Activity // *Eurasian Chem.–Technol. J.*, – 2023. Vol. 25. – P. 57–64.
- [8] **Kuandykova, A.B.**, Dzhiembraev, B. Zh., Burirov A.R., Akyzbekov N.I., Chugunova E.A., Dobrynin A.B., Abyzbekova G.M. Synthesis of New Symmetrical Diamidophosphates Based on meta-Phenylenediamine under Microwave Irradiation // *Russian Journal of General Chemistry*, – 2023. – Vol. 93(6). – P. 1386 – 1390. DOI: 10.1134/S1070363223060099.
- [9] **Amira, A.**, Aouf Z., K'tir H., Chemam Y., Ghodbane R., Zerrouki R., Aouf N. Recent Advances in the Synthesis of  $\alpha$ -Aminophosphonates: A Review // *Chemistry Select.* – 2021. – 6(24). – P. 6137–6149.
- [10] **Ергожин, Е.Е.**, Меилигазиев Е.Ж., Атшабарова Р.Б., Токмурзин Ж.Т. Фосфорорганические комплексоны // Сб.: Исследование мономеров и полимеров, – 1986. – Т. 66. – С. 87-101.
- [11] **Cherkasov, R.A.**, Garifzyanov A.R., Leonteva S.V., Davletshin R.R. and Koshkin S.A. New aminophosphoryl extractants for liquid extraction of Pt (IV) ions // *Russ. J. Gen. Chem.*, – 2010. – Vol. 80, № 1. – P. 151-152. DOI: 10.1134/S107036321001024X.
- [12] **Kaboudin, B.**, Trichloroisocyanuric Acid as an Efficient Reagent for the Synthesis of Phosphoramidates via Atherton – Todd Reaction under Base-Free Conditions // *Synthesis (Stuttg)*, – 2018. – Vol. 50. – P. 170–174. DOI:10.1055/s-0036-1589111.
- [13] **Minaeva, L.I.**, Patrikeeva L.S., Kabachnik M.M., Beletskaya I.P. Phosphorylation of Amino(aryl)methylphosphonates by the Atherton–Todd Reaction // *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2010, Vol. 46, No. 10, pp. 1579–1580.
- [14] **Stephanie, S.L.**, Mathieu B., Hélène C., Jean-Pierre H., Paul-Alain J. Atherton–Todd reaction: mechanism, scope and applications // *Beilstein J. Org. Chem.*, 2014, 10, 1166–1196. DOI:10.3762/bjoc.10.117.
- [15] **Fang, S.**, Liu Z., Wang T. Recent Advances of the Atherton-Todd Reaction // *Chin. J. Org. Chem.*, 2023, 43, 1069-1083.

## References:

- [1] **Kaboudin, B.**, Arefi M., Emadi S., Sheikh-Hasani V. Synthesis and inhibitory activity of ureidophosphonates, against acetylcholinesterase: Pharmacological assay and molecular modeling // *Bioorg. Chem.*, – 2012. Vol. 41-42. – P. 22-27.
- [2] **Drag, M.**, Grembecka J., Pawełczak M., Kafarski P.  $\alpha$ -Aminoalkylphosphonates as a tool in experimental optimisation of P1 side chain shape of potential inhibitors in S1 pocket of leucine and neutral aminopeptidases // *Eur. J. Med. Chem.*, – 2005. Vol. 40. – P. 764.
- [3] **Romanowska, J.**, Kolodziej K., Sobkowski M., Rachwalak M., Jakubowski T., Golebiewska J., Kraszewski A., Boryski J., Dabrowska A., Stawinski J. Aryl H-phosphonates. 19. New anti-HIV pronucleotide phosphoramidate diesters containing amino- and hydroxypyridine auxiliaries // *Eur. J. Med. Chem.*, – 2019. Vol. 164. – P. 47.
- [4] **Romero-Estudillo, I.**, Viveros-Ceballos J.L., Cazares-Carreño O., González-Morales A., de Jesús B.F., López-Castillo M., Razo-Hernández R.S., Castañeda-Corral G., Ordóñez M. Synthesis of new  $\alpha$ -aminophosphonates: Evaluation as antiinflammatory agents and QSAR studies // *Bioorg. Med. Chem.*, – 2019. 27(12), – P. 2376-2386.
- [5] **Dzhiembaev, B.Zh.**, Kuandykova A.B., Doszhanova K.A., Tleubaeva A.A., Sadykov S.T., Ajtbaev T.E., Alimkulov D.M. Primenenie N-(1-jetinilciklogeksil)amid O,O-dijetilfosfornoj kisloty v kachestve stimuljatora rosta ovoshhnyh kul'tur / Patent № 35532 RK. Opubl, 2022. Bjul. № 8 [in Russian]
- [6] **Dzhiembaev, B.Zh.**, Kuandykova A.B., Doszhanova K.A., Tleubaeva A.A., Sadykov S.T., Ajtbaev T.E., Alimkulov D.M. Primenenie O,O-dijetil-1-(3,4-dimetoksifenil)-(1-jetinilciklogeksil-aminometil)fosfonat v kachestve stimuljatora rosta ovoshhnyh kul'tur / Patent № 35444 RK. Opubl. 31.12.2021, Bjul. № 52 [in Russian]
- [7] **Dzhiembaev, B.J.**, Kuandykova A.B., Akyzbekov N.I., Dobrynin A., Burirov A.R., Synthesis of Amidophosphates Based on 1-Ethynyl-1-Aminocyclohexane Upon Microwave Activation and their Biological Activity // *Eurasian Chem.-Technol. J.* – 2023. Vol. 25. – P. 57–64.
- [8] **Kuandykova, A.B.**, Dzhiembaev, B. Zh., Burirov A.R., Akyzbekov N.I., Chugunova E.A., Dobrynin A.B., Abyzbekova G.M. Synthesis of New Symmetrical Diamidophosphates Based on meta-Phenylenediamine under Microwave Irradiation // *Russian Journal of General Chemistry.* – 2023. – Vol. 93(6). – P. 1386 – 1390. DOI: 10.1134/S1070363223060099.
- [9] **Amira, A.**, Aouf Z., K'tir H., Chemam Y., Ghodbane R., Zerrouki R., Aouf N. Recent Advances in the Synthesis of  $\alpha$ -Aminophosphonates: A Review // *Chemistry Select.* – 2021. – 6(24). – P. 6137–6149.
- [10] **Ergozhin, E.E.**, Meiligaziev E.Zh., Atshabarova R.B., Tokmurzin Zh.T. Fosfororganicheskie kompleksy // *Sb.: Issledovanie monomerov i polimerov.* – 1986. – T. 66. – S. 87-101 [in Russian]
- [11] **Cherkasov R.A.**, Garifzyanov A.R., Leonteva S.V., Davletshin R.R. and Koshkin S.A. New aminophosphoryl extractants for liquid extraction of Pt (IV) ions // *Russ. J. Gen. Chem.*, – 2010. – Vol. 80, № 1. – P. 151-152. DOI: 10.1134/S107036321001024X.
- [12] **Kaboudin, B.**, Trichloroisocyanuric Acid as an Efficient Reagent for the Synthesis of Phosphoramidates via Atherton – Todd Reaction under Base-Free Conditions // *Synthesis (Stuttg).* – 2018. – Vol. 50. – P. 170–174. DOI:10.1055/s-0036-1589111.
- [13] **Minaeva, L.I.**, Patrikeeva L.S., Kabachnik M.M., Beletskaya I.P. Phosphorylation of Amino(aryl)methylphosphonates by the Atherton–Todd Reaction // *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2010, Vol. 46, No. 10, pp. 1579–1580.
- [14] **Stephanie, S.L.**, Mathieu B., Hélène C., Jean-Pierre H., Paul-Alain J. Atherton–Todd reaction: mechanism, scope and applications // *Beilstein J. Org. Chem.*, 2014, 10, 1166–1196. DOI:10.3762/bjoc.10.117.
- [15] **Fang, S.**, Liu Z., Wang T. Recent Advances of the Atherton-Todd Reaction // *Chin. J. Org. Chem.*, 2023, 43, 1069-1083.

## АРОМАТТЫ АМИНДЕР НЕГІЗІНДЕ ЖАҢА АМИДОФОСФАТТАРДЫҢ СИНТЕЗІ

**Б.Ж. Джиембаев.**, химия ғылымдарының докторы, профессор  
**А.Б. Қуандықова.**, жаратылыстану ғылымдарының магистрі

*Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

**Андатпа.** Амидофосфаттардың синтезі мен қасиеттерін зерттеуде қол жеткізілген керемет жетістіктерге қарамастан, осы топтың қосылыстар зерттеушілердің назарын әр түрлі химиялық түрлендіру жолдарымен және оларды ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында қолдану перспективасымен үнемі зерттеушілердің назарын аударуда. Фосфорорганикалық қосылыстардың бұл класы әртүрлі биологиялық және басқа да белсенділік қасиеттерін көрсетеді, бұл олардың полифункционалды туындыларын синтездеудің жаңа тәсілдерінің дамуына қызығушылық тудырады. Амидофосфаттардың химиялық модификацияларының мүмкіндіктері фармакофорлық, конфигурациялық жеке топтарды олардың *N*-орталығына енгізе отырып, олардың негізінде медицина, ауыл шаруашылығы және техника қажеттіліктері үшін биологиялық белсенді қосылыстар алу тұрғысынан кең перспективаларға ие. Сонымен қатар, амидофосфаттар азот пен фосфор фрагменттерінің әсерінен анықталатын химиялық және биологиялық қасиеттердің белгілі бір ерекшеліктерімен байланысты органикалық химияның теориялық мәселелерін зерттеуге қызығушылық тудырады. Осылайша, амидофосфаттардың жаңа функционалды алмастырылған туындыларын синтездеу әдістерін әзірлеу саласындағы зерттеулерді дамыту, олардың құрылымын белгілеу, сондай-ақ олардың қатарында перспективті биологиялық белсенді қосылыстарды іздеу өзекті мәселе болып табылады. Атертон-Тодд реакциясы жағдайында 3-метоксифениламин және 2-метоксифенилэтиламиннің  $\text{CCl}_4$  мен триэтиламин қатысында диалкилфосфиттермен реакциясы нәтижесінде жаңа амидофосфонаттар бөлініп алынып, сипатталды. Амидофосфаттардың құрылымы ИҚ-,  $^{31}\text{P}$ ,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектроскопиясы және элементтік талдау деректері негізінде дәлелденді.

**Тірек сөздер:** амидофосфаттар, 3-метоксифениламин, 2-метоксифенилэтиламин, диметилфосфит, диэтилфосфит, ИҚ-, ЯМР-спектроскопия, Атертон-Тодд реакциясы.

## SYNTHESIS OF NEW AMIDOPHOSPHATES BASED ON AROMATIC AMINES

**Dzhiembraev B.Zh.**, doctor of chemical sciences, professor  
**Kuandykova A.B.**, master of natural sciences

*Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty city, Kazakhstan*

**Annotation.** Despite the impressive successes achieved in the field of synthesis and study of the properties of amidophosphates, compounds of this class constantly attract attention to the variety of ways of their appearance and their promising use in various fields of science and technology. This class of organophosphorus compounds exhibit various biological and other types of activity, which stimulates the development of new methods for the synthesis of their polyfunctional derivatives. The possibilities of chemical modifications of amidophosphates, with the introduction of pharmacophoric, configurationally individual groups to their *N*-center, have broad prospects in terms of obtaining biologically active compounds based on them for the needs of medicine, agriculture and technology. In addition, amidophosphates are also of interest for the study of theoretical issues in organic chemistry related to certain features of chemical and biological properties that are determined by the influence of nitrogen and phosphorus fragments. Thus, the development of research in the field of developing methods for the synthesis of new functionally substituted amidophosphate derivatives, establishing their structure, as well as the search for promising biologically active compounds among them are modern and relevant. As a result of the reaction of 3-methoxyphenylamine and 2-methoxyphenylethylamine with dialkylphosphites in the presence of  $\text{CCl}_4$  and triethylamine, sold in classical conditions of the Atherton-Todd reaction, new amidophosphates. The structure of amidophosphates was established based on IR and NMR data  $^{31}\text{P}$ ,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  spectroscopy and elemental analysis.

**Keywords:** amidophosphates, 3-methoxyphenylamine, 2-methoxyphenylethylamine, dimethylphosphite, diethylphosphite, IR, NMR spectroscopy, Atherton-Todd reaction.

## СИНТЕЗ МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ И ПИНЦЕРНЫХ ЛИГАНДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТ ТАУРИНА

Смолобочкин А.В.<sup>1</sup>, кандидат химических наук  
[smolobochkin@iopc.ru](mailto:smolobochkin@iopc.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1470-8136>

Газизов А.С.<sup>1</sup>, доктор химических наук  
[agazizov@iopc.ru](mailto:agazizov@iopc.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9899-9606>

Фоменко Е.А.<sup>2</sup>, студент  
[lizafomenko16122004@gmail.com](mailto:lizafomenko16122004@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0003-0639-2404>

Дикушин Д.А.<sup>2</sup>, студент  
[dikushin04@mail.ru](mailto:dikushin04@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-8139-3017>

Бурилов А.Р.<sup>1</sup>, доктор химических наук, профессор  
[burilov@iopc.ru](mailto:burilov@iopc.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2938-7352>

Пудовик М.А.<sup>1</sup>, доктор химических наук, профессор  
[pudovik@iopc.ru](mailto:pudovik@iopc.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1557-7967>

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ Казанский научный центр РАН, г.Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Россия

**Аннотация.** Осуществлен синтез новых макроциклических и пинцерных лигандов, содержащих фрагмент таурина, взаимодействием бис(винилсульфонамида) с различными аминами. Спектры ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C записаны на спектрометрах Bruker Avance-600 с рабочей частотой 600 МГц относительно сигналов остаточных протонов дейтерированных растворителей или ядер углерода дейтерорастворителя (D<sub>2</sub>O, CDCl<sub>3</sub>, DMSO-*d*<sub>6</sub>). ИК-спектры записаны на Фурье-спектрометрах Vector22 фирмы Bruker в интервале 400-4000 см<sup>-1</sup>. Кристаллические образцы исследовались в таблетках KBr. Масс-спектры, полученные ионизацией электрораспылением (ESI) записаны на приборе Amazon X (Bruker Daltonik GmbH). Контроль полноты протекания реакций и чистоты синтезированных соединений проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках «Silufol UV-254», проявитель – УФ-облучение, пары йода. Температуры плавления определены на приборе X4 Melting-Point Apparatus. Элементный анализ соединений был выполнен на СНN-анализаторе фирмы Carlo Erba марки EA1108. Содержание галогенов определяли по методу Шенигера. Предложен удобный и простой в реализации метод синтеза, позволяющий в одну стадию получить производные бис(диарилпропана), основанный на кислотно-катализируемой реакции сесамола с бисацеталем. Следует отметить достаточно высокий выход продуктов, достигающий 90%. Несомненным преимуществом предложенных методов являются использование коммерчески доступных реагентов и высокий выход продукта.

**Ключевые слова:** таурин, макроциклы, реакция аза-Михаэля.

**Введение.** Последние десятилетия наблюдается интенсивное развитие химии макроциклических и пинцерных лигандов, сопровождающееся получением разнообразных по составу и строению структур. В этом ряду особый интерес представляют соединения, имеющие в составе ароматические фрагменты. Ароматический фрагмент обеспечивает жёсткость цикла и позволяет создавать молекулярные полости с определёнными пространственными характеристиками [1,2]. Присутствие в составе циклов гетероатомов, несущих неподелённые электронные пары, способствует образованию с их участием координационных соединений с переходными металлами [3,4].

Фрагмент таурина [5,6] представляет интерес для химиков-синтетиков как фармакофорная группа, придающая биологическую активность органическим соединениям. Так фрагмент таурина входит в состав таурохолевой кислоты, которая участвует в эмульгировании жиров [7]. Препарат Нетобимин используется при лечении гельминтозов у животных [8,9]. Весьма интересно, что Тауролидин является

противомикробным средством [10,11], но имеются исследования, где доказано, что этот препарат обладает противораковой активностью [12–14].

Целенаправленный синтез макроциклов представляет собой не тривиальную задачу. В качестве побочных соединений образуются олигомеры, полимеры и малые циклы. Чтобы уменьшить количество побочных реакций используют метод высокого разбавления и темплатный синтез [15,16]. Нами был выбран первый вариант, поскольку он прост в исполнении.

**Материалы и методы исследования.** Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  записаны на спектрометрах Bruker Avance-600 с рабочей частотой 600 МГц относительно сигналов остаточных протонов дейтерированных растворителей или ядер углерода дейтерорастворителя ( $\text{D}_2\text{O}$ ,  $\text{CDCl}_3$ ,  $\text{DMCO-}d_6$ ). ИК-спектры записаны на Фурье-спектрометрах Vector22 фирмы Bruker в интервале 400–4000  $\text{cm}^{-1}$ . Кристаллические образцы исследовались в таблетках KBr. Масс-спектры, полученные ионизацией электрораспылением (ESI) записаны на приборе Amazon X (Bruker Daltonik GmbH). Контроль полноты протекания реакций и чистоты синтезированных соединений проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинах «Silufol UV-254», проявитель – УФ-облучение, пары йода. Температуры плавления определены на приборе X4 Melting-Point Apparatus. Элементный анализ соединений был выполнен на СНН-анализаторе фирмы Carlo Erba марки EA1108. Содержание галогенов определяли по методу Шенигера.

**4,14-Дитиа-3,7,11,15-тетрааза-1,9(1,3)-добензенациклогексадекан-4,4,14,14-тетраоксид дихлорид (4·2HCl).** К смеси 3.26 г (20 ммоль) 2-хлорэтансульфонилхлорида **1** и 6 мл  $\text{Et}_3\text{N}$  в 100 мл хлористого метилена при охлаждении (5–8°C) добавляют 1.36 г (10 ммоль) [3-(аминометил)фенил]метанамина **2**. Реакционную смесь перемешивают при комнатной температуре 10 ч, после чего промывают насыщенным водным раствором гидрокарбоната натрия (3×10 мл), органическую часть отделяют и удаляют в вакууме. Полученный бис(винилсульфонамид) **4** без дополнительной очистки вовлечен в реакцию аза-Михаэля с 1.36 г (10 ммоль) [3-(аминометил)фенил]метанамином в 100 мл хлороформа. Реакционную смесь кипятят 12 ч, после чего растворитель удаляют в вакууме. Жёлтую смолу заливают 10 мл этанола и 1 мл концентрированной соляной кислоты, перемешивают при комнатной температуре 1 ч. Выпавший жёлтый порошок фильтруют и сушат в вакууме. Выход 1.26 г (28%), т.пл. >250°C. ИК спектр (KBr,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ ): 1142 ( $\text{SO}_2$ ), 1610 (Ar), 2950 (NH). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMCO-}d_6$ ),  $\delta$ , м. д.: 2.84–2.87 (4H,  $\text{CH}_2$ ), 3.66 с (4H,  $\text{CH}_2$ ), 3.70 с (4H,  $\text{CH}_2$ ), 4.13 с (4H,  $\text{CH}_2$ ), 7.17–7.20 м (2H, ArH), 7.23–7.29 м (6H, ArH). Масс-спектр (ESI-TOF),  $m/z$ : 227.3 [ $\text{M-2Cl+Na}$ ] $^+$ . Найдено (%): С, 53.18; Н, 6.44; N, 12.58; S, 14.37.  $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{Cl}_2\text{N}_4\text{O}_4\text{S}_2$ . Вычислено (%): С, 53.08; Н, 6.24; N, 12.38; S, 14.17.

**Общая методика синтеза соединений 5a-c.** К 0.6 г (2 ммоль) бис(винилсульфонамиду) **3** и 0.08 мл  $\text{Et}_3\text{N}$  в 100 мл хлороформа добавляют 4 ммоль амина. Реакционную смесь кипятят 48 ч, после чего растворитель удаляют в вакууме. Полученные соединения **5a-c** промывают 10 мл этилацетата. Продукты представляют собой белые порошки.

**$N,N^1$ -(1,3-Фениленбис(метилен))бис(2-(гексиламино)этан-1-сульфонамид) (5a).** Выход 0.20 г (30%), т. пл. 134–135°C. ИК спектр (KBr,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ ): 1149 ( $\text{SO}_2$ ), 1613 (Ar), 2957 (NH). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMCO-}d_6$ ),  $\delta$ , м. д.: 0.88 т (6H,  $\text{CH}_3$ ,  $^3J_{\text{HH}} = 6.7$  Гц), 1.13–1.36 м (16H,  $\text{CH}_2$ ), 2.88–3.07 м (4H,  $\text{CH}_2$ ), 3.46–3.73 м (8H,  $\text{CH}_2$ ), 4.17–4.30 м (4H,  $\text{CH}_2$ ), 7.27–7.30 м (2H, ArH), 7.35–7.38 м (1H, ArH), 7.40 с (1H, ArH), 8.05 (2H, уш с, NH), 8.91 (2H, уш с, NH). Найдено (%): С, 55.78; Н, 9.24; N, 11.00; S, 12.56.  $\text{C}_{24}\text{H}_{46}\text{N}_4\text{O}_4\text{S}_2$ . Вычислено (%): С, 55.57; Н, 8.94; N, 10.80; S, 12.36.

**$N,N^1$ -(1,3-Фениленбис(метилен))бис(2-((4-аминобутан)амино)этан-1-сульфонамид) (5b).** Выход 0.656 г (70%), т.пл. 218–219°C. ИК спектр (KBr,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ ): 1141 ( $\text{SO}_2$ ), 1614 (Ar), 2933 (NH). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMCO-}d_6$ ),  $\delta$ , м. д.: 1.11–1.24 м (8H,  $\text{CH}_2$ ), 1.42–1.61 м (8H,  $\text{CH}_2$ ), 2.77–2.81 м (8H,  $\text{CH}_2$ ), 4.18 д (4H,  $\text{CH}_2$ ,  $^2J_{\text{HH}} = 16.2$  Гц), 7.27 с (1H,

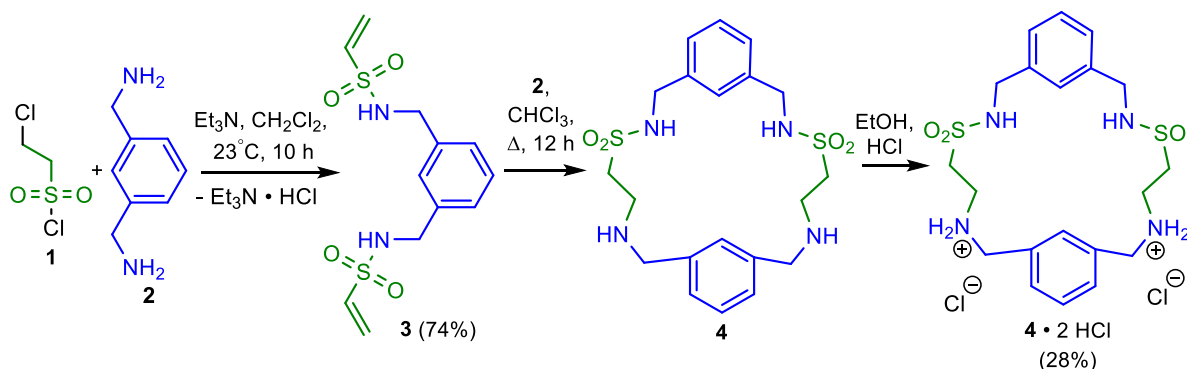
ArH), 7.32-7.34 м (3H, ArH). Найдено (%): C, 48.86; H, 8.38; N, 17.26; S, 13.31. C<sub>20</sub>H<sub>40</sub>N<sub>5</sub>O<sub>4</sub>S<sub>2</sub>. Вычислено (%): C, 48.76; H, 8.18; N, 17.06; S, 13.01.

**N,N<sup>1</sup>-(1,3-Фениленбис(метилен))бис(2-((3,3-диэтоксипропил)амино)этан-1-сульфонамид) (5c).** Выход 0.30 г (90%), смола желтого цвета. ИК спектр (KBr,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ ): 1142 (SO<sub>2</sub>), 1610 (Ar), 2950 (NH). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H (CDCl<sub>3</sub>),  $\delta$ , м. д.: 0.96 т (12H, CH<sub>3</sub>, <sup>3</sup>J<sub>NH</sub> = 7.2 Гц), 1.51-1.57 м (2H, CH<sub>2</sub>), 2.39-2.40 м (2H, CH<sub>2</sub>), 2.73-2.77 м (2H, CH<sub>2</sub>), 2.90-2.93 м (2H, CH<sub>2</sub>), 3.22-3.29 м (4H, CH<sub>2</sub>), 3.36-3.44 м (4H, CH<sub>2</sub>), 4.03-4.05 м (4H, CH<sub>2</sub>), 4.31 т (2H, CH, <sup>3</sup>J<sub>NH</sub> = 5.6 Гц), 7.01-7.05 м (3H, ArH), 7.21 с (1H, ArH). Найдено (%): C, 51.40; H, 8.44; N, 9.38; S, 10.37. C<sub>26</sub>H<sub>50</sub>N<sub>4</sub>O<sub>8</sub>S<sub>2</sub>. Вычислено (%): C, 51.13; H, 8.25; N, 9.17; S, 10.50.

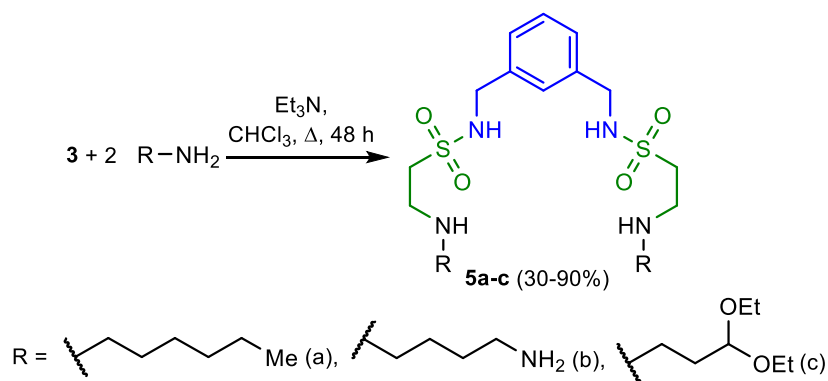
**N,N<sup>1</sup>-(1,3-Фениленбис(метилен))бис(азандил)бис(сульфонил)бис(3,3-бис(6-гидроксибензо[*d*][1,3]диоксол-5-ил)пропан-1-аммоний) дитрифторацетат (6).** К 0.6 г (1 ммоль) бис(винилсульфонамиду) **5b** и 2 мл трифторуксусной кислоты в 40 мл хлороформа добавляют 0.4 г (4 ммоль) сесамола. Реакционную смесь перемешивают при комнатной температуре в течение 12 ч, после чего растворитель удаляют в вакууме. Полученный продукт **6** промывают 10 мл этилацетата. Выход 0.50 г (83%), т. пл. 104-105°C. ИК спектр (KBr,  $\nu/\text{cm}^{-1}$ ): 1141 (SO<sub>2</sub>), 1629 (Ar), 2918 (NH). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H (DMCO-*d*<sub>6</sub>),  $\delta$ , м. д.: 2.13-2.22 м (4H, CH<sub>2</sub>), 2.82-2.93 м (4H, CH<sub>2</sub>), 3.21-3.34 м (8H, CH<sub>2</sub>), 4.08-4.25 м (4H, CH<sub>2</sub>), 4.46 т (2H, CH, <sup>2</sup>J<sub>NH</sub> = 8.0 Гц), 5.82-5.90 м (8H, CH<sub>2</sub>), 6.43 с (4H, ArH), 6.67 с (4H, ArH), 7.21-7.38 м (3H, ArH), 7.98 с (1H, ArH). Найдено (%): C, 56.52; H, 5.64; N, 5.79; S, 6.74. C<sub>46</sub>H<sub>52</sub>N<sub>4</sub>O<sub>16</sub>S<sub>2</sub>. Вычислено (%): C, 56.32; H, 5.34; N, 5.71; S, 6.54.

**Результаты и обсуждение.** Синтез исходного соединения **3** осуществляли взаимодействием 2-хлорэтилсульфонилхлорида **1** с [3-(аминометил)фенил]метанаминном **2** в дихлорметане в присутствии триэтиламина был получен бис(винилсульфонамид) **3**. Последующее присоединение второй молекулы [3-(аминометил)фенил]метанамина по реакции аза-Михаэля в кипящем хлороформе привело к макроциклу **4**, который растворили в этаноле и добавили соляную кислоту. Для уменьшения побочных продуктов мы использовали метод высокого разбавления. Выпавший осадок фильтровали, что позволило выделить макроцикл **4** в виде гидрохлорида (Схема 1). Для уменьшения побочных продуктов мы использовали метод высокого разбавления. Это позволило выделить продукт с выходом 28%. Следует отметить, что образование соли **4** · HCl происходит исключительно по вторичной аминогруппе. Для амидного атома азота (-NHSO<sub>2</sub>-) образование солей не характерно.

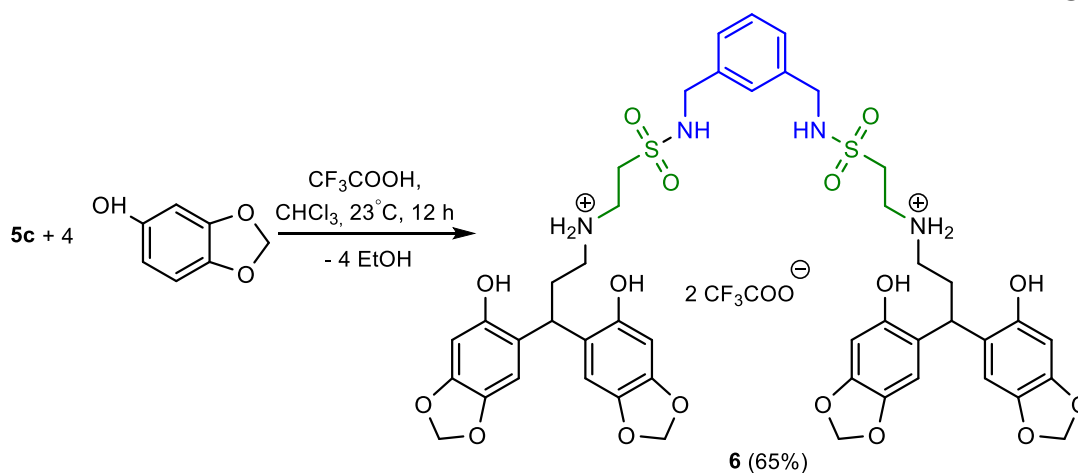
Схема 1



Использование 1-гексилamina, 1,4-диаминобутана и 3,3-диэтоксипропан-1-амина в реакции с соединением **3** позволило получить пинцерные лиганды **5a-c** с выходами, достигающим 90% (Схема 2).



По аналогии с уже разработанной ранее методикой [17], нами было впервые осуществлено взаимодействие бисацетала **5c** с сесамолом в хлороформе в присутствии трифторуксусной кислоты при соотношении реагентов 1:4. Продуктом этой реакции оказался новый диарилметан **6**, выход которого составил 65% (Схема 3). Интересно отметить, что полученное соединение имеет в своём составе четыре фрагмента сесамола.



**Заключение.** Таким образом, на основе реакции аза-Михаэля между аминами и бис(винилсульфонамидом) нами был разработан новый метод синтеза макроциклических и пинцерных лигандов. Предложен удобный и простой в реализации метод синтеза, позволяющий в одну стадию получить производные бис(диарилпропана), основанный на кислотно-катализируемой реакции сесамола с бисацеталем. Следует отметить достаточно высокий выход продуктов, достигающий 90%. Несомненным преимуществом предложенных методов являются использование коммерчески доступных реагентов и высокий выход продукта.

**Благодарности.** Авторы благодарят ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН за техническую поддержку проведенных исследований.

#### Литература:

- [1] **Rajakumar, P.** Dhanasekaran M. Synthesis of Intra-Annularly Functionalized Cationic Pyridinophanes. *Tetrahedron*, – 2002. – 58. – С. 1355–1359. doi:10.1016/S0040-4020(01)01226-1.
- [2] **Stetson, C.M.,** Nishikawa, S., Purkiss D.W., Dalley N.K., Bartsch R.A. Synthesis and Evaluation of New Ditopic Cyclophane Receptors for Benzoic Acid. *J. Phys. Org. Chem*, 2005, 18, 1107–1115, doi:10.1002/poc.981.
- [3] **McKie, R.,** Murphy, J.A., Park, S.R., Spicer, M.D., Zhou, S. Homoleptic Crown N-Heterocyclic Carbene Complexes. *Angew. Chemie Int. Ed*, 2007, 46, 6525–6528,

doi:10.1002/anie.200702138.

[4] **Maltceva, O.V.**, Chizhova, N.V., Kumeev, R.S., Mamardashvili, N.Z. Tetraphenyltetraazaporphyrates of Ni(II), Pd(II), Pt(II) and Pt(IV). *Macroheterocycles*, 2017, 10, 68–71, doi:10.6060/mhc160541c.

[5] **Schuller-Levis, G.B.**, Park, E. Taurine: New Implications for an Old Amino Acid. *FEMS Microbiol. Lett*, 2003, 226, 195–202, doi:10.1016/S0378-1097(03)00611-6.

[6] **Brosnan, J.T.**, Brosnan, M.E. The Sulfur-Containing Amino Acids: An Overview. *J. Nutr.* 2006, 136, 1636S-1640S, doi:10.1093/jn/136.6.1636S.

[7] **Anwer, M.S.** Cellular Regulation of Hepatic Bile Acid Transport in Health and Cholestasis. *Hepatology*, 2004, 39, 581–590, doi:10.1002/hep.20090.

[8] **Richards, L.**, Zimmerman, G., Nelson, M., Schons, D., Dawley, S. The Anthelmintic Efficacy of Netobimin against Experimental Infections of *Fasciola Hepatica* in Sheep. *Vet. Parasitol*, 1987, 26, 71–77, doi:10.1016/0304-4017(87)90077-X.

[9] **Lanusse, C.E.**, Prichard, R.K. Pharmacokinetic Behaviour of Netobimin and Its Metabolites in Sheep. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 1990, 13, 170–178, doi:10.1111/j.1365-2885.1990.tb00765.x.

[10] **Bradshaw, J.H.**, Puntis J.W. Taurolidine and Catheter-Related Bloodstream Infection: A Systematic Review of the Literature. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr*, 2008, 47, 179–186, doi:10.1097/MPG.0b013e318162c428.

[11] **O’Grady, N.P.**, Alexander, M., Burns, L.A., Dellinger, E.P., Garland, J., Heard, S.O., Lipsett, P.A., Masur, H., Mermel, L.A., Pearson, M.L., et al. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *Clin. Infect. Dis.* 2011, 52, e162–e193, doi:10.1093/cid/cir257.

[12] **McCourt, M.**, Wang, J.H., Sookhai, S., Redmond, H.P. Taurolidine Inhibits Tumor Cell Growth In Vitro and In Vivo. *Ann. Surg. Oncol.* 2000, 7, 685–691, doi:10.1007/s10434-000-0685-6.

[13] **Jacobi, C.A.**, Menenakos, C., Braumann, C. Taurolidine—a New Drug with Anti-Tumor and Anti-Angiogenic Effects. *Anticancer. Drugs*, 2005, 16, 917–921, doi:10.1097/01.cad.0000176502.40810.b0.

[14] **Neary, P.M.**, Hallihan, P., Wang, J.H., Pfirrmann, R.W., Bouchier-Hayes, D.J., Redmond, H.P. The Evolving Role of Taurolidine in Cancer Therapy. *Ann. Surg. Oncol.* 2010, 17, 1135–1143, doi:10.1245/s10434-009-0867-9.

[15] **Marti-Centelles, V.**, Pandey, M.D., Burguete, M.I., Luis, S.V. Macrocyclization Reactions: The Importance of Conformational, Configurational, and Template-Induced Preorganization. *Chem. Rev.* 2015, 115, 8736–8834, doi:10.1021/acs.chemrev.5b00056.

[16] **Marsault, E.**, Peterson, M.L. Macrocycles Are Great Cycles: Applications, Opportunities, and Challenges of Synthetic Macrocycles in Drug Discovery. *J. Med. Chem.* 2011, 54, 1961–2004, doi:10.1021/jm1012374.

[17] **Smolobochkin, A.V.**, Gazizov, A.S., Yakhshilikova, L.J., Bekrenev, D.D., Burilov, A.R., Pudovik, M.A., Lyubina, A.P., Amerhanova, S.K., Voloshina, A.D. Synthesis and Biological Evaluation of Taurine-Derived Diarylmethane and Dibenzoxanthene Derivatives as Possible Cytotoxic and Antimicrobial Agents. *Chemistry & Biodiversity*, 2022, 19, e202100970, doi:10.1002/cbdv.202100970.

## ТАУРИН ФРАГМЕНТИ БАР МАКРОЦИКЛДІ ЖӘНЕ ПИНЦЕР ЛИГАНДТАРЫНЫҢ СИНТЕЗИ

**Смолобочкин А.В.**<sup>1</sup>, химия ғылымдарының кандидаты

**Газизов А.С.**<sup>1</sup>, химия ғылымдарының докторы

**Фоменко Е.А.**<sup>2</sup>, студент

**Дикушин Д.А.**<sup>2</sup>, студент

**Бурилов А.Р.**<sup>1</sup>, химия ғылымдарының докторы, профессор

**Пудовик М.А.**<sup>1</sup>, химия ғылымдарының докторы, профессор

<sup>1</sup>А.Е. Арбузов атындағы органикалық және физикалық химия институты РФА Қазан Ғылыми орталығы, Қазан қ., Ресей

<sup>2</sup>Қазан Федералдық университеті, Қазан қ., Ресей

**Аннотация.** Таурин фрагменті бар жаңа макроциклді және пинцер лигандтарының синтезі, бис(винилсульфонамид) әртүрлі аминдермен әрекеттесуі арқылы жүзеге асырылады. <sup>1</sup>H және <sup>13</sup>C ЯМР спектрлері жұмыс жиілігі 600 МГц болатын Bruker Avance-600 спектрометрлерінде



дейтерленген еріткіштердің қалдық протондарының немесе дейтероеріткіштің көміртегі ядроларының ( $D_2O$ ,  $CDCl_3$ ,  $DMCO-d_6$ ) сигналдарына қатысты жазылған. ИҚ спектрлері Bruker фирмасының Vector22 Фурье спектрометрлерінде  $400-4000\text{ см}^{-1}$  аралықта жазылған. Кристалдық үлгілер KBr таблеткаларында зерттелді. Электроспрей иондануынан (ESI) алынған Масс-спектрлер Amazon X (Bruker Daltonik GmbH) құрылғысында жазылған. Реакциялардың толықтығын және синтезделген қосылыстардың тазалығын бақылау «Silufol UV-254» пластиналарында жұқа қабатты хроматография (ЖҚХ) әдісімен жүргізілді, әзірлеуші – ультракүлгін сәулелену, йод булары. Балку температурасы X4 Melting-Point Apparatus құрылғысында анықталады. Қосылыстардың элементтік талдауы EA1108 маркалы Carlo Erba фирмасының CHN-анализаторы орындалды. Галогендердің құрамы Шенигер әдісімен анықталды. Сесамолдың бисацеталмен қышқыл-катализделген реакциясына негізделген бис(диарилпропан) туындыларын бір сатыда алуға мүмкіндік беретін ыңғайлы және іске асыру оңай синтез әдісі ұсынылды. Айта кету керек, өнімнің жеткілікті жоғары өнімділігі 90%-ға жетеді. Ұсынылған әдістердің сөзсіз артықшылығы - коммерциялық қол жетімді реагенттерді пайдалану және өнімнің жоғары өнімділігі.

**Тірек сөздер:** таурин, макроциклдер, аза-Михаэл реакциясы.

## SYNTHESIS OF MACROCYCLIC AND PINCER LIGANDS CONTAINING THE TAURINE FRAGMENT

**Smolobochkin A.V.**<sup>1</sup>, Candidate of Chemical Sciences

**Gazizov A.S.**<sup>1</sup>, Doctor of Chemical Sciences

**Fomenko E.A.**<sup>2</sup>, student

**Dikushin D.A.**<sup>2</sup>, student

**Burilov A.R.**<sup>1</sup>, Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Pudovik M.A.**<sup>1</sup>, Doctor of Chemical Sciences, Professor

<sup>1</sup>*Institute of Organic and Physical Chemistry named after A.E. Arbuzov, Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan city, Russia*

<sup>2</sup>*Kazan Federal University, Kazan city, Russia*

**Annotation.** The synthesis of new macrocyclic and pincer ligands containing a taurine fragment was carried out by reacting bis(vinylsulfonamide) with various amines.  $^1H$  and  $^{13}C$  NMR spectra were recorded on Bruker Avance-600 spectrometers with an operating frequency of 600 MHz relative to the signals of residual protons of deuterated solvents or carbon nuclei of deuterated solvent ( $D_2O$ ,  $CDCl_3$ ,  $DMCO-d_6$ ). IR spectra were recorded on Vector22 Fourier spectrometers from Bruker in the range  $400-4000\text{ см}^{-1}$ . Crystalline samples were studied in KBr pellets. Electrospray ionization (ESI) mass spectra were recorded on an Amazon X instrument (Bruker Daltonik GmbH). The completeness of the reactions and the purity of the synthesized compounds were monitored by thin-layer chromatography (TLC) on «Silufol UV-254» plates, developer - UV irradiation, iodine vapor. Melting points were determined using an X4 Melting-Point Apparatus. Elemental analysis of the compounds was performed on a CHN analyzer from Carlo Erba brand EA1108. The halogen content was determined using the Schöniger method. A convenient and easy-to-implement synthesis method has been proposed, which allows the preparation of bis(diarylpropane) derivatives in one step, based on the acid-catalyzed reaction of sesamol with bisacetal. It should be noted that the yield of products is quite high, reaching 90%. The undoubted advantage of the proposed methods is the use of commercially available reagents and high product yield.

**Keywords:** taurine, macrocycles, azo-Michael reaction.

## ТАЛШЫҚТЫ ШИКІЗАТТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІ ЖАҒДАЙЫН АНЫҚТАУ

Қайырбеков Н.<sup>1</sup>, магистрант

[narimankaiyrbekov@gmail.com](mailto:narimankaiyrbekov@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-2408-5005>

Ақатан Қ.<sup>1</sup>, PhD

[ahnur.hj@mail.ru](mailto:ahnur.hj@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3172-623X>

Қабдрахманова С.<sup>2</sup>, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

[sanaly33@mail.ru](mailto:sanaly33@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5760-2967>

Қуанышбеков Т.<sup>1</sup>, PhD

[kuanyshbekov\\_17@mail.ru](mailto:kuanyshbekov_17@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2336-3678>

Шаймардан Е.<sup>3</sup>, PhD

[esbol\\_shay@mail.ru](mailto:esbol_shay@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3173-0220>

Болатқан Д.<sup>1</sup>, докторант

[chilibayeva35@gmail.com](mailto:chilibayeva35@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0004-8227-952>

Сағдоллин Ж.<sup>1</sup>, ғылыми қызметкер

[zhandossagdollin@gmail.com](mailto:zhandossagdollin@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6389-6826>

<sup>1</sup>С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,

Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Композиттік материалдар ғылыми орталығы, Алматы қ., Қазақстан

**Андатпа.** Кеңсе қағазы мен макулатураны қайта өңдеу қоршаған ортаға тигізетін кесірін азайтуда және құнды ресурстарды сақтап қалуда маңызды рөл атқарады. Мақалада осы қағаз материалдарын тиімді қайта өңдеуге әсер ететін тиімді параметрлерді анықтауға және бағалауға бағытталған кешенді зерттеуді ұсынады. Кең көлемді әдебиеттерді шолу және эмпирикалық зерттеулер арқылы біз қайта өңдеу процесінің сапасы мен тиімділігіне әсер ететін негізгі факторларды бағалаймыз. Қағаз массаларын баспа бояуларынан тазарту мақсатында әр түрлі еріткіштер қолданылды. Алынған еріткіштердің арасынан натрий гидроксидінің 5% ерітіндісі мен натрий карбонатының 20% ерітіндісінің шикізатпен 1/15 г/мл қатынасы тиімді екендігі анықталды. Тазартылып, өңделген қағаз массаларынан крахмалды қолдана отырып, қағаз парақтары алынды. Алынған қағаз парақтарының химиялық құрылысы FTIR, беттік морфологиясы оптикалық микроскопта зерттеліп, нәтижесінде қайта өңдеуден кейінде шикізаттың химиялық құрылымы мен талшықтық морфологиясы өзгермейтіндігі анықталды. Зерттеу барысында 5% NaOH қолданып тазартылған шикізаттан алынған қағаздың сапа көрсеткіштері мен механикалық беріктілігі жоғары болды. Қорытындылай келе, бұл мақала кеңсе қағазы мен макулатураны қайта өңдеуге әсер ететін параметрлерді түсіну және оңтайландыру маңыздылығын көрсетеді. Осы параметрлерді анықтау және тиісті шараларды қабылдау арқылы мүдделі тараптар қайта өңдеудің жоғары қарқынына, қоршаған ортаға әсердің төмендеуіне және қағаз қалдықтарын басқарудың неғұрлым тұрақты болашағына қол жеткізу үшін бірлесіп жұмыс істей алады.

**Тірек сөздер:** макулатура, целлюлоза-қағаз өндірісі, қайта өңдеу, кеңсе қағазы, целлюлоза.

**Кіріспе.** Әлемдік экономика мен өндіріс саласында тұтынушылық сұранысты қанағаттандыру үшін қайта өңделген талшықты материалдарды кеңінен қолдануға деген қызығушылық арта түсті. Әсіресе 70-ші жылдардың басында мұнай және басқада энергетикалық ресурстар үшін бағаның бірнеше есеге өсуінің әсерінен кейін күшейе түсті [1-3]. Сондықтан, орман қоры аз әлемнің көптеген дамыған елдері картон мен қағаздың құрамындағы талшықтарды қайта өңдеудің үлесін күрт арттыра бастады [4,5]. Сонымен қатар, ағаш шикізаттарынан целлюлозалық талшықты алу барысында туындайтын экологиялық проблемалардың күн санап өсуіне байланысты қағаз өндірісінде қайта өңделген талшықтың маңызы жоғарлады. Бұл 90 жылдардан бастап газет, жоғары сапалы полиграфия қағаздары өнеркәсібінің көптеген салаларының қалдықтарын қайта өңдеу

үшін сұрыптауды қалыптастыра бастады [6-10]. Осыған байланысты макулатураны қолданудың күрт өсуі ірі және стратегиялық маңызы бар макулатура бизнесінің пайда болуына әкелді және қағаз өнеркәсібі үшін жаңа шикізат көздерін ашты. Әлемде қағаз өнімдерінің ішінде қайта өңделген талшықтардың үлесі 2015 жылы 45% дейін жеткен [11]. Алдағы 3 жылда АҚШ-тың целлюлоза-қағаз өнеркәсібінде макулатураны пайдаланудың мөлшері табиғи талшықты жартылай фабрикаттарды қолданудан екі есе жоғары болатындығы жоспарланған [12,13]. Бұл өз кезегінде экологиялық және экономикалық жақтан артықшылықтар береді. Дәлірек айтқанда, целлюлоза-қағаз өндірісінің негізгі шикізат көзі ағаш екендігін ескерсек, макулатураны қолдану ағаш шикізатына сұранысты азайтумен қатар, ағаш қорының азаюына қарсы және экологиялық балансты сақтауға оң әсер етеді. Сонымен қатар, ағаш шикізатымен салыстырғанда өзіндік құны арзан және қосымша өңдеу ресурстарын қажет етпейді [14,15]. Сондай-ақ, алынған өнімнің өзіндік құнының төмендеуі мен өндірістік қалдықтарды қайта өңдеуге мүмкіндік береді.

Дүние жүзінде макулатураны жинау, қайта өңдеп, қалдықтарды кәдеге жарату қоршаған ортаны қорғау мәселесіндегі шешудің маңызды факторы. Жекелеген елдерде макулатура жинау статистикасы олардың қоршаған ортаға жауапкершілікпен қарауға дайындығының көрсеткіші бола алады. 2021 жылы Қытай әлемдегі ең ірі қағаз өнімдерін өндіруші және тұтынушы болып қала береді және 68 миллион тонна қағаз бен картон қалдықтарын жинады, бұл жалпы әлемдік көлемнің 67,4% құрайды. Үндістан қағаз бен картон қалдықтарын жинау бойынша әлемде екінші орында, 2021 жылы 25,8 миллион тонна жинады, бұл жалпы әлемдік көлемнің 25,6% құрайды. 2021 жылы АҚШ қағаз бен картон қалдықтарын жинау бойынша әлемде үшінші орында, 20,3 миллион тонна жинады, бұл жалпы әлемдік көлемнің 20% құрайды [16].

Еуропада 2021 жылы макулатура жинау бойынша ең белсенді Германия, Франция, Италия және Ұлыбритания елдері. Германияда 16,5 миллион тонна макулатура, Францияда 7,8 миллион тонна, Италияда 5,2 миллион тонна, Ұлыбританияда 4,9 миллион тонна жиналды [17]. Ресейде 2021 жылы шамамен 4 миллион тонна макулатура жиналды. Бразилияда 3,1 миллион тонна макулатура, ал Оңтүстік Африкада 1,5 миллион тонна макулатура жиналды [18,19].

Research And Markets.com. компаниясының есебіне сәйкес жаһандық макулатураны қайта өңдеу нарығы 2017 жылы 45,1 миллион тоннадан 53,7 миллион тоннаға дейін өседі деп күтілуде 2023 жылы, бұл әлемде макулатураны қайта өңдеуге деген қажеттіліктің артып келе жатқанын көрсетеді [20].

Ал, Қазақстанда әр жыл сайын 4,5-5 млн тонна тұрмыстық қатты қалдықтар шықса, оның 16% макулатураға тән болған. Елімізде макулатураны жинау мен сатып алу көрсеткіші өте төмен. Макулатураның тек 1,5% жинау пункттері арқылы жиналады [21]. Осыған орай 2016-2020 жылдар аралығында жасалған статистикаға сүйенсек қайта өңделген макулатура мөлшері 2016 жылы 290 мың тонна болса, 2020 жылы тек 346 мың тоннаға жетті [22]. Бұл Қазақстанда түзілген макулатураның 38.1% ғана құрайды. Бұл қайта өңдеу өндірісі төмен дамуымен, отандық технологияның жоқ болуына байланысты болып табылады. Сонымен қатар, соңғы уақыттағы геосаяси өзгерістерге байланысты импортталатын қағаз өнімдерінің бағасы күрт жоғарлағандығы белгілі. Және де еліміз ағаш жамылғысы тапшы ел екендігін ескерсек, қағаз өндірісінде екіншілік шикізаттарды өңдей отырып, отандық технологияны әзірлеудің өте өзекті екендігін көреміз. Бұл болашақта импортқа тәуелділікті бәсеңдетуге оң әсер ететіндігі анық.

Макулатурадан целлюлоза мен қағазға өндіру үшін өңдеуден бұрын алдын ала өңдеу - ағарту жүргізіледі. Алдын ала өңдеу нәтижесінде макулатураның құрамындағы әр түрлі ластаушы, ұлы заттарды, соның ішінде соңғы өнімнің сапасы мен түсіне кері әсер етуі мүмкін бояғыштарды кетіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ қайта өңдеу процесінің тиімділігін арттыруға материалдар мен энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Алынған өнімнің сапасы мен тазалығын арттып, нарықта өзіндік құны жоғарлайды [23-25].

Макулатураны ағартудың негізгі әдістерінің бірі – хлорды қолдану, бірақ ол қоршаған ортаға және адамдардың денсаулығына зиянды болғандықтан, қазіргі уақытта альтернативті ағарту әдістерді қарастыру өзектілігі артуда. Сондай-ақ, макулатураны бояғыштардан тазарту үшін флотация, сүзу, сорбция, экстракция және т.б. сияқты әртүрлі физикалық және химиялық әдістер қолданылады. Осылайша, бояғыштарды тазарту үшін макулатураны алдын ала өңдеу жоғары сапалы целлюлоза мен қағазды өндірудегі және қоршаған ортаға зиянды әсерін азайтудың маңызды факторы болмақ [26-28].

Сондықтан, жоғарыда айтылған ақпаратты ескере отырып, кеңсе қағаз қалдықтарын қайта өңдеу, тұрмыс-техникалық, өндірістік, медициналық және т.б. бағытта қолдануға болатын қағаз өнімдерін алудың тиімді әдістерін анықтау және алынған қағаздың қасиеттерін зерттеу осы жұмыстың негізгі мақсаты болып табылады.

### **Зерттеу материалдары мен әдістемесі.**

#### **2.1. Материалдар**

Зерттеуге жүгері крахмалы (ГОСТ 32159-2013), натрий гидроксиді (ГОСТ 4328-77), натрий карбонаты (ГОСТ 32159-2013), тұз қышықылы (ГОСТ 857-88), ацетон (ГОСТ 2768-84), натрий гидрокарбонаты (ГОСТ. 2156-76), натрий ацетаты (ГОСТ 199-78), натрий нитраты (ГОСТ 828-77), дистилденген су қолданылды. Барлық реагенттер қосымша тазартусыз қолданылды.

#### **Зерттеу әдістері**

1.2 Макулатураны баспа бояуларынан тазартуға арналған тиімді еріткішті анықтау

Шикізат ретінде алынған макулатура алдымен зертхана диірменінде (Stegker LM-500, Ресей) ұнтақталды. Дайын болған шикізатты сумен 1/20, 1/30, 1/40, 1/50, 1/60 г/мл қатынастарда араластырып, 40°C температурада 30 мин бойы біртекті суспензия түзілгенше магнитті араластырғышпен 960 айн/мин жылдамдықта үздіксіз араластырылды.

Алынған біртекті суспензияны баспа бояуларынан тазарту үшін натрий гидроксиді, тұз қышықылы, ацетон, натрий ацетаты, натрий гидрокарбонаты, натрий карбонаты, натрий нитраты қолданылды. Аталған еріткіштердің ішінен тиімдісін анықтау үшін барлық реагенттердің 20% сулы ерітінділері дайындалып, бастапқы суспензия дайындауға өлшеніп алынған қағаздың массасын есепке ала отырып қағаз/еріткіш 1/10 г/мл қатынасында араластырылды. Қағаздың судағы біркелкі суспензиясына реагенттердің сулы ерітінділері қосылып, 40 °C температурада 60 мин бойы магнитті араластырғышпен 960 айн/мин жылдамдықта үздіксіз араластырылды. Алынған қағаз массалары кептіргіш шкафта (ШС-80, Ресей) 80 °C температурада 2 сағат кептірілді.

1.3 Макулатураны баспа бояуларынан тазартуға арналған еріткіш ерітінділерінің тиімді концентрациясымен қатынасын анықтау.

1.2 бөлімдегі әдістеме бойынша NaOH және Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> тиімді еріткіш екендігі анықталды. Келесі этапта анықталған тиімді еріткіштердің макулатураны баспа бояуларынан тазартуға арналған нақты концентрациясы анықталды. Ол үшін ұнтақталған қағаз массасын сумен 1/40 г/мл қатынастарда араластырып, 40 °C температурада 30 мин бойы біртекті суспензия түзілгенше магнитті араластырғышпен 960 айн/мин жылдамдықта үздіксіз араластырылды. Кейін NaOH және Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5%; 10%; 15%; 20% сулы ерітінділері дайындалып, бастапқы суспензия дайындауға өлшеніп алынған қағаздың массасын есепке ала отырып қағаз/еріткіш 1/5, 1/10, 1/15, 1/20 г/мл қатынастарында араластырылды. Қағаздың судағы суспензиясына жоғарыда айтылып кеткен ерітінділер қосылып, 40°C температурада 60 мин бойы магнитті араластырғышпен 960 айн/мин жылдамдықта үздіксіз араластырылды. Тазартылған қағаз массаларын дистилденген сумен жуып, кептіргіш шкафта (ПЧС-200 Таглер, Ресей) 80 °C температурада 2 сағат кептірілді.

1.5 Баспа бояуларынан толық тазартылған макулатура құрамындағы  $\alpha$ -целлюлозаның мөлшерін анықтау

Тазартылған макулатураның құрамындағы  $\alpha$ -целлюлоза МЕМСТ 12014-88 бойынша анықталды.

1.6 Баспа бояуларынан толық тазартылған макулатура мен байланыстырушы агенттің (БА) тиімді қатынасын анықтау.

Байланыстырушы агент ретінде [29, 30] зерттеулердегі әдістемеге сүйене отырып 1% крахмалдың ерітіндісі алынды. Қағаз парағын алу үшін баспа бояуынан тазартылған қағаз массасын 1% крахмал ерітіндісімен қағаз/БА 30 1/5, 1/7.5, 1/15 г/мл қатынастарында 40°C температурада 960 айн/мин жылдамдықта магнитті араластырғышта 30 минут бойы үздіксіз араластырылды. Дайын болған қағаз массаларын дөңгелек диск тәрізді қалыпқа құйылып, кептіргіш шкаф арқылы (ПЧС -200 Таглер, Ресей) 80 °C температурада 2 сағат кептірілді.

1.7 Алынған қағаз парақтарының сапалық көрсеткіштерін анықтау.

Алынған қағаз парақтарының қалыңдығы тығыздығы және нақты көлемі ИСО 534-2012 бойынша, ылғалдылығы МЕМСТ 13525.19-91, күлділігі МЕМСТ 7629-77 бойынша анықталды.

1.8 ИҚ-спектроскопия

Алынған қағаз парақтарының химиялық құрылымы ИҚ-спектрометрі (FTIR-801 Simex, Ресей) арқылы анықталды. Зерттеу барысы 25°C температурада, толқын саны 500-4000  $\text{см}^{-1}$  аралықта 1  $\text{см}^{-1}$  дәлдікпен, универсалды приставка көмегімен 100 скан санын қою арқылы жүргізілді.

1.9 Алынған қағаз парақтарының беттік морфологиясы

Қағаз парақтарының беттік морфологиясыноптикалық микроскопта (Альтами МЕТ 5С ОЭМ, Ресей) 5/0.12 объективімен, цифрлы окулярлы камерасы арқылы жарықты астынан беру режимінде түсірілді.

1.10 Алынған қағаздың механикалық беріктігін анықтау

Зерттеу әмбебап сынақ машинасында (TIME WDW-E5, Қытай) жүргізілді. Зерттеу барысы ИСО 1924-1-96 сәйкес алынған қағаз парақтарынан 100x25 мм үлгілер дайындалып, 25°C температурада 0.5 Н/минут жүктемемен 1-100 Н аралықта сыналды.

**Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.**

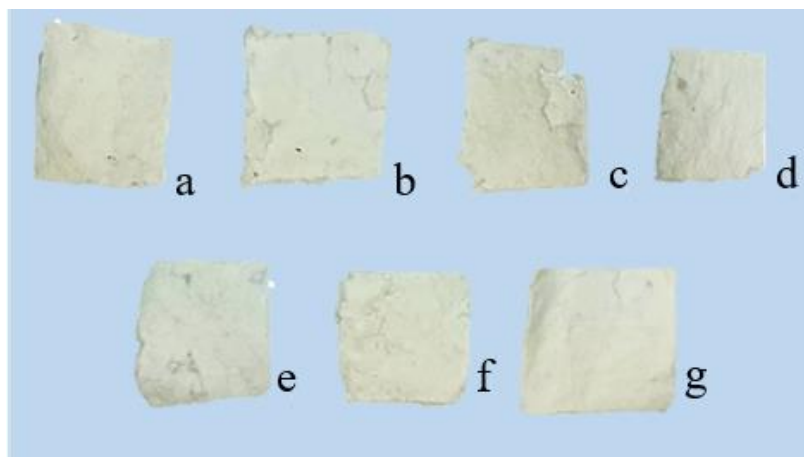
2.1 Макулатураны баспа бояуларынан тазартуға арналған тиімді еріткішті анықтау

Макулатураны баспа бояуларынан тазарту мақсатында тандалған еріткіш ерітінділерімен өңдегеннен кейін алынған макулатура 1-суретте көрсетілген. Еріткіштердің 20% сулы ерітінділерімен өңделгеннен кейін, бастапқы шикізаттың органолептикалық қасиеттерінде өзгерістер пайда болды. Тұз қышықылы, ацетон, натрий ацетаты, натрий гидрокарбонаты, натрий нитраты ерітінділерімен өңделген макулатураның түсіне қарап, баспа бояуларынан толық тазармағанын және біршама сарғайғаны байқалды (1-сурет). Бұл еріткіштермен өңделген шикізат массаларын тазарту мен түсін ағарту үшін қосымша өңдеуді қажет ететіндігін көреміз. Сондықтан бұл еріткіштер макулатураны баспа бояуларынан тазартуда тиімсіз деп танылды. Ал, натрий гидроксиді, натрий карбонаты ерітінділерімен өңделген макулатура басқаларымен органолептикалық қасиеттері бойынша салыстырмалы түрде баспа бояуларынан тазартылған, тегіс және ақ түсті болды. [31, 32] зерттеулерде қағаз қалдықтарын бояудан тазарту үшін әр түрлі жуғыш заттар мен беттік белсенді заттарды, рН ортасын өзгерту, флотация секілді бірнеше сатылы әдістерді қолданылған. Ал, осы зерттеуде анықталған NaOH және  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  еріткіштерінің жақсы тазарта алатындығы белгілі болды.

2.2 Макулатураны баспа бояуынан тазартуға арналған NaOH және  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  тиімді концентрациялары және қатынастары.

2.1 бөлімде алынған нәтиже бойынша макулатураны баспа бояуынан тазартуда NaOH және  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  еріткіштері тиімді екендігі анықталды. Келесі сатыда осы еріткіштердің тиімді концентрацияларын макулатура/еріткіш 1/10 г/мл қатынасында 5%;

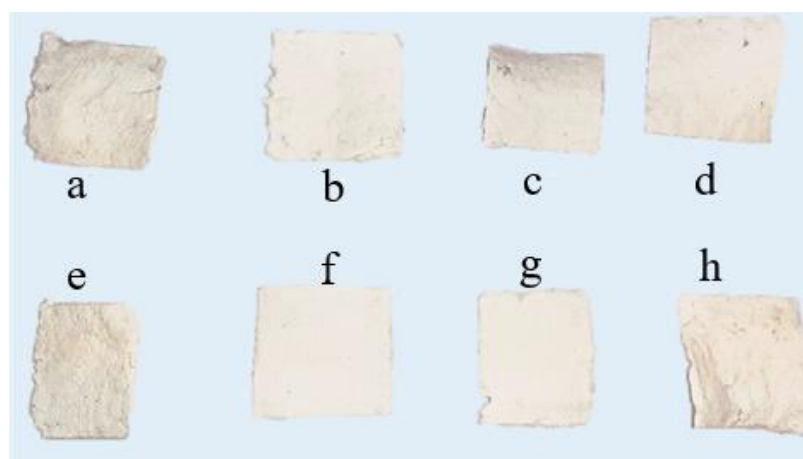
10%; 15%; 20% концентрациялары алынды. Нәтижесінде, NaOH-тың барлық концентрациялары жақсы тазартатындығы анықталды. Сондықтан, экономикалық және экологиялық жағын ескере отырып NaOH-тың 5% ерітіндісі тиімді деп таңдалды (2-сурет).



**1-сурет – Баспа бояуынан тазартылған макулатура массалары (a - натрий гидроксиді; b - ацетон; c - натрий нитраты; d - тұз қышқылы; e - натрий ацетаты; f - натрий гидрокарбонаты; g-натрий карбонаты.)**

Ал,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ның әр түрлі концентрациялы сулы ерітінділерімен тазарту арқылы алынған қағаз массаларының органолептикалық қасиетіне сүйене отырып,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20% ерітіндісі тиімді екендігі анықталды.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20% ерітіндісімен өңделген қағаз массалары қалғандарына қарағанда баспа бояларынан толық тазарумен, түсінің толық ағаруымен ерекшеленеді (2-сурет).

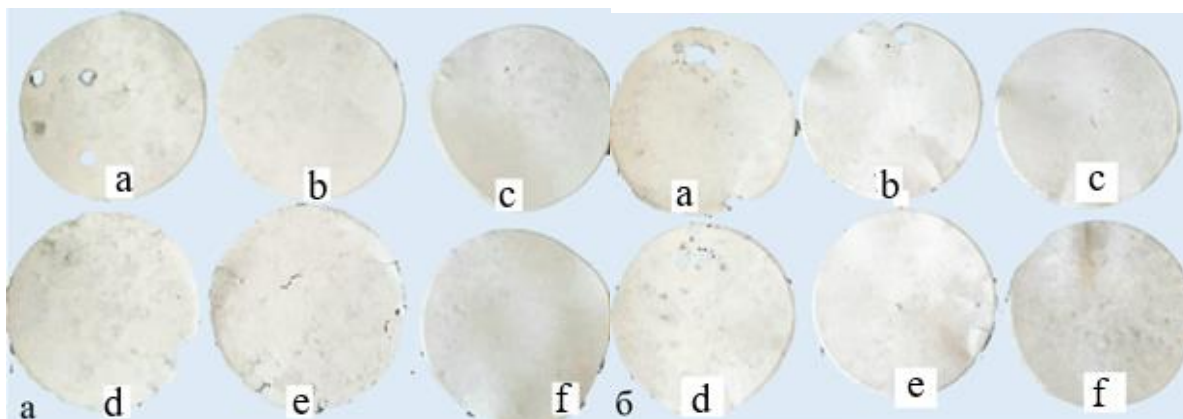
Келесі кезеңде, макулатураны баспа бояуынан тазартуда тиімді деп анықталған 5% NaOH мен 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  макулатура/еріткіш 1/5, 1/10, 1/15, 1/20, 1/25, 1/30 г/мл қатынастарында араластыра отырып, 40°C температурада 30 минут өңделді. Тазартылған қағаз массалары сумен жуылып, кептірілді (3-сурет).



**2-сурет – 5% NaOH мен 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ерітінділерімен әр түрлі қатынаста тазартылған концентрацияларда өңделген макулатура. (a- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5%; b-NaOH 5%; c- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10%; d-NaOH 10%; e- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  15%; f-NaOH 15%; g- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20%; h-NaOH 20%.)**

Баспа бояуларынан тазару деңгейі бойынша айырмашылық NaOH 5%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20% ерітінділерінің 1/5, 1/10, 1/15 г/мл қатынастарымен, ағару бойынша басымдылық 1/15 г/мл қатынасында, өңделген қағаз массалары арасында байқалады. Ал 1/20, 1/25, 1/30 г/мл қатынасында аралықта қағаз массалары тазару деңгейі бойынша 1/15 г/мл қатынасына

ұқсас, бірақ қағаз сапасы реагенттер көптігінен кеміп, целлюлоза талшықтары деформацияға ұшыраған. Алынған қағаз массаларының беттік морфологиясына талдауларға сүйене отырып тиімді қатынас ретінде екі ерітінді үшін 1/15 қатынасы алынды (3-сурет).



**3-сурет – а) NaOH 5% б) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% ерітінділерімен 1/5-1/30 қатынас арылқта өңделген қағаз массалары. (а-1/5; b-1/10; c-1/15; d-1/20; e-1/25; f-1/30.)**

2.3 Баспа бояуларынан толық тазартылған макулатураның  $\alpha$ -целлюлозасының мөлшерін анықтау.

Альфа-целлюлоза қағаз жасау үшін қолданылатын ағаш целлюлозасының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Қағаздағы  $\alpha$ -целлюлозасының үлесі оған келесі қасиеттерді береді:

- Беріктік: ағаш целлюлозасының ең берік құрамдас бөлігі  $\alpha$ -целлюлоза болып табылады және оның жоғары мөлшері қағаздың беріктігін арттырады. Ұзын молекулалық тізбектермен және жоғары кристалдылықпен сипатталатын  $\alpha$ -целлюлоза құрылымы арқасында қағазға созылу және жыртылу төзімділігін қамтамасыз етеді.

- Қартаюға төзімділік:  $\alpha$ -целлюлоза ультракүлгін сәулелер мен қышқылдардың әсеріне жақсы төзімділікке ие. Бұл  $\alpha$ -целлюлозаның мөлшері жоғары қағаздың өзінің қасиеттерін ұзақ сақтап, түсін жоғалтпайтынын білдіреді.

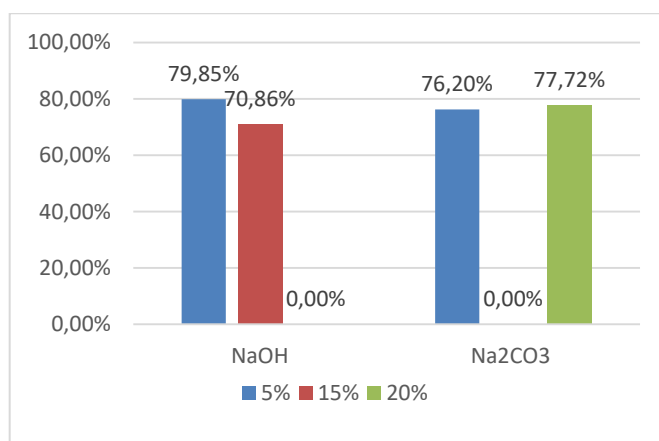
- Ақтығы:  $\alpha$ -целлюлозаның құрамында лигнин және басқада түс бере алатын пигменттердің жоқтығынан, сондықтан альфа целлюлозасы көп қағаздың ақтығы жоғары болады.

- Тегістігі:  $\alpha$ -целлюлозасы ағаштың басқа компоненттеріне қарағанда тегіс құрылымға ие, сондықтан құрамында альфа целлюлозасының үлесі басым қағаздың беті тегіс болады. Бұл басып шығару үшін өте маңызды, өйткені қағаздың тегіс беті жоғары сапалы әсер мен ашық түстерді қамтамасыз етеді [33, 34].

Жоғарыда айтылып өткен мәліметке сай тазартылған макулатураның құрамындағы  $\alpha$ -целлюлозаның үлесін анықтай қажет етеді. Сараптамаға беттік морфологиясы және тазару дәрежесі оптималды ретінде танытылған 1-1 NaOH 5%; 2-1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5%; 1-3 NaOH 15%; 2-4 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% үлгілері алынды. Алынған ақпаратқа сәйкес NaOH 5%; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% үлгілерінде  $\alpha$ -целлюлозаның үлесі басым екені айқындалып, оптималды ретінде алынды (1- диаграмма).

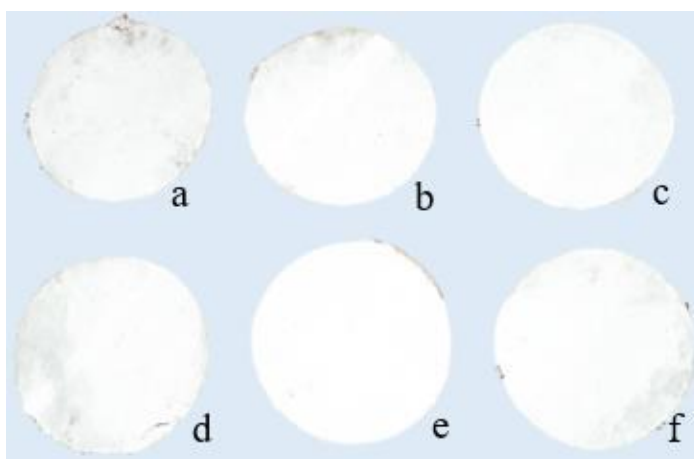
2.4 Қағаз массасының 1% крахмал ерітіндісімен араластырудың оптималды қатынасын анықтау.





**1-диаграмма – Тазартылған макулатураның құрамындағы  $\alpha$ -целлюлозаның үлесі**

Байланыстырғыш желім ретінде экономикалық және экологиялық жағынан тиімді крахмалды 1% ерітіндісі алынды [29, 30]. Қағаз парағын алу мақсатында NaOH 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% ерітінділерімен өңделіп, крахмалдың 1% ерітіндісімен араластырылып, кептіріліп, ыстық перспен 120°C бастырылған өнімдердің сыртқы морфологиясы бойынша аса қатты өзгешілік байқалмады (4-сурет). Сол себептен алынған қағаз парақтарының қосалқы физика-химиялық сапа көрсеткітерін анықтау қажеттілігі туындайды.



**4-сурет – Крахмалды 1% ерітіндісі қосылған қағаз парақтары. (a-1/5; b-1/7.5; c-1/10 - NaOH 5%; d-1/5; e-1/7.5; f-1/10; - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%.)**

### 2.5 Алынған қағаздың сапалық көрсеткіштері

Алынған крахмалды 1% ерітіндісі қосылған қағаз парақтарының (1/5; 1/7,5; 1/10 - NaOH 5%; 1/5; 1/7,5; 1/10; - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%.) ылғалдылығы, күлділігі, қалыңдығы, тығыздығы, нақты көлемі (1-кесте) анықтап келесідей нәтижелер алынды.

Алынған нәтижелерді сараптай отырып, қағаздың сапалық көрсеткіштері айырықша қатты өзешілдік байқалмайды, ұқсас болып келеді. Алынған көрсеткіштер стандартты қағаз көрсеткіштеріне жақын, сәйкес болғандықтан, өнімнің қосымша талдауларды қажет етеді.

### 2.6 ИҚ-спектроскопия

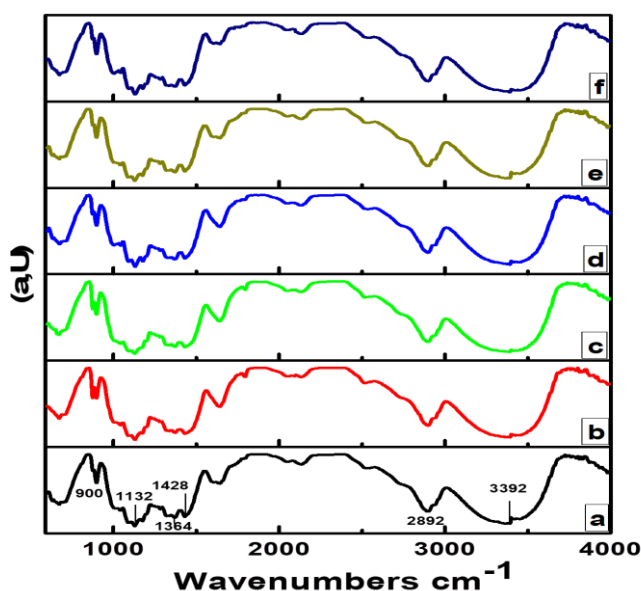
Алынған қағаз парақтарының ИҚ - спектрінен (5-сурет) 3392см<sup>-1</sup> кезінде жұтылуы целлюлозаның ОН валентті молекулаларына тиесілі. 2892 см<sup>-1</sup> және 1364 см<sup>-1</sup> жолақтары глюкозаны өлшеу бірлігіндегі С-Н тобының созылу және деформация ауытқуларына сәйкес келеді.



### 1-кесте – Алынған қағаздың сапалық көрсеткіштері

Аты	қатынас мл/мл	Ылғал- дылық %	Күлділік %	Қалыңдығы мкм	Тығыздығы г/см <sup>3</sup>	Нақты көлемі см <sup>3</sup> /г
<b>NaOH 5%</b>	1/5	2,70	1,20	501,90	0,240	3,97
	1/7.5	2,40	2,10	502,10	0,245	3,95
	1/10	2,20	2,10	502,40	0,248	3,92
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%</b>	1/5	1,80	1,20	501,85	0,239	3,95
	1/7.5	1,90	2,00	502,20	0,242	3,94
	1/10	2,70	22,10	502,30	0,247	3,91

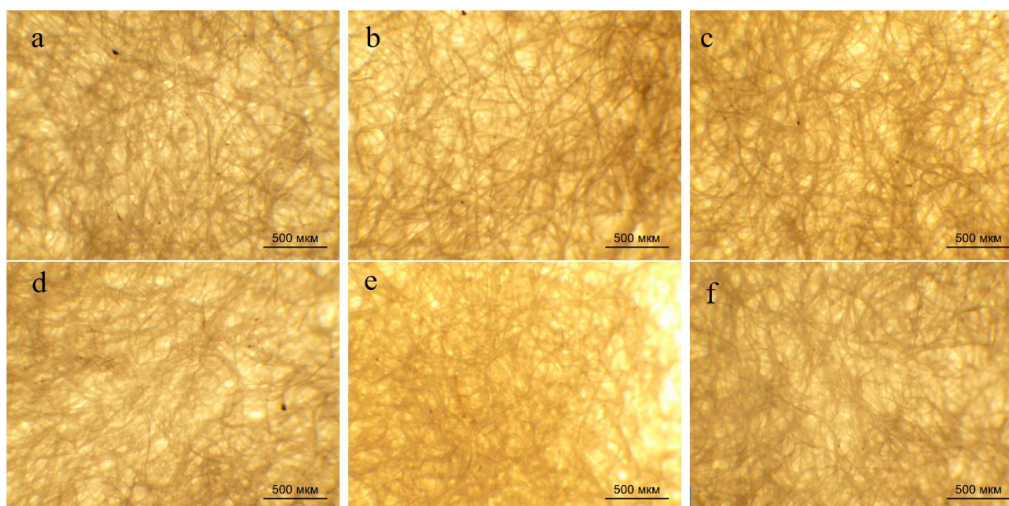
900 см<sup>-1</sup> кезіндегі сіңіру жолағы глюкоза буындары арасындағы β-гликозидті байланысқа тән. 1132 см<sup>-1</sup> сигналы целлюлозаның негізгі тізбегінде бар қайталама спирттер мен эфирлердің С-О тобына беріледі. 1428 см<sup>-1</sup> ығысу шыңы алынған целлюлозаның кристалды структураға ие екенін көрсетеді. ИҚ – спектроскопия арқылы алынған ақпаратқа сәйкес шыққан өнім целлюлозаға тән көрсеткіштерге сай келіп, ағарту кезінде целлюлоза өзгеріске және деструкцияға ұшырамағанын көрсетеді [35, 36].



5-сурет – Алынған қағаз парақтарының ИҚ - спектрлері.  
(a-1/5 NaOH 5%; b-1/7,5 NaOH 5%; c-1/10 NaOH 5%; d-1/5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%;  
e-1/7,5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%; f-1/10 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%.)

2.7 Қағаз парақтарының беттік морфологиясы. Қағаз парақтарының беттік морфологиясын ОЭМ арқылы жасалған суреттер арқылы бақылай алдық. (6-сурет) Беттік морфология талшық тәріздес, яғни целлюлоза жіпшелерінің қабаттасуы арқылы туындайды. Суреттерден макулатураны өңдеу кезінде целлюлозаның деструкцияға ұшырамағанын нақ көз жеткізе аламыз. Күнделікті қолданыстағы қағаз парақтарымен сәйкес келеді [37-39].

2.8 Қағаздың созуға беріктігін анықтау. Қағазды созуға беріктілігін анықтау мақсатында сынамаға алынған қағаздың 6 түрі алынып (1/5 NaOH 5%; 1/7,5 NaOH 5%; 1/10 NaOH 5%; 1/5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%; 1/7,5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%; 1/10 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%), ИСО 1924-1-96 сәйкес қағаз парақтарынан 100x25 мм сынамаға үлгілер дайындалып, WDW-E5 эмбебап сынақ машинасы 25°C температурада 1-100 Н жүктеме кезінде 20±5 с. уақыт аралығында сыналған болатын. Нәтижесінде келесідей ақпарат алынды: (2-кесте, 7-сурет).

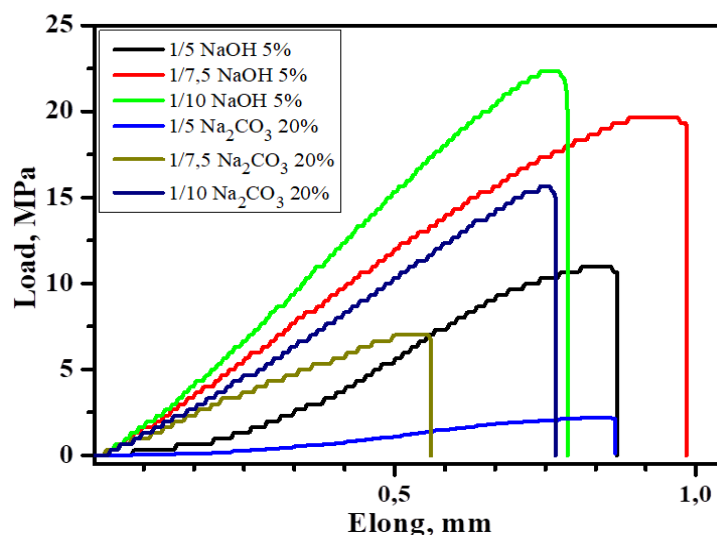


**6-сурет – Алынған қағаз парақтарының ОЭМ арқылы көрінісі.**  
**(a-1/5 NaOH 5%; b-1/7,5 NaOH 5%; c-1/10 NaOH 5%; d-1/5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%; e-1/7,5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%; f-1/10 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%.)**

Сынама арқылы ақпараттарға сүйене отырып, алынған қағаздың созуға беріктілігі макулатураны өңдеу әдісіне және тікелей қосылатын желім мөлшеріне байланысты екенін байқаймыз. Алынған қағаз парақтарының ішінен аса жоғоры беріктілік көрсеткен 1/10 NaOH 5% қағаз парағы ерекшеленді.

**2-кесте – Алынған қағаздың созуға беріктілігінің көрсеткіштері**

Көрсеткіш	Механикалық беріктігі, МПа		
	1/5	1/7,5	1/10
NaOH 5%	11	19,7	22,33
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 20%	2,2	7	15,7



**7-сурет – Алынған қағаздың созуға беріктілігінің көрсеткіштері**

**Қорытынды.** Қағаз қалдықтарын қайта өңдеу қоршаған ортаны қорғау мен екіншілік шикізаттарды тиімді пайдалануда өзектілігі жоғары. Зерттеуде қағаз массаларын баспа бояуларынан тазартуда қолданылған әр түрлі еріткіштердің ішінде натрий гидроксиді мен натрий корбонаты бояудан жақсы тазартып, тиімді концентрациясы натрий гидроксиді үшін 5%, ал натрий карбонаты үшін 20%, ал екі ертіткіштің де шикізатпен тиімді қатынасы 1/15 г/мл екендігі анықталды. Баспа бояуларынан

тазартылған қағаз массаларынан крахмалды қолдана отырып, қағаз парақтары алынды. Алынған қағаз парақтарының химиялық құрылысы FTIR, беттік морфологиясы оптикалық микроскопта зерттеліп, нәтижесінде қайта өңдеуден кейінде шикізаттың химиялық құрылымы мен талшықтық морфологиясы өзгермейтіндігі анықталды. Алынған қағаздың сапа көрсеткіштері мен механикалық беріктілігі 5% NaOH қолданып тазартылған шикізаттан алынған қағазда жоғары болатындығы анықталды. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, қағаз қалдықтарын қайта өңдеу арқылы, қағаз өнімдерін алудың мүмкіншілігі зор екендігін көрсетті.

### Әдебиеттер:

- [1] **Mohammad, M.**, Payam G., Majid A., Hamid Z., H. "Evaluation of life cycle assessment in a paper manufacture by analytical hierarchy process." // *International Journal of Sustainable Engineering*, (2021) 14(107), 1-11.
- [2] **Lee, S.Y.**, Kim S. "Recycling of waste paper and plastic: A review of recent trends." // *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, (2020), 44(2), 168-180.
- [3] **Prakash, G.**, Devi P.R. "A review on recycled paper production and its usage in packaging industry." // *Journal of Cleaner Production*, (2020) 261, 121213.
- [4] **Chen, M.**, Yang T., Wang X., Zhu S., Liu S., Cao J. "A review on resource recovery of municipal solid waste." // *Journal of Cleaner Production*, (2020) 246, 118970.
- [5] **Ghosh, P.**, Chakraborty S. "A review on recent advancements in biorefinery towards the production of biofuels and value-added chemicals from biomass." // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (2020) 121, 109676.
- [6] **Zaremskiy, Y.**, Kudryavtseva O. (2020) "Analysis of the economic efficiency of using secondary fiber in the paper industry." // *Environmental and Climate Technologies*, 25(1), 39-51.
- [7] **Bressani-Ribeiro, T.**, de Oliveira L.E.D., Ferrão M.F. "Recycling of solid wastes from paper production: A review." // *Journal of Cleaner Production*, (2020) 273, 123036.
- [8] **Chen, L.**, Wang S., Zhu S. "A review of the economic feasibility and environmental impact of municipal solid waste recycling." // *Journal of Cleaner Production*, (2020) 265, 121982.
- [9] **Şengür, G.**, Uzun B. B., Öztürk İ. "A review on utilization of agricultural and forestry waste as raw material for the production of paper." // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, (2020) 42(23), 2933-2948.
- [10] **Nogueira, C.**, Araújo M. "Designing sustainable products through life cycle thinking: a case study in the paper industry." // *Journal of Cleaner Production*, (2019) 220, 336-348.
- [11] **Ervasti, I.**, Miranda R., Kauranen I. "A Global, Comprehensive Review of Literature Related to Paper Recycling: A Pressing Need for A Uniform System of Terms and Definitions." // *Waste Management*, (2016) 48, 64.
- [12] United States Environmental Protection Agency. (2018). "State of Curbside Recycling in the U.S." Retrieved from URL: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-04/documents/curbside-recycling-in-the-us\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-04/documents/curbside-recycling-in-the-us_0.pdf)
- [13] **Elnakar, H.**, Buchanan I. D. "Pulp and Paper Mill Effluent Management." // *Water Environment Research*, (2019) 91(10), 1069–1071.
- [14] Eurostat. (2021). "Recycling rate of municipal waste." // Retrieved from [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env\\_wasgen](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasgen)
- [15] **Nogueira, C.**, Araújo M. (2019). "Designing sustainable products through life cycle thinking: a case study in the paper industry." // *Journal of Cleaner Production*, 220, 336-348.
- [16] RISI. (2022). "World Fibre Outlook." Retrieved from URL: <https://www.risiinfo.com/industry-events/world-fiber-outlook-conference/>.
- [17] European Recovered Paper Council (ERPC). (2021). "Monitoring report 2020." // Retrieved from URL: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2021/04/ERPC-Monitoring-Report-2020-FINAL.pdf>.
- [18] PwC. (2021). "Global Forest, Paper & Packaging Industry Survey." // Retrieved from URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/forest-paper-packaging/publications/global-forest-paper-packaging-industry-survey-2021.html>.
- [19] **Gupta, G.K.**, Shukla P. "Insights into the Resources Generated from the Pulp and Paper Industry Wastes Challenges, Perspectives, and Innovations." // *Bioresource Technology*, (2020) 297, 122496.

[20] Market Research Future. "Global Waste Paper Recycling Market - segmented by Grade (Mixed Paper, Old Corrugated Container, Old Newsprint), and Region - Growth, Trends and Forecast (2018-2023)." // Retrieved from <https://www.marketresearchfuture.com/reports/waste-paper-recycling-market-5398>.

[21] **Akimova, D.**, Mazhitova G. "Recycling industry development in Kazakhstan: Problems and prospects." // Journal of International Studies, (2019) 12(2), 10-20.

[22] Қазақстан Республикасының Статистика жөніндегі мемлекеттік комитеті. (2021). Ресми статистика. URL: <https://www.stat.gov.kz/official/industry/33/statistic/1>.

[23] **Memon, A.H.**, Ali, M.A., & Aslam, M. "Recycling of Wastepaper and Its Impact on Environment." // In Handbook of Environmental Materials Management (2018) (pp. 1-22). Springer, Cham.

[24] **Pang, S.**, Zhang Q., Lin L., & Zhang X. "Cellulose nanofibrils produced from wastepaper: Preparation, properties, and their nanocomposites." // Industrial Crops and Products, (2018) 124, 522-532.

[25] **Zhu, J.Y.**, Chai X.S., Gleisner R. "Bleaching of Chemical Pulp." // In Pulp and Paper Industry (2018) (pp. 175-213). Springer, Singapore.

[26] **Kaur, P.**, Bhardwaj N.K. "Advances in Deinking of Waste Paper: A Review." // Waste and Biomass Valorization, (2017) 8(7), 2185-2206.

[27] **Li, J.**, Li Y., Li, J., Li, X., & Zhang, H. "Study on Deinked Pulp Properties and the Effect of Ozone Bleaching." // Cellulose Chemistry and Technology, (2020) 54(7-8), 759-767.

[28] Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Александров А.В., Гаузе А.А. Технология и оборудование переработки макулатуры: учебное пособие/ ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2019. Часть I. – 107 с.

[29] **Ravindra, V.** Gadhave, Prakash A. Mahanwar, Pradeep T. Gadekar. "Starch-Based Adhesives for Wood/Wood Composite Bonding: Review." // Open Journal of Polymer Chemistry, (2017) 7, 19-32.

[30] **Kaiyrbekov, N.** et al. "Modification of nanostarch by citric acid." // Physical Sciences and Technology, (2021) 8, 66-70.

[31] **Smith, J.**, & Johnson, E. "Ink Removal from Secondary Fiber by Flotation: Effect of Detergents and Surfactants." Journal of Environmental Science and Technology, (2012) 45(3), 123-135.

[32] **Pathak, P.**, Bhardwaj N.K., Singh A.K. "Optimization of chemical and enzymatic deinking of photocopier waste paper." // BioResources, (2011) 6(1), 447-463.

[33] **Abdel-Mohsen, A. M.**, et al. "The impact of lignin and alpha cellulose content on the ageing of paper: A review." // International Journal of Conservation Science, (2018) 9(1), 191-200.

[34] **Meng, X.**, et al. "Effect of alpha-cellulose content on properties of paper." // Advanced Materials Research, (2014) 989, 142-145.

[35] **Чухчин, Д.Г.**, Варакин Е.А., Новожилов Е.В., Терентьев К.Ю., Смирнов Е.В., Белых Е.А. Исследование суспензий целлюлозных волокон методом электронной микроскопии// Физикохимия растительных полимеров: материалы V Международной конференции. Архангельск, 2013. С. 46–50. 11.

[36] **Казаков, Я.В.**, Чухчин Д.Г. Изучение формирования структуры целлюлозных волокнистых материалов с применением криофиксации и лиофилизации // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы II Международной научно-технологической конференции. Архангельск, 2013. С. 56–63.

[37] **Дулькин, Д.А.**, Спиридонов В.А., Комаров В.И. и др. Свойства целлюлозных волокон и их влияние на физико-механические характеристики бумаги и картона. Архангельск, 2011. 176 с.

[38] **Akatan, K.**, Kabdrakhmanova S.K., Kuanyshbekov T., Ibraeva Zh.E., Battalova A. "Highly-efficient Isolation of Microcrystalline Cellulose and Nanocellulose From Sun Flower Seeds Waste via Environmentally Benign "soft" Method." // Cellulose, (2021) 29(7), 3787-3802.

[39] **Kairbekov, N.R.**, Akatan K., Kabdrakhmanova S.K., Battalova A., Ibraeva Zh. "The effect of mechanical processing on the structure of cellulose from hemp." // BULLETIN of the Korkyt Ata Kyzylorda University, (2022) №4 (63), II volume, – P. 35-44.

## References:

[1] **Mohammad, M.**, Payam G., Majid A., Hamid Z., H. "Evaluation of life cycle assessment in a paper manufacture by analytical hierarchy process." // International Journal of Sustainable Engineering, (2021) 14(107), 1-11.



- [2] **Lee, S.Y.**, Kim S. "Recycling of waste paper and plastic: A review of recent trends." // Journal of the Korean Society of Marine Engineering, (2020), 44(2), 168-180.
- [3] **Prakash, G.**, Devi P. R. "A review on recycled paper production and its usage in packaging industry." // Journal of Cleaner Production, (2020) 261, 121213.
- [4] **Chen, M.**, Yang T., Wang X., Zhu S., Liu S., Cao J. "A review on resource recovery of municipal solid waste." // Journal of Cleaner Production, (2020) 246, 118970.
- [5] **Ghosh, P.**, Chakraborty S. "A review on recent advancements in biorefinery towards the production of biofuels and value-added chemicals from biomass." // Renewable and Sustainable Energy Reviews, (2020) 121, 109676.
- [6] **Zaremskiy, Y.**, Kudryavtseva O. (2020) "Analysis of the economic efficiency of using secondary fiber in the paper industry." // Environmental and Climate Technologies, 25(1), 39-51.
- [7] **Bressani-Ribeiro, T.**, de Oliveira L.E.D., Ferrão M.F. "Recycling of solid wastes from paper production: A review." // Journal of Cleaner Production, (2020) 273, 123036.
- [8] **Chen, L.**, Wang S., Zhu S. "A review of the economic feasibility and environmental impact of municipal solid waste recycling." // Journal of Cleaner Production, (2020) 265, 121982.
- [9] **Şengür, G.**, Uzun B. B., Öztürk İ. "A review on utilization of agricultural and forestry waste as raw material for the production of paper." // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, (2020) 42(23), 2933-2948.
- [10] **Nogueira, C.**, Araújo M. "Designing sustainable products through life cycle thinking: a case study in the paper industry." // Journal of Cleaner Production, (2019) 220, 336-348.
- [11] **Ervasti, I.**, Miranda R., Kauranen I. "A Global, Comprehensive Review of Literature Related to Paper Recycling: A Pressing Need for A Uniform System of Terms and Definitions." // Waste Management, (2016) 48, 64.
- [12] United States Environmental Protection Agency. (2018). "State of Curbside Recycling in the U.S." Retrieved from URL:[https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-04/documents/curbside-recycling-in-the-us\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-04/documents/curbside-recycling-in-the-us_0.pdf)
- [13] **Elnakar, H.**, Buchanan I.D. "Pulp and Paper Mill Effluent Management." // Water Environment Research, (2019) 91(10), 1069–1071.
- [14] Eurostat. (2021). "Recycling rate of municipal waste." // Retrieved from [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env\\_wasgen](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasgen)
- [15] **Nogueira, C.**, Araújo M. (2019). "Designing sustainable products through life cycle thinking: a case study in the paper industry." // Journal of Cleaner Production, 220, 336-348.
- [16] RISI. (2022). "World Fibre Outlook." Retrieved from URL: <https://www.risiinfo.com/industry-events/world-fiber-outlook-conference/>.
- [17] European Recovered Paper Council (ERPC). (2021). "Monitoring report 2020." // Retrieved from URL:<https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2021/04/ERPC-Monitoring-Report-2020-FINAL.pdf>.
- [18] PwC. (2021). "Global Forest, Paper & Packaging Industry Survey." // Retrieved from URL:<https://www.pwc.com/gx/en/industries/forest-paper-packaging/publications/global-forest-paper-packaging-industry-survey-2021.html>.
- [19] **Gupta, G.K.**, Shukla P. "Insights into the Resources Generated from the Pulp and Paper Industry Wastes Challenges, Perspectives, and Innovations." // Bioresource Technology, (2020) 297, 122496.
- [20] Market Research Future. "Global Waste Paper Recycling Market - segmented by Grade (Mixed Paper, Old Corrugated Container, Old Newsprint), and Region - Growth, Trends and Forecast (2018-2023)." // Retrieved from URL:<https://www.marketresearchfuture.com/reports/waste-paper-recycling-market-5398>.
- [21] **Akimova, D.**, Mazhitova G. "Recycling industry development in Kazakhstan: Problems and prospects." // Journal of International Studies, (2019) 12(2), 10-20.
- [22] State Committee on Statistics of the Republic of Kazakhstan, (2021) "Resmi statistika." [Official statistics] URL: <https://www.stat.gov.kz/official/industry/33/statistic/1> [in russian].
- [23] **Memon, A.H.**, Ali, M.A., & Aslam, M. "Recycling of Wastepaper and Its Impact on Environment." // In Handbook of Environmental Materials Management (2018) (pp. 1-22). Springer, Cham.
- [24] **Pang, S.**, Zhang Q., Lin L., & Zhang X. "Cellulose nanofibrils produced from wastepaper: Preparation, properties, and their nanocomposites." // Industrial Crops and Products, (2018) 124, 522-532.
- [25] **Zhu, J.Y.**, Chai X.S., Gleisner R. "Bleaching of Chemical Pulp." // In Pulp and Paper Industry (2018) (pp. 175-213). Springer, Singapore.

- [26] **Kaur, P.**, Bhardwaj N.K. "Advances in Deinking of Waste Paper: A Review." // *Waste and Biomass Valorization*, (2017) 8(7), 2185-2206.
- [27] **Li, J.**, Li Y., Li, J., Li, X., & Zhang, H. "Study on Deinked Pulp Properties and the Effect of Ozone Bleaching." // *Cellulose Chemistry and Technology*, (2020) 54(7-8), 759-767.
- [28] **Vanchakov, M.V.**, Kuleshov A.V., Aleksandrov A.V., Gause A.A. "Tekhnologiya i oborudovanie pererabotki makulatury: uchebnoe posobie/ VSHTE SPbGUPTD." [Technology and Equipment for Waste Paper Processing: Textbook/ HSTE SPbSUITD] – St. Petersburg, Part I, (2019) 107 p.[in russian].
- [29] **Ravindra, V.** Gadhave, Prakash A. Mahanwar, Pradeep T. Gadekar. "Starch-Based Adhesives for Wood/Wood Composite Bonding: Review." // *Open Journal of Polymer Chemistry*, (2017) 7, 19-32.
- [30] **Kaiyrbekov, N.** et al. "Modification of nanostarch by citric acid." // *Physical Sciences and Technology*, (2021) 8, 66-70.
- [31] **Smith, J.**, Johnson, E. "Ink Removal from Secondary Fiber by Flotation: Effect of Detergents and Surfactants." *Journal of Environmental Science and Technology*, (2012) 45(3), 123-135.
- [32] **Pathak, P.**, Bhardwaj N.K., Singh A.K. "Optimization of chemical and enzymatic deinking of photocopier waste paper." // *BioResources*, (2011) 6(1), 447-463.
- [33] **Abdel-Mohsen, A.M.**, et al. "The impact of lignin and alpha cellulose content on the ageing of paper: A review." // *International Journal of Conservation Science*, (2018) 9(1), 191-200.
- [34] **Meng, X.**, et al. "Effect of alpha-cellulose content on properties of paper." // *Advanced Materials Research*, (2014) 989, 142-145.
- [35] **Chukhchin, D.G.**, Varakin E.A., Novozhilov E.V., Terentyev K.Yu., Smirnov E.V., Belykh E.A. " Issledovanie suspenziy tsellyuloznykh volokon metodom elektronnoy mikroskopii. " [Electron microscopy study of cellulose fiber suspensions.] // *Fizikokhimiya rastitel'nykh polimerov: materialy V Mezhdunarodnoy konferentsii. Arkhangelsk*, (2013)p. 46–50. [in Russian].
- [36] **Kazakov, Y.V.**, Chukhchin D.G. "Izucheniye formirovani ya struktury tsellyuloznykh voloknistykh materialov sprimeneniyemkrio fiksatsii ili of ilizatsii." "[Study of the Formation of the Structure of Cellulose Fibrous Materials Using Cryofixation and Lyophilization], // *Problemy mekhaniki tsellyulozno-bumazhnykh materialov: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnologicheskoy konferentsii. Arkhangelsk p*, (2013) 56–63. [in Russian].
- [37] **Dulkin, D.A.**, Spiridonov V.A., Komarov V.I., et al. "Svoystva tsellyuloznykh volokon i ikh vliyanie na fiziko-mekhanicheskiye kharakteristiki bumagi i kartona." [Properties of cellulose fibres and their influence on the physical and mechanical characteristics of paper and paperboard.] // *Arkhangelsk*, (2011) 176 p. [in Russian].
- [38] **Akatan, K.**, Kabdrakhmanova S.K., Kuanyshbekov T., Ibraeva Zh.E., Battalova A. "Highly-efficient Isolation of Microcrystalline Cellulose and Nanocellulose From Sun Flower Seeds Waste via Environmentally Benign “soft” Method." // *Cellulose*, (2021) 29(7), 3787-3802.
- [39] **Kairbekov, N.R.**, Akatan K., Kabdrakhmanova S.K., Battalova A., Ibraeva Zh. "The effect of mechanical processing on the structure of cellulose from hemp." // *BULLETIN of the Korkyt Ata Kyzylorda University*, (2022) №4 (63), II volume. – P. 35-44.

## DETERMINATION OF EFFICIENT RECYCLING OF FIBER RAWMATERIALS

**Kaiyrbekov N.<sup>1</sup>**, master's student

**Akathan K.<sup>1</sup>**, PhD

**Kabdrakhmanova S.<sup>2</sup>**, candidate of technical sciences, associate professor

**Kuanyshbekov T.<sup>1</sup>**, PhD

**Shaimardan E.<sup>3</sup>**, PhD

**Bolatkan D.<sup>1</sup>**, PhD's student

**Sagdollin Zh.<sup>1</sup>**, researcher

<sup>1</sup>*East Kazakhstan University named after S. Amanzholov, Ust-Kamenogorsk city, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty city, Kazakhstan*

<sup>3</sup>*Research Center of Composite Materials, Almaty city, Kazakhstan*

**Annotation.** Recycling office paper and wastepaper plays an important role in reducing our environmental impact and conserving valuable resources. This paper presents a comprehensive study aimed at identifying and assessing the effective parameters that influence the efficient recycling of these

paper materials. Through an extensive literature review and empirical research, we evaluate the key factors influencing the quality and efficiency of the recycling process. Various solvents have been used to clean paper pulp from printing inks. Among the obtained solvents, the ratio of 1/15 g/ml sodium hydroxide solution and 20% sodium carbonate solution to the raw material turned out to be effective. Sheets of paper were produced from purified and processed paper pulp using starch. The chemical structure of the resulting paper sheets was studied using the FTIR method and the surface morphology in an optical microscope, and as a result it was established that the chemical structure and morphology of the raw material fibers did not change after processing. During the study, the quality indicators and mechanical strength of paper obtained from raw materials purified with a 5% NaOH solution turned out to be high. In conclusion, this article highlights the importance of understanding and optimizing the parameters affecting the recycling of office paper and wastepaper. By defining these parameters and taking appropriate action, stakeholders can work together to achieve higher recycling rates, reduced environmental impact, and a more sustainable future for paper waste management.

**Keywords:** wastepaper, pulp and paper production, processing, office paper, cellulose.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОФИСНОЙ БУМАГИ

Қайырбеков Н.<sup>1</sup>, магистрант

Ақатан Қ.<sup>1</sup>, PhD

Қабдрахманова С.<sup>2</sup>, кандидат технических наук, ассоциированный профессор

Қуанышбеков Т.<sup>1</sup>, PhD

Шаймардан Е.<sup>3</sup>, PhD

Болатқан Д.<sup>1</sup>, докторант

Сағдоллин Ж.<sup>1</sup>, научный сотрудник

<sup>1</sup> Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

<sup>2</sup> Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> Научно-исследовательский центр композиционных материалов, г. Алматы, Казахстан

**Аннотация.** Переработка офисной бумаги и макулатуры играет важную роль в снижении воздействия на окружающую среду и сохранении ценных ресурсов. В статье представлено комплексное исследование, направленное на выявление и оценку эффективных параметров, влияющих на эффективную переработку этих бумажных материалов. Благодаря обширному обзору литературы и эмпирическим исследованиям мы оцениваем ключевые факторы, влияющие на качество и эффективность процесса переработки. Для очистки бумажной массы от печатных красок использовались различные растворители. Среди полученных растворителей эффективным оказалось соотношение 1/15 г/мл раствора гидроксида натрия и 20% раствора карбоната натрия к сырью. Листы бумаги получали из очищенной и обработанной бумажной массы с использованием крахмала. Химическую структуру полученных бумажных листов изучали методом FTIR, морфологию поверхности в оптическом микроскопе и в результате установили, что химическая структура и морфология волокон сырья не изменились после переработки. В ходе исследования качественные показатели и механическая прочность бумаги, полученной из сырья, очищенного 5% раствором NaOH, оказались высокими. В заключение в этой статье подчеркивается важность понимания и оптимизации параметров, влияющих на переработку офисной бумаги и макулатуры. Определив эти параметры и приняв соответствующие меры, заинтересованные стороны могут работать вместе для достижения более высоких показателей переработки, снижения воздействия на окружающую среду и более устойчивого будущего для управления бумажными отходами.

**Ключевые слова:** макулатура, целлюлозно-бумажное производство, переработка, офисная бумага, целлюлоза.

## Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) Vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтінде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым – тілдері қазақша, орысша, ағылшынша. Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс (аннотациялар мен әдебиеттер тізімін қоспағанда 6 беттен төмен болмауы тиіс).

– Мақаланы құру схемасы (беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип Times New Roman, өлшемі – 12) (Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында);

- ХФТАР индексі – бірінші қатар жоғарыда, сол жақта (<http://grnti.ru>); оң жақта – журналдың doi индексі (префикс және суффикс) – редакцияда беріледі;

- мақала атауы – ортасына қалың он екінші қаріппен;

- автор(лардың)дың аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға 11-қаріп, (авторлар саны 5 адамнан артық болмауы тиіс);

- ұйым, қала, елдің толық атауы – ортаға, курсив – 11-қаріп;

- **Андатпа.** Түп нұсқа тілінде (**150-200 сөз**; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегль) – 11-қаріп;

- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегль) 11-қаріп;

- Негізгі мәтін (аралық интервал – 1, «азат жол» - 1,25 см, 12-қаріп) құрылымы төмендегідей болады:

2. **Кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу; таңдалған тақырыптың, мәселенің өзектілігі, объектісі, пәні, мақсаты, міндеті, әдісі, тәсілі, тұжырымы және мағынасын анықтау

3. **Зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс.

4. Кестелер, суреттер айтылғаннан кейін орналастырылуы керек. Әр иллюстрациямен жазу(өлшемі (кегль) – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек.

Мақала мәтінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек.

5. **Нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6. **Қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқан ұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат Қорытындыдан кейін түседі. Әдебиеттер тізімі (өлшемі (кегль) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы қажет). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация). Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, DOI индексі бар әдебиеттер болуы тиіс. Романизацияланған әдебиеттер тізімі <http://www.translit.ru> сайты арқылы рәсімделуі керек.

7. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсид номері) 3 тілде.

8. Келген мақала талапқа сай рәсімделген жағдайда ғана Антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалығы 80 % - дан жоғары көрсеткіште болған мақала Редакцияның карауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды. Рецензенттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті ([chemistry\\_journal@korkyt.kz](mailto:chemistry_journal@korkyt.kz)).



## Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «**CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL**» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте [vestnik.korkyt.kz](http://vestnik.korkyt.kz), используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский.

### Структура и оформление статьи:

1. Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 мм, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) – 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://grnti.ru>); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер – 12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11 (адрес эл.почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек);

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (**150-200** слов; сохраняя структуру статьи) размер - 11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- Основной текст (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2. **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3. **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4. В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5. **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6. **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт <http://www.translit.ru>.

7. Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер орсид) на 3-х языках.

8. Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций. В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправления и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность которой, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции ([chemistry\\_journal@korkyt.kz](mailto:chemistry_journal@korkyt.kz)).

## Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site [vestnik.korkyt.kz](http://vestnik.korkyt.kz), using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

### Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides [page margins](#)-2.5 m, with right - 2.0 m, Standard [font](#) : type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):

- the ISTIR index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).
- DOI index (provided by the editorial office);
- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.
- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people);
- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) -

11.

- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.

- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.

- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)

- Structure:

2. **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3. **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4. In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5. **Results/discussion:** an analysis and discussion of the results of the study is given.

6. **Conclusion/conclusions:** summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site <http://www.translit.ru>.

7. Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), full name of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8. The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail ([chemistry\\_journal@korkyt.kz](mailto:chemistry_journal@korkyt.kz)).

## МАЗМҰНЫ

ТҮЙЕ ЖАНТАҚТЫҢ ФЛАВОНОИДТАРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АНГИОТЕНЗИНДІ ТҮРЛЕНДІРЕТІН ФЕРМЕНТТІ ТӨМЕНДЕТУДЕГІ БЕЛСЕНДІЛІГІ <b>Ниязова Д.Ж., Еспанова И.Д., Молданазар А.А., Любчик С.И., Аппазов Н.О.</b>	7
МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ БИОПРЕПАРАТПЕН ТАЗАЛАУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙДЫҢ ДЕГРАДАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ <b>Жаппарбергенов Р.У., Ниязова Д.Ж., Еспанова И.Д., Бекхожаев М.Ғ, Тойбазарова А.Б., Аппазов Н.О.</b>	18
АРОМАТТЫ АМИНДЕР НЕГІЗІНДЕ ЖАҢА АМИДОФОСФАТТАРДЫҢ СИНТЕЗІ <b>Джиембаев Б.Ж., Қуандықова А.Б.</b>	30
ТАУРИН ФРАГМЕНТІ БАР МАКРОЦИКЛДІ ЖӘНЕ ПИНЦЕР ЛИГАНДТАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ <b>Смолобочкин А.В., Газизов А.С., Фоменко Е.А., Дикушин Д.А., Бурилов А.Р., Пудовик М.А.</b>	37
ТАЛШЫҚТЫ ШИКІЗАТТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІ ЖАҒДАЙЫН АНЫҚТАУ <b>Қайырбеков Н., Ақатан Қ. Қабдрахманова С., Қуанышбеков Т., Шаймардан Е., Болатқан Д., Сағдоллин Ж.</b>	43

## СОДЕРЖАНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ ВЕРБЛЮЖЬЕЙ КОЛЮЧКИ И ИХ АКТИВНОСТЬ ПРИ СНИЖЕНИИ АНГИОТЕНЗИНПРЕВРАЩАЮЩЕГО ФЕРМЕНТА <b>Ниязова Д.Ж., Еспанова И.Д., Молданазар А.А., Любчик С.И., Аппазов Н.О.</b>	7
ИЗУЧЕНИЕ ДЕГРАДАЦИИ НЕФТИ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ ПРИ ОЧИСТКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТА <b>Жаппарбергенов Р.У., Ниязова Д.Ж., Еспанова И.Д., Бекхожаев М.Ғ, Тойбазарова А.Б., Аппазов Н.О.</b>	18
СИНТЕЗ НОВЫХ АМИДОФОСФАТОВ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ <b>Джиембаев Б.Ж., Қуандыкова А.Б.</b>	30
СИНТЕЗ МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ И ПИНЦЕРНЫХ ЛИГАНДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТ ТАУРИНА <b>Смолобочкин А.В., Газизов А.С., Фоменко Е.А., Дикущин Д.А., Бурилов А.Р., Пудовик М.А.</b>	37
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОФИСНОЙ БУМАГИ <b>Қайырбеков Н., Ақатан Қ., Қабдрахманова С., Қуанышбеков Т. Шаймардан Е., Болаткан Д., Сағдоллин Ж.</b>	43

## CONTENT

STUDY OF FLAVONOIDS IN CAMEL THORN AND THEIR ACTIVITY IN ANGIOTENSIN-CONVERTING ENZYME REDUCTION <b>Niyazova D.Zh., Espanova I.D., Moldanazar A.A., Lyubchik S.I., Appazov N.O.</b>	7
STUDY OF OIL DEGRADATION IN OIL-CONTAMINATED SOIL DURING PURIFICATION USING A BIOLOGICAL PRODUCT <b>Zhapparbergenov R.U., Niyazova D.Zh., Espanova I.D., Bekkhozhaev M.G., Toibazarova A.B., Appazov N.O.,</b>	18
SYNTHESIS OF NEW AMIDOPHOSPHATES BASED ON AROMATIC AMINES <b>Dzhiembraev B.Zh., Kuandykova A.B.</b>	30
SYNTHESIS OF MACROCYCLIC AND Pincer LIGANDS CONTAINING THE TAURINE FRAGMENT <b>Smolobochkin A.V., Gazizov A.S., Fomenko E.A., Dikushin D.A., Burilov A.R., Pudovik M.A.</b>	37
DETERMINATION OF EFFICIENT RECYCLING OF FIBER RAWMATERIALS <b>Kaiyrbekov N., Akathan K., Kabdrakhmanova S., Kuanyshbekov T., Shaimardan E., Bolatkan D., Sagdollin Zh.</b>	43

# CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL

Редакция мекен-жайы:  
120014, Қызылорда қаласы,  
Әйтеке би көшесі, 29 «А»,  
Қоркыт Ата атындағы  
Қызылорда университеті  
Телефон: (7242) 27-60-27  
Факс: 26-27-14  
E-mail:  
[chemistry\\_journal@korkyt.kz](mailto:chemistry_journal@korkyt.kz)

Адрес редакции:  
120014, город Кызылорда,  
ул. Айтеке би, 29 «А»,  
Кызылординский университет  
им. Коркыт Ата  
Телефон: (7242) 27-60-27  
Факс: 26-27-14  
E-mail:  
[chemistry\\_journal@korkyt.kz](mailto:chemistry_journal@korkyt.kz)

Address of edition:  
120014, Kyzylorda city,  
29 «A» Aiteke bie str.,  
Korkyt Ata Kyzylorda  
University  
Tel: (7242) 27-60-27  
Fax: 26-27-14  
E-mail:  
[chemistry\\_journal@korkyt.kz](mailto:chemistry_journal@korkyt.kz)

2023 жылдан бастап шығады  
Издается с 2023 года  
Published since 2023

Жылына төрт рет шығады  
Издается четыре раза в год  
Published four times a year

Құрылтайшысы: «Қоркыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ  
Учредитель: НАО «Кызылординский университет им. Коркыт Ата»  
Founder: «Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі, Ақпарат комитеті  
берген № KZ59VPY00066479 16-наурыз, 2023 ж.  
бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі

Свидетельство о регистрации средства массовой информации, выданное  
Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан  
№ KZ59VPY00066479 16-марта, 2023 г.

Техникалық редакторы: Махашов А.  
Компьютерде беттеген: Садуова Р.

Теруге 11.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 22.09.2023 ж. қол қойылды.  
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 3,9 шартты баспа табақ. Индекс 76217.  
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0163 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 11.09.2023 г. Подписано в печать 22.09.2023 г.  
Формат 60 × 841/8. Объем 3,9 усл. печ. л. Индекс 76217.  
Тираж 50 экз. Заказ 0163. Цена договорная.

*Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. Журналда жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.*

*Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале, не могут быть воспроизведены без ссылки.*

*The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal can not be published without reference.*

Университет баспасы:  
120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.