

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЪ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№1 (58)

Алматы
«Қазақ университеті»
2019



ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ № 1 (58)

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

Индекс 75880; 25880



25.11.1999 ж. Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

Куәлік №956-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Ниязова Р.Е., б.ғ.к., профессор (Қазақстан)
E-mail: Raygul.Niyazova@kaznu.kz

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА корр.-мүшесі,
(ғылыми редактор) (Қазақстан)
Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (ғылыми редактордың
орынбасары) (Қазақстан)
Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Атабаева С.Дж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Садырова Г.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Торегожина Ж.Р., х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)
Баубекова А.С., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Мамилев Н.Ш., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Кушнарченко С.В., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)
Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)
Tomo Tatsuya, PhD докторы, профессор (Жапония)
Аллахвердиев Сүлейман, PhD (Ресей)

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Салмұрзаұлы Р., оқытушы (Қазақстан)

Экология сериясы қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері,
қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау, биологиялық
алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері бағыттарын қамтиды.



Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы
Гульмира Шаккозова
Телефон: +7 747 125 6790
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:
Гульмира Бекбердиева
Агила Хасанқызы

Компьютерде беттеген
Айгүл Алдашева

ИБ №12684

Пішімі 60x84 ¹/₈. Көлемі 10.41 б.т. Офсетті қағаз.
Сандық басылыс. Тапсырыс №1524. Таралымы 500 дана.
Бағасы келісімді.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.
«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2019

1-бөлім

**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ
ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА
АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

Раздел 1

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Section 1

**ENVIRONMENTAL IMPACT
OF ANTHROPOGENIC FACTORS
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**Mashzhan A.S.¹, Nils-Kåre B.²,
Kistaubaeva A.S.³, Talipova A.B.⁴, Batykova Zh.K.⁵,
Mussabekov Zh.T.⁶, Baubekova A.S.⁷, Hovik P.⁸**

¹PhD student, teacher of the department of Biotechnology, e-mail: aj.akzhigit@gmail.com

²PhD, professor of department of Biology and Center for Geobiology, e-mail: Nils.Birkeland@uib.no

³Candidate of biological sciences, associate professor, head of chair, e-mail: aida_kaz@mail.ru

⁴PhD student, teacher of the department of Biotechnology, e-mail: Talipova.aizhan@gmail.com

⁵Master student, e-mail: batyqova@mail.ru

⁶Master student, e-mail: jora_bek@mail.ru

⁷Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, deputy dean
on scientific-innovations work & international links affair, e-mail: baubekova.almagul@gmail.com

⁸PhD, associate professor of department of Microbiology, Plant and Microbe Biotechnology,
e-mail: hpanosyan@yahoo.ca

^{1,3,4,5,6,7}Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²University of Bergen, Norway, Bergen

⁸Yerevan State University, Armenia, Yerevan

**ISOLATION AND CHARACTERIZATION
OF THERMOPHILIC BACTERIA FROM
ZHARKENT GEOTHERMAL HOT SPRING**

Abbreviations: CMC – carboxymethylcellulose; g/l – gram per liter.

The aim this study was the isolation and characterization of thermophilic bacteria from geothermal hot spring in Zharkent town, Almaty region, Kazakhstan. Thermophilic bacteria are less studied but important group of microorganisms due to their ability to produce industrial enzymes. Eight bacterial isolates were characterized by morphological, microscopic, biochemical, and physiological characteristics. Eight bacterial isolates were isolated which capable growing at 81°C. The isolates were screened for amylase, protease, lipase and cellulose activity. The seven from eight isolates tentatively as *Thermus* sp. by morphology, biochemistry and physiological characteristics and one as *Bacillus* sp.

The study confirmed that the isolates from geothermal hot spring Zharkent to be a true thermophile and could be a source of thermostable enzymes which can be exploited for industrial applications; four isolates (AW4, AW5, AW7, AW8) from eight showed good enzymatic characterization according to the results of their cultivations on solid medium. Isolation procedures were first carried out under various combinations of culture conditions; temperature (50, 60, 70, 80 and 90°C), different media (for amylase, cellulase, lipase producer), various pH (5, 6, 7, 8 and 10). Results indicated a high phenotype diversity and hydrolase enzymes activity, which encourages future studies to explore further industrial and environmental applications.

Key words: thermophiles, Zharkent geothermal hot spring, amylase, lipase, isolates.

Машжан А.С.¹, Нильс-Каре Б.², Кистаубаева А.С.³, Талипова А.Б.⁴,
Батыкова Ж.К.⁵, Мусабеков Ж.Т.⁶, Баубекова А.С.⁷, Овик П.⁸

¹PhD студенті, Биотехнология кафедрасының оқытушысы, e-mail: aj.akzhigit@gmail.com

²PhD, Биология кафедрасының және Геобиология орталығының профессоры, e-mail: Nils.Birkeland@uib.no

³биология ғылымдарының кандидаты, доцент, кафедра меңгерушісі, e-mail: aida_kaz@mail.ru

⁴PhD студенті, Биотехнология кафедрасының оқытушысы, e-mail: Talipova.aizhan@gmail.com

⁵магистратура студенті, e-mail: batyqova@mail.ru ⁶магистратура студенті, e-mail: jora_bek@mail.ru

⁷биология ғылымдарының кандидаты, доцент, деканның ғылыми-инновациялық қызмет және халықаралық байланыстар жөніндегі орынбасары, e-mail: baubekova.almagul@gmail.com

⁸PhD, Микробиология, микроағзалар және өсімдіктер биотехнологиясы кафедрасының доценті, e-mail: hpanosyan@yahoo.ca

^{1,3,4,5,6,7}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Берген Университеті, Берген қ., Норвегия

⁸Ереван мемлекеттік университеті, Ереван қ., Армения

Жаркент геотермалды ыстық көзінен термофилді бактерияларды бөліп алу және сипаттау

Қысқартулар: КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза; г/л – грамм литрға

Зерттеудің мақсаты Қазақстан, Алматы облысының Жаркент қаласындағы ыстық геотермиялық көздерден термофилді бактерияларды бөліп алу және сипаттау болды. Термофилді бактериялар аз зерттелген, бірақ өнеркәсіптік ферменттерді түзуге қабілетіне байланысты микроорганизмдердің маңызды тобы. 81°C температурада өсуге қабілетті сегіз бактериялық изолят бөлініп алынды. Изолят көміртек көзі ретінде амилазаның, протеаздың, липазаның және целлюлозаның ыдырату белсенділігіне тексерілді.

Оқшауланған сегіз изолят ішінен жетеуі морфологиялық, микроскопиялық, биохимиялық және физиологиялық сипаттамаларға жүктене отырып *Thermus* sp ретінде, ал біреуі *Bacillus* sp ретінде анықталды. Зерттеу барысында Жаркент ыстық геотермиялық көзден оқшауланған бактериялар шынайы термофилия болып табылады және олар өнеркәсіптік терматуралық ферменттер көзі болуы мүмкін екенін растады. Сегіз оқшауланған изоляттар ішінен төртеуі қатты ортада (агаризацияланған) (AW4, AW5, AW7, AW8) өсіру нәтижесінде жақсы ферментативті белсенділік көрсетті. Оқшаулау жұмыстары алдымен өсірудің әр түрлі жағдайларын комбинациялау арқылы орындалды; температура (50, 60, 70, 80 және 90°C), түрлі қоректік орталар (амилаз, целлюлоз, липаз өндірушісі үшін), түрлі рН мәндері (5, 6, 7, 8 және 10). Жұмыс нәтижелері жоғары фенотиптік әртүрлілігін және гидролитикалық ферменттерінің жоғары белсенділігін көрсетеді, бұл болашақ зерттеулерді одан әрі өнеркәсіптік және экологиялық бағытта зерттеуге ынталандырады.

Түйін сөздер: термофилдер, Жаркент ыстық геотермиялық көзі, амилаз, липаза, изолят.

Машжан А.С.¹, Нильс-Каре Б.², Кистаубаева А.С.³, Талипова А.Б.⁴,
Батыкова Ж.К.⁵, Мусабеков Ж.Т.⁶, Баубекова А.С.⁷, Овик П.⁸

¹PhD студент, преподаватель кафедры Биотехнологии, e-mail: aj.akzhigit@gmail.com

²PhD, профессор кафедры Биологии и Центра Геобиологии, e-mail: Nils.Birkeland@uib.no

³кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: aida_kaz@mail.ru

⁴PhD студент, преподаватель кафедры Биотехнологии, e-mail: Talipova.aizhan@gmail.com

⁵студент-магистрант биотехнологии, e-mail: batyqova@mail.ru

⁶студент-магистрант биотехнологии, e-mail: jora_bek@mail.ru

⁷кандидат биологических наук, доцент, заместитель декана по научно-инновационной деятельности и международным связям, e-mail: baubekova.almagul@gmail.com

⁸PhD, доцент кафедры микробиологии, биотехнологии растений и микробов, e-mail: hpanosyan@yahoo.ca

^{1,3,4,5,6,7}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Университет Бергена, Норвегия, г. Берген

⁸Ереванский государственный университет, Армения, Ереван

Выделение и характеристика термофильных бактерий из Жаркентского геотермального горячего источника

Сокращения и обозначения: КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза; г/л – грамм на литр.

Целью данного исследования было выделение и характеристика термофильных бактерий из горячего геотермального источника в г. Жаркенте Алматинской области, Казахстан. Термофильные бактерии являются менее изученной, но важной группой микроорганизмов из-за их способности продуцировать ферменты, представляющие интерес для промышленности. Было выделено восемь бактериальных изолятов, способных к росту при 81 °C. Изоляты подвергали скринингу на активность расщепления амилазы, протеазы, липазы и целлюлозы в качестве источников углерода. На основании изучения морфологических, биохимических и

физиологических признаков семь из восьми изолятов предварительно были отнесены к роду *Thermus* sp., а один изолят к роду *Bacillus* sp.

Исследование подтвердило, что изоляты из горячего геотермального источника Жаркент являются истинными термофилами и могут быть источниками термостабильных ферментов, которые можно использовать для промышленного применения; четыре изолята (AW4, AW5, AW7, AW8) из восьми показали хорошие ферментативные характеристики по результатам их культивирования на (агаризованной) твердой среде. Процедуры выделения были сначала выполнены в различных комбинациях условий культивирования; температуры (50, 60, 70, 80 и 90°C), различные среды (для амилазы, целлюлазы, продуцента липазы), различные значения pH (5, 6, 7, 8 и 10). Результаты свидетельствуют о фенотипическом разнообразии и способности к синтезу гидролазных ферментов, что стимулирует будущие исследования.

Ключевые слова: термофилы, Жаркентский горячий геотермальный источник, амилаза, липаза, изоляты.

1. Introduction

Geothermal areas considered the source of the main habitats of thermophilic microorganisms [1]. Geothermal features are not common ecological features; they occur in clusters, in a few widely separated locations of the world where the conditions are right for their occurrence. Due to this specific nature of the geothermal sources, hot springs are available in a few areas only. The best recognized areas and the most studied are in Iceland, United States, New Zealand, Japan, Italy, Indonesia, Central America, and Central Africa [2–4]. The attractive feature of hot water resources is the ecology with its variety of the organisms [5] and the molecular strength of its components [6].

Only a small fraction of the microorganisms found in a natural habitat can be cultivated under laboratory conditions and subsequently isolated. The knowledge of environmental microbial diversity has been largely aided by the development of culture-independent molecular phylogenetic techniques [7–10].

Thermophilic microorganisms have gained worldwide importance due to their tremendous potential to produce thermostable enzymes (such as amylases, cellulases, chitinases, pectinases, xylanases, proteases, lipase, and DNA polymerases) that have wide applications in pharmaceuticals and industries [11]. Among these commercially important enzymes are the protease enzymes: alkaline protease possesses the property of a great stability when used in detergents and protease enzymes have found applications in bioindustries such as washing powders, food industry, leather processing, and pharmaceuticals and for studies in biology. Moreover, cellulase enzymes showed great commercial potential for the production of glucose feedstock from agricultural cellulosic materials [13] and in the production of bioethanol and value-added

organic compounds from renewable agricultural residues [14]. Various enzymes have significance in applications in bioindustries; for example, protease and amylases are used together in many industries such as the food industry, detergent industries, and pharmaceuticals [12].

Thermophiles can be categorized into moderate thermophiles (growth optimum, 50–60°C), extreme thermophiles (growth optimum, 60–80°C), and hyperthermophiles (growth optimum, 80–110°C) [13]. Thermophiles have been isolated from different ecological zones (e.g., hot springs and deep sea) of the earth. The organisms with the highest growth temperatures (103–110°C) are members of the genera *Pyrobaculum*, *Pyrodictium*, *Pyrococcus*, and *Melanopyrus* belonging to Archaea; within Fungi, the *Ascomycetes* and *Zygomycetes* classes have high growth temperatures [14], while, in case of bacteria, *Thermotoga* maritime and *Aquifex pyrophilus* exhibit the highest growth temperatures of 90 and 95°C, respectively [15]. Thermophilic microorganisms can be classified as Gram-positive or Gram-negative, they can exist under aerobic or anaerobic conditions, and some of them can form spores. Due to their increased importance, potential applications, and roles in different fields, scientists have concentrated their studies to discover new genus and species across the world [16–18].

The city of Almaty, situated in south region of Kazakhstan, is rich in geothermal hot springs, with temperature ranging between 30 and 98 °C. Their detailed distribution and characteristics have been described in the literature [19]. One of such hot springs is the Zharkent. The microbial diversity if this hot spring has not yet been fully studied. Therefore, the aims of this study were to isolate thermophilic bacteria from sample of Zharkent geothermal hot spring, determine the thermostability of the isolates, screen for industrial enzymes and study the phylogenetic affiliation of the thermophilic

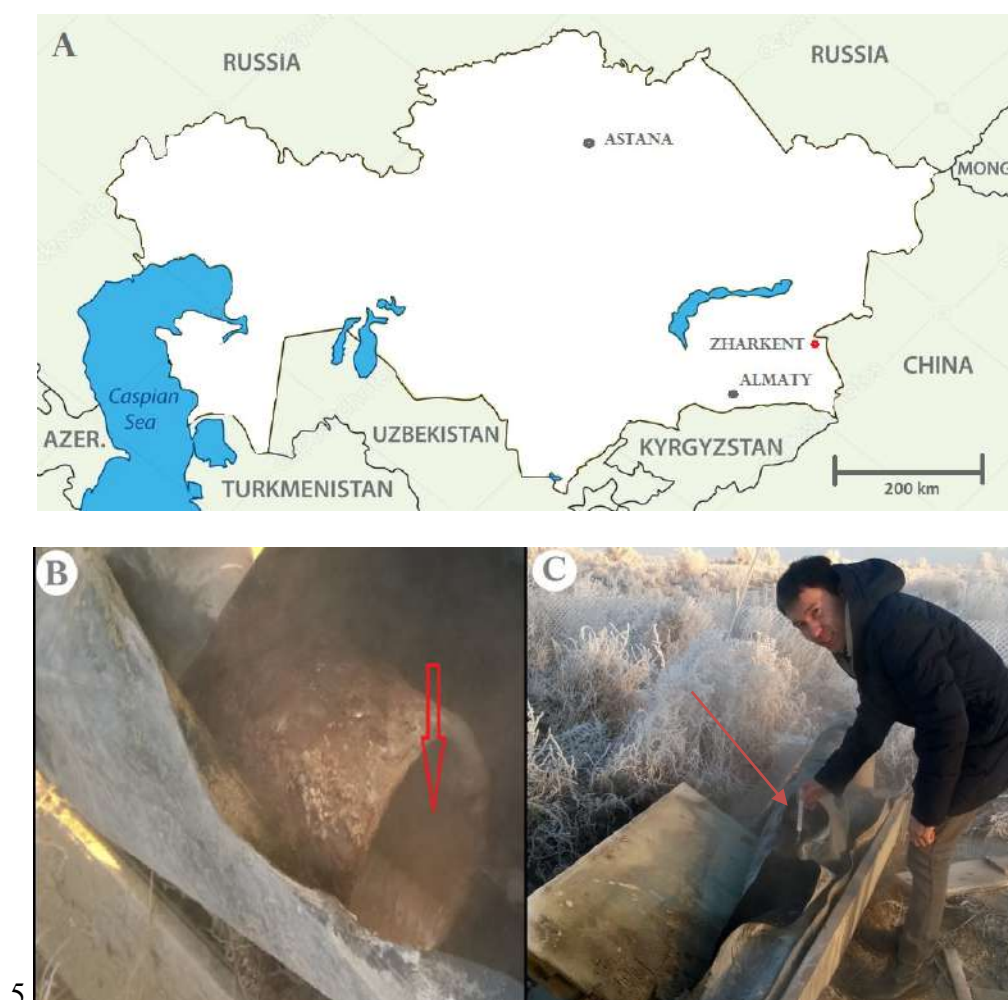
bacterium in comparisons with other bacterial isolates occurring as mesophiles, thermophiles and hyperthermophiles.

2. Materials and methods

2.1. Study site and collection of samples. The Zharkent geothermal hot spring is located at $43^{\circ} 97' 14.93''$ N, $79^{\circ} 66' 12.09''$ E, 273 km. from Almaty city, not reaching Zharkent town, at 80 km from China border. Several wells are located within the Zharkent town, depression in the Zharkunak tract. The Zharkunak underground water field is understood as the central part of the Zharkent geothermal spring, including wells No. 5539, 1-RT. All wells are located within the land use area of LLP «Baiserek-Agro» (Kazakhstan company) (Figure

1). Due to its remoteness it is less influenced by human interferences and believed to have rich microbial wealth. The temperature of the hot spring during the sampling period was 87°C . The pH was recorded to be in the range of 7 – 8 indicating alkaline environment. Sampling was performed in January 19, 2019. At 8.30 a.m. Water sample was collected from a part of conduit in the outlet of the spring in 50 ml sterile tubes. The total number of taken samples 100 ml. Tubes were brought to the laboratory and kept at 4°C in refrigerator till further processing.

The chemical composition of well No. 1-PT is characterized as sulfate-sodium chloride, slightly mineralized, alkaline, very slightly radonic, siliceous hydrotherm with a content of natural iodine ion and high fluorine content [19].



(A) Map of Kazakhstan showing the location of Zharkent. (B) Close-up photograph of the source of the Zharkent hot spring with sampling site indicated by an arrow. (C) Sampling of the water.

Figure 1 – Location of study site

2.2. Isolation of bacteria. Geothermal hot spring sample 100 ml is get into the tubes samples and then labeled. Water sample was used for enrichment in nutrient broth (HiMedia, Mumbai) at 81°C during 6 days enrichment culture was streaked on nutrient agar (HiMedia, Mumbai) to obtain separate colonies. All bacterial isolates obtained on plates were selected and purified by streaking onto the same medium at least three times. The isolates were considered pure after microscopic observation of a single morphological per culture. Plastic freezing bags were used to avoid drying of the samples during incubation. The isolates' purity cell morphology, sporulation ability, and motility were determined by microscopy (Micros, Austria) of freshly prepared wet mounts.

2.3. Determination for thermos-tolerance. Pure cultures of the bacterial isolates were determined for their thermophilic characteristics. Each bacterial isolates were inoculated into 10 ml of nutrient broth medium (HiMedia, Mumbai) in test tube at 81 °C during 6 days. After specified incubation period each broth culture of bacteria were streaked onto freshly prepared nutrient agar (HiMedia, Mumbai) medium, they were cultivated at 65°C 24 h. Bacterial isolates growing in the plates were selected and again tested for their thermos-tolerance at higher temperature in test tube at 81°C during 6 days. Finally isolates that could tolerate at temperature of 81°C was selected for further study.

2.4. Metabolic and Biochemical Characterization of the Isolates. Thermophilic bacteria isolates were studied for various morphological characteristics viz., color, gram reaction, shape, spore formation and motility. Various biochemical tests were carried out for the biochemical characterization of selected bacteria isolates such like fermentation of sugars (glucose, sucrose, lactose) (Case and Jonson), H₂S production, oxidation of Mn and Fe, obligate aerobes, facultative anaerobes [20]; the presence of catalase and oxidase enzymes was investigated according to the methods described by Prescott et al [21].

2.5. Optimization of growth conditions. To determine the effect of temperature on the growth of the isolates, microorganisms were grown at varied incubation temperature in the range of 50-90°C with regular 5°C increment for 24 hours. Besides, the effect of pH on the growth of isolated microorganism were studied by growing the organism for 24 hours at 82 °C in nutrient broth medium adjusted to different pH ranging from 4.0 – 9.0 separately.

2.6. Assessment of Enzymatic Production

2.6.1. Screening and Identification of Cellulase Producers. Ten microliters of overnight grown culture was spot plated on CMC agar (NaNO₃ – 2.0 g, K₂HPO₄ – 1.0 g, MgSO₄ – 0.3 g, KCl – 0.3 g, carboxymethylcellulose (CMC) – 0.2 g, NaCl – 0.1 g, peptone 1.0 g (HIMEDIA, India), bacto agar – 20.0 g. (g/l)). Plates incubated at 65 °C for 24 hours. From cellulase-producing microorganisms, four potential bacterial strains AW2 (Gram -ve), AW4 (Gram -ve), AW5 (Gram -ve), AW6 (Gram -ve), AW7 (Gram -ve), AW8 (Gram -ve), were selected for identification and further studies. Screening of cellulose producers were done on CMC agar. After incubation the plates were flooded with Gram's iodine (2.0 g KI and 1.0 g iodine in 300 ml distilled water HiMedia, Mumbai) for 3 to 5 minutes by Ramesh et.al. [22]. The formation of clear zone of hydrolysis indicated cellulose degradation as adopted from Shaikh et al. [23].

2.6.2. Screening and Identification of Amylase Producers. Screening of amylase producers were done on using starch hydrolysis method. The starch agar plates (Trypton – 10.0 g, yeast extract – 5.0 g, NaCl – 5.0 g, starch solution (potato starch) – 1.0 g, bacto agar – 20.0 g (France), (g/l)) were streaked by microbial isolates followed by their incubation at 65 °C for 24 hours. After incubation, 1 % iodine solution (HIMEDIA, India) (freshly prepared) was flooded on the starch agar plate. The presence of blue color around the growth indicated negative results [24].

2.6.3. Screening and Identification of Lipase Producers. Lipase activity was observed by the appearance of a turbid halo around the inocula on solid medium containing next elements per liter: yeast extract – 5.0 g, peptone – 10.0 g (HIMEDIA, India), NaCl – 5.0 g, CaCl₂ H₂O – 0.1 g, MgSO₄ H₂O – 0.3 g, KH₂PO₄ – 0.3 g, K₂HPO₄ – 0.3 g, agar – 20.0 g, g/l. The medium supplemented with 1% Tween 80 (AppliChem, GmbH) at 65 °C for 24 hours as explained by Roloff et al. [25].

2.6.4. Screening and Identification of Protease Producers. Protease activity was detected on solid medium containing next elements per liter: glucose – 1.0 g, peptone – 10.0 g (HIMEDIA, India), yeast extracts – 0.2 g, casein – 10 g (HIMEDIA, India), CaCl₂ – 0.1 g, K₂HPO₄ – 0.5 g, MgSO₄ 0.1 g, agar 20.0 g. Plates were streaked with test isolates followed by incubation at 65 °C for 24 h. The presence of a transparent zone around the colonies indicated caseinase activity as explained by Daniel [26].

3. Results and Discussion

3.1. Characterization of the Sample. Out of all sample collected from Zharkent geothermal hot spring eight different bacterial isolates were isolated. The isolates were given codes viz., AW 1, AW2, AW3, AW4, AW5, AW6, AW7, AW8. Altogether eight bacterial isolates AW 1 (Gram – ve), (AW2 (Gram – ve), AW3 (Gram + ve), AW4 (Gram – ve), AW5 (Gram – ve), AW6 (Gram – ve), AW7 (Gram – ve), AW8 (Gram – ve)) were obtained from water sample collected from

geothermal hot spring of Zharkent, Almaty region, Kazakhstan.

3.2. Morphological and Biochemical Examination of the Isolates. Various identification test like endospore formation, motility, catalase, and oxidase, fermentation of sugars (glucose, sucrose, lactose), obligate aerobe, facultative anaerobe were performed (Table 1). Based on Gram staining, the isolates were found mostly to be Gram-negative and microscopic observation revealed seven non spore forming and one spore forming bacteria arranged in chain. Growth occurred on solid and liquid media.

Table 1 – Biochemical characterization of the bacterial isolates

Biochemical tests	AW1	AW2	AW3	AW4	AW5	AW6	AW7	AW8
H ₂ S production	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve
Catalase	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve
Oxidase	+ve	+ve	-ve	+ve	+ve	+ve	ND	ND
Starch hydrolysis	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve	+ve
Fermentation of sugars								
Glucose	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve
Sucrose	-ve	+ve	+ve	+ve	-ve	+ve	-ve	-ve
Lactose	-ve	+ve	+ve	+ve	-ve	+ve	-ve	-ve
Oxidation of Mn	-ve	+ve	-ve	+ve	+ve	-ve	-ve	-ve
Oxidation of Fe	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve
Obligate aerobe	+ve	-ve	-ve	-ve	ND	-ve	ND	ND
Facultative anaerobe	-ve	+ve	+ve	+ve	ND	+ve	ND	ND

+ indicates positive and – indicates negative test; ND – not determined

The isolates were negative H₂S production test, strict aerobes, oxidation of Fe. Catalase, starch hydrolysis, oxidation of Mn, fermentation of sugars, oxidase, facultative anaerobe were found positive.

Morphologically, the isolates showed some variation in the color, margin, shape, and texture of the colonies (Table 2). The selected bacterial isolates were observed and growth characteristics were studied (Figure 2).

The color were; four creamy, one grey, one white and two white-creamy. The light transmission were; four opaque and four translucent. The consistency were; one rough, one smooth four smooth or mucous and two mucous. The shape were; two regular, two irregular and four circular. The elevation were; one convex, four flat and three raised. The margin were; one filiform, three entire and four undulate. Colonies might appear finely wrinkled and adherent to the agar surface.

3.3. The effect of different temperature and pH on the growth. The bacterial isolates were screened for their thermos-tolerance property in different temperatures starting from 50 °C to 90 °C. With isolates in solid medium the optimum temperature was 65°C, and maximum and the minimum temperature were 70° and 60°C, respectively. With isolates in liquid medium the optimum temperature was 81°C, and maximum and the minimum temperature were 70° and 85°C, respectively.

The growth of isolates was tested at different pH. The pH of media to 9.5 and 10.0 was adjusted with Na₂HPO₄ and NaOH. After the addition of 0.2 ml of seed culture to each 10 ml of a test media, the culture was incubated without shaking for 96 h. at 81 °C with two tubes run at each pH. The optimum pH range for the growth was observed to be pH 7.0 to 7.5. No growth was observed below pH 6 and pH 9.

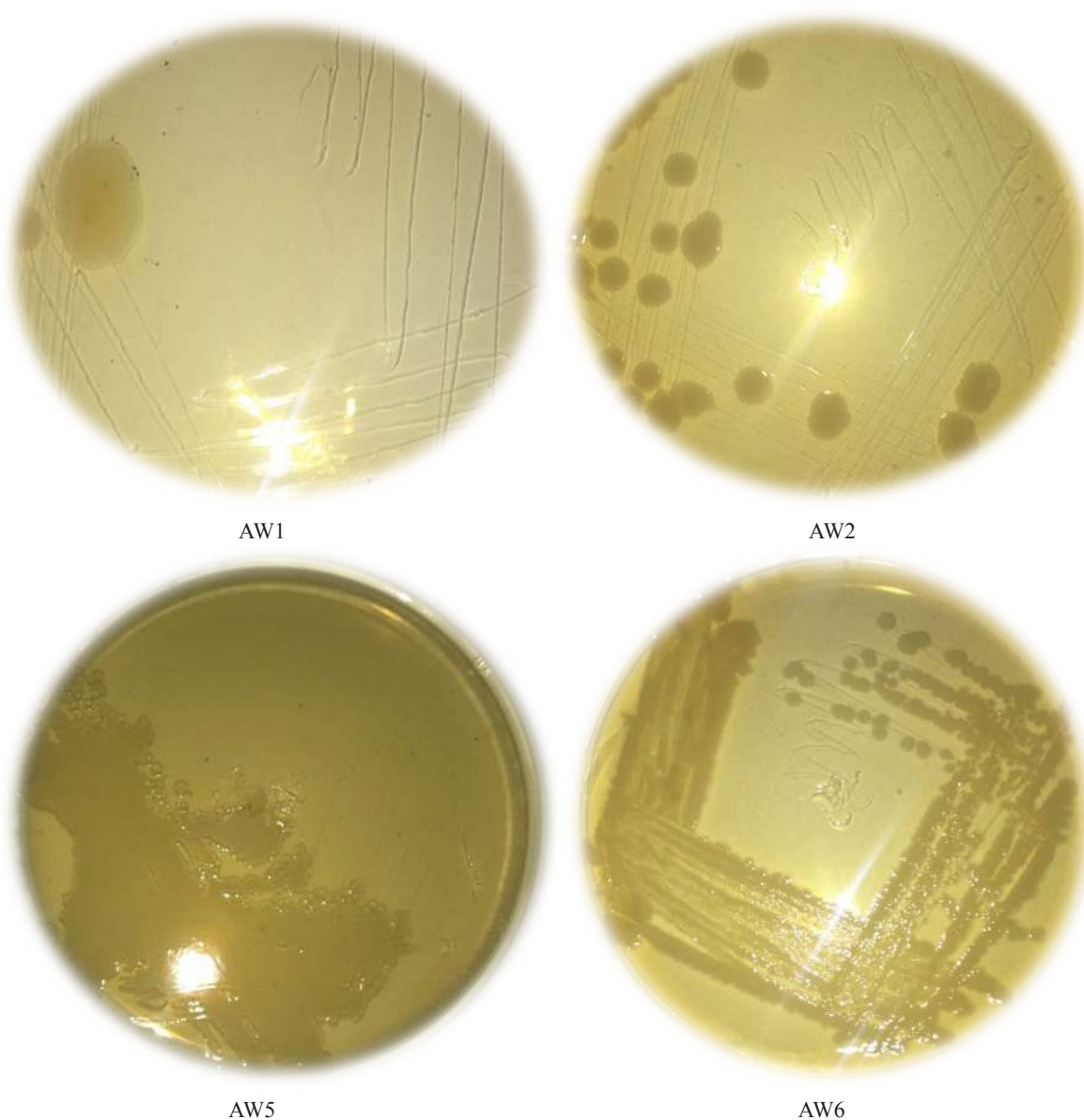


Figure 2 – Variation in colonial morphology of bacterial isolates from the hot spring using nutrient agar

Table 2 – Colony morphology of the eight isolates isolated from Zharkent geothermal hot spring

Isolates	Light transmission	Consistency	Shape	Margin	Elevation	Color
AW1	Translucent	Smooth	Regular	Undulate	Flat	White-creamy
AW2	Opaque	Mucous, Smooth	Circular	Entire	Raised	Creamy
AW3	Opaque	Mucous, Smooth	Circular	Entire	Raised	Creamy
AW4	Opaque	Mucous	Circular	Undulate	Raised	Creamy
AW5	Translucent	Mucous, Smooth	Regular	Undulate	Flat	White-creamy
AW6	Opaque	Mucous	Circular	Entire	Flat	Creamy
AW7	Translucent	Rough	Irregular	Filiform	Flat	White
AW8	Translucent	Mucous, Smooth	Irregular	Undulate	Convex	Grey

3.4. Production of Extracellular Enzymes. Bacterial isolates collected from hot spring were screened for amylase, protease, lipase and cellulose

activities (Figure 3). Among the eight identified isolates, at least two extracellular hydrolyzed enzymes was produced by each isolates (Table 3).

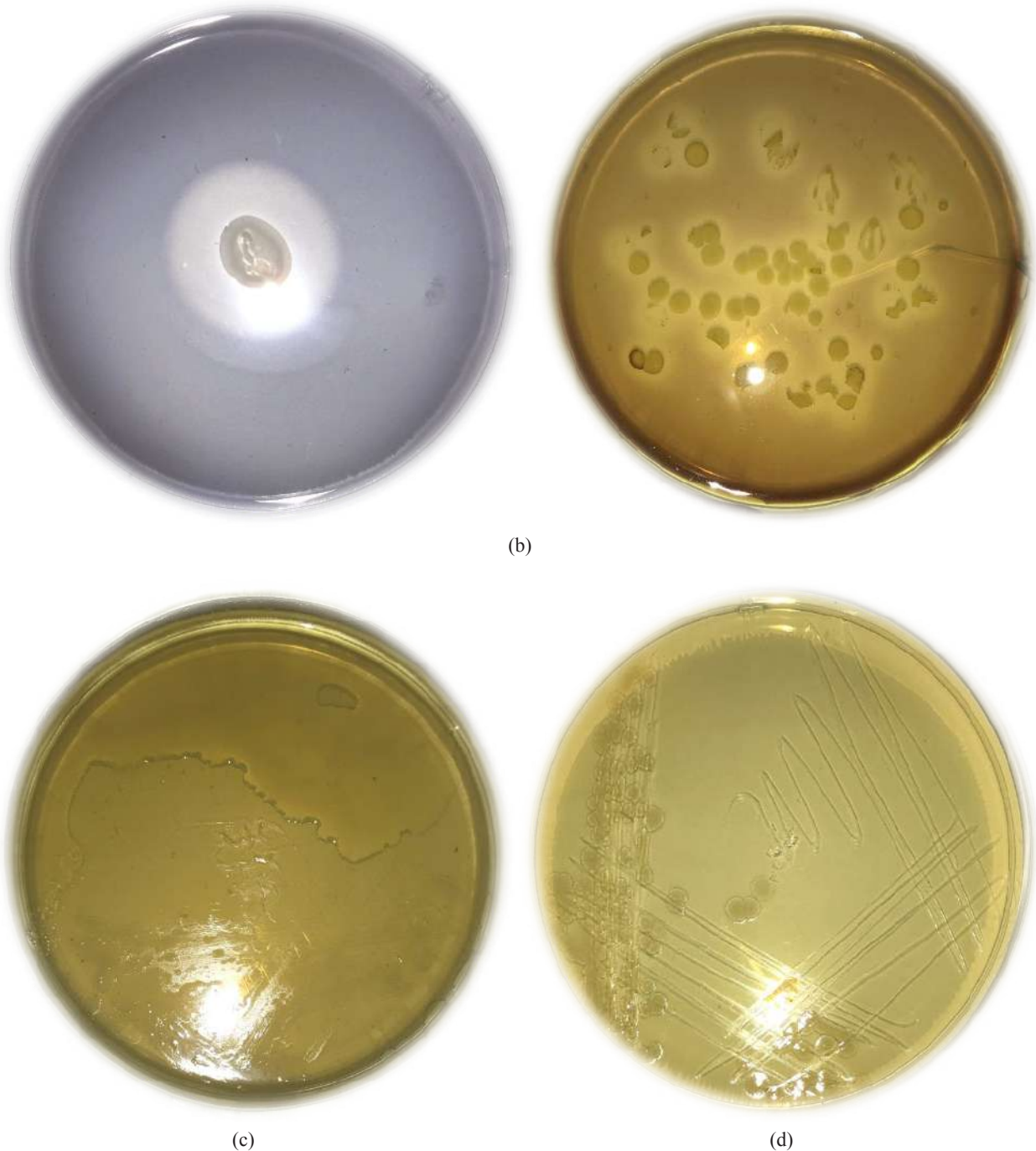


Figure 3 – Enzyme activity of isolates isolated from Zharkent geothermal hot spring. (a) amylase activity, (b) cellulase activity, (c) protease activity, (d) lipase activity

Table 3 – Variation in enzymatic activity produced by isolates isolated from Zharkent geothermal hot spring

Isolates	Amylase	Cellulase	Protease	Lipase
AW1	+ve	+ve	-ve	-ve
AW2	+ve	+ve	+ve	-ve
AW3	+ve	-ve	-ve	-ve
AW4	+ve	+ve	+ve	+ve
AW5	+ve	+ve	+ve	+ve
AW6	-ve	+ve	+ve	-ve
AW7	+ve	+ve	+ve	+ve
AW8	+ve	+ve	+ve	+ve

+ indicates positive and – indicates negative test

Seven isolates (90%) produced amylase, six isolates (80%) produced protease, seven isolates (90%) produced cellulose, and four isolates (50%) produced lipase. In addition, four isolates (50%) combined four of the tested enzymes, one isolate (15%) produced three extracellular enzymes, one isolate (15%) produced two extracellular enzymes, and only one isolate (15%) produced one enzyme screened

Thermal springs represent extreme niches whose pristine quality is maintained over a period of time. The terrestrial hot springs that exist on earth [27] represent hot spots for unusual forms of life, genes, and metabolites. Ever since Thomas Brock discovered the presence of *Thermus aquaticus* in the thermal vents of Yellowstone National Park, a number of researchers have investigated similar environments all over the world. The earth we are existing on is filled with variety of microorganisms that researchers are still far away from being able to complete their identification and isolation, this lead to intensive and extended researches to be carried out in order to fully investigate such promising microorganisms. Worldwide, geothermal areas which are favorable habitats for thermophilic organisms are limited to a restrict number of sites. In Zharkent, there are several hot springs renowned for their rejuvenating and medicinal qualities. The temperatures are often higher than 40°C. In these conditions living organisms have to cope with extremes temperature, low humidity, and low availability of nutritional compounds. These conditions reduce biodiversity but some bacteria developed survival strategies in order to adapt to such stress.

In this study, a total of eight isolates were isolated from hot spring were encoded in the form of AW1–AW8 and then subjected to various

morphological, biochemical tests. Seven isolates were Gram – negative and non-endospore forming bacilli and filamentous (AW1, AW2, AW4, AW5, AW6, AW7, AW8) and one isolate was Gram – positive and endospore forming bacilli (AW3). One isolate should be classified into the genus *Bacillus* according to their characteristics (Gram-positive rods, endospore forming, aerobes, catalase positive, optimum growth temperature of 60-65°C and growth pH range). Therefore, they could be classified as thermophilic bacteria according to Brock [28], Perry and Staley [29], and Souza and Martins [30].

On the other hand isolates AW1, AW2, AW4, AW5, AW6, AW7, AW8 were tentatively identified as belonging to the genus *Thermus*, as shown by their biochemical and physiological tests, and in a report by Hudson *et al.* [31]. They grow in aerobic conditions at a pH range of 7-8 and temperature range of 40-78°C (optimum growth temperature was 65°C). They are oxidase and catalase positive. The strains of the genus *Thermus* form yellow, orange or reddish colonies (description in Bargey's Manual, vol. 1 [32]), but the colonies of the 7 isolated isolates showed no pigmentation. Ramely and Hixson [33] reported a bacterium that resembles *Thermus aquaticus* morphologically but appears to lack the carotenoid pigment. On the basis of the features observed here and the literature, isolated isolates AW1, AW2, AW4, AW5, AW6, AW7, AW8 were tentatively classified as *Thermus*.

4. Conclusions

One isolate classified into the genus *Bacillus* and seven of isolates tentatively identified *Thermus* according to their characteristics. The thermophilic bacteria were isolated and from Zharkent geothermal

hot spring and their preliminary enzymatic potential was characterized. Four isolates (AW4, AW5, AW7, AW8) from eight showed good enzymatic characterization according to the results of their cultivations on solid medium. Isolation procedures were first carried out under various combinations of culture conditions; temperature (50, 60, 70, 80 and 90°C), different media (for amylase, cellulase, lipase producer), various pH (5, 6, 7, 8 and 10). Only bacteria reappeared steadily upon incubation at 60-80°C.

The identification procedures of the bacterial isolates were carried out on the basis of their morphology and biochemical tests. Bacterial isolates then identified, mainly based on descriptions in the references. However, the accepted description of *Thermus* seemed incomplete, thus preventing us from completely identifying such species. This is the first report on isolation of bacteria from Zharkent geothermal hot spring, Almaty region, Kazakhstan. These promising results can be exploited further for production of biotechnological important and

industrial thermostable enzymes. This study widens the opportunities for further research to be conducted to explore more the immense significance of these isolates, where there is lack of intensive studies regarding this organisms.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Acknowledgments

The authors acknowledge Shokatayeva Dina and Kuli Zhansaya for valuable advice on writing an article.

Funding

The research was supported by the EURASIA Project Development Funding CPEA-PD-2017/10012.

References

- Khalil A. Screening and characterization of thermophilic bacteria (lipase, cellulase and amylase producers) from hot springs in Saudi Arabia // *Journal of Food, Agriculture and Environment*. – 2011. – vol. 9. No. 2. – P. 672–675.
- Maugeri T. L., Gugliandolo C., Caccamo D., Stackebrandt E. A polyphasic taxonomic study of thermophilic bacilli from shallow, marine vents // *Systematic and Applied Microbiology*. – 2011. – vol. 24, No. 4. – P. 572–587.
- Boomer S. M., Noll K. L., Geesey G. G., Dutton B. E. Formation of multilayered photosynthetic biofilms in an alkaline thermal spring in Yellowstone national Park, Wyoming // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2009. – vol. 75. No. 8. – P. 2464–2475.
- Baltaci M. O., Genc B., Arslan S., Adiguzel G., Adiguzel A. Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Geothermal Areas in Turkey and Preliminary Research on Biotechnologically Important Enzyme Production // *Geomicrobiology Journal*. – 2017. – vol. 34. No. 1. – P. 53–62.
- Adiguzel A., Inan K., et al. Molecular diversity of thermophilic bacteria isolated from Pasinler hot spring (Erzurum, Turkey) // *Turkish Journal of Biology*. – 2011. – vol. 35. No. 3. – P. 267–274.
- Genc B., Nadaroglu H., Adiguzel A., Baltaci O. Purification and characterization of an extracellular cellulase from *Anoxybacillus gonensis* O9 isolated from geothermal area in Turkey // *Journal of Environmental Biology*. – 2015. – vol. 36. No. 6. – P. 1319–1324.
- Amann R., Ludwig W. Ribosomal RNA-targeted nucleic acid probes for studies in microbial ecology // *FEMS Microbiol. Rev.* – 2000. – vol. 24. – P. 555–565.
- Amann, R.I., Ludwig, W., Schleifer, K.H. Phylogenetic identification and in-situ detection of individual microbial-cells without cultivation. *Microbiol. Rev.* – 1995. – vol. 59. – P. 143–169.
- DeLong, E.E., Pace, N.R. Environmental diversity of bacteria and archaea // *Syst. Biol.* – 2001. – vol. 50. – P. 470–478.
- Zhou J.H. Microarrays for bacterial detection and microbial community analysis // *Curr. Opin. Microbiol.* – 2003. – vol. 6. – P. 288–294.
- Coolbear T., Daniel R., Morgan H.W. The enzymes from extreme thermophiles, bacterial sources, thermostability and industrial relevance // *Adv Biochem Eng Biotechnol.* – 1992. – vol. 45. P. 57–98.
- Blasam T. M., Hala I., Al D., Atef J., Saleh AL., Christian K. Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Jordanian Hot Springs: *Bacillus licheniformis* and *Thermomonas hydrothermalis* Isolates as Potential Producers of Thermostable Enzymes // *Inter. J. of Microbiology*. – 2017. – P. 1–12.
- Gupta G., Srivastava S., Khare S. K., Prakash V. Extremophiles: an overview of microorganism from extreme environment // *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. – 2014. – vol. 7. No. 2. – P. 371–380.
- Busk P. K., Lange L. Cellulolytic Potential of Thermophilic Species from Four Fungal Orders // *AMB Express*. – 2013. – vol. 3. – P. 1–10.
- Kumar M., Yadav A. N., Tiwari R., Prasanna R., Saxena A. K. Deciphering the diversity of culturable thermotolerant bacteria from Manikaran hot springs // *Annals of Microbiology*. – 2014. – vol. 64. No. 2. P. 741–751.

Yoneda Y., Yoshida T., Yasuda H., Imada C., Sako Y. Athermophilic, hydrogenogenic and carboxydutrophic bacterium, *Calderi-habitans maritimus* gen. nov., sp. nov., from a marine sediment core of an undersea caldera // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2013. – vol. 63. No. 10. – P. 3602–3608.

Cihan A. C., Cokmus C., Koc M., Ozcan B. *Anoxybacillus calidus* sp. nov., a thermophilic bacterium isolated from soil near a thermal power plant // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2014. – vol. 64. No. 1. P. 211–219.

Aanniz T., Ouadghiri M., Melloul M. et al. Thermophilic bacteria in Moroccan hot springs, saltmarshes and desert soils // *Brazilian Journal of Microbiology*. – 2015. – vol. 46. No. 2. P. 443–453.

Мендебаев Т.Н. Геотермальная энергетика. Ресурсы в Казахстане и технологическая схема их освоения // *Новости науки Казахстана*. – 2017. – №3. – С. 57–67.

Kristjansson, J., Hreggvidson K., et al. Isolation of halotolerant *Thermus* spp. from submarine hot springs in Iceland // *Applied and Environmental Microbiology*. – 1986. – vol. 52. – P 1313–1316.

Prescott L. M., Harley G. P., and Klein D. E. *Microbiology* // W. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, USA. – 1993. – vol. 2. – P. 588–591.

Ramesh Ch. K., Richa S. et al. Rapid and Easy Method for the Detection of Microbial Cellulases on Agar Plates Using Gram's Iodine // *Curr Microbiol*. – 2008. – vol. 57. No. 10. – P.503–507.

Shaikh N.M., Patel A. A., Mehta S. A., Patel N. D. Isolation and screening of cellulolytic bacteria inhabiting different environment and optimization of cellulose production // *Universal Journal of Environmental Research and Technology*. – 2013. – vol. 3. P. 39–49.

Cowan D. A. *Industrial enzymes, in Biotechnology, the Science and the Business* // Harwood Academic Publishers. – 1991. – vol. 4. – P. 177–178.

Rollof J., Hedstrom S.A., and Nilsson-Ehle P. Lipolytic activity of staphylococcus aureus strains from disseminated and localized infections // *Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Series B: Microbiology*. – 1987. – vol. 95. No. – P. 109–113.

Daniel YL. Optimization and Partial Characterization of *Bacillus* Protease Isolated from Soil and Agro-industrial Wastes // *International J. of Nutrition and Food S.* – 2017. vol. 6. No. 1. – P. 31–38.

Tobler D. J., Benning L. G. Bacterial diversity in five Icelandic geothermal waters: Temperature and sinter growth rate effects // *Extremophiles*. – 2011. – vol. 15. – No. 4. – P. 473–485.

Brock T. D. *Thermophilic Microorganisms and Life at High Temperatures* // Springer, Berlin, Germany. – 1978. – P. 465.

Perry I. I., Staley I. T. *Taxonomy of eubacteria and archaea in Microbiology: Diversity and Dynamics* // Saunders College Publishing, Orlando, Fla, USA. – 1997. – vol. 2. – P. 388–413.

Souza A. N., Martins M. L. Isolation, properties and kinetics of growth of a thermophilic *Bacillus* // *Brazilian Journal of Microbiology*. – 2001. – vol. 32. No. 4. – P. 15 – 17.

Hudson J. A., Morgan It. W., Daniel R. M. A numerical classification of some *Thermus aquaticus* isolates // *J. Gen. Microbiol*. – 1986. – vol. 132. – P. 531–540.

Brock T.D. Genus *Thermus* Brock and Freeze. In *Bergey's manual of systematic bacteriology* // The Williams and Wilkins Co., Baltimore, USA. – 1984. – vol. 295. – P. 333–339.

Ramaley R.F. and Hixson J. Isolation of a nonpigmented, thermophilic bacterium similar to *Thermus aquaticus* // *J. Bacteriol*. – 1970. – vol. 103. P. 527–528.

Yusaku F. Isolation and Identification of Thermophilic Bacteria from Sewage Sludge Compost // *J. of Fermentation and Bioengineering*. – 1991. – vol. 72. No. 5. P. 334–337.

References

Aanniz T., Ouadghiri M., Melloul M. et al. (2015) Thermophilic bacteria in Moroccan hot springs, saltmarshes and desert soils. *Brazilian Journal of Microbiology*. vol. 46, no. 2, pp. 443–453.

Adiguzel A., Inan K., et al. (2011) Molecular diversity of thermophilic bacteria isolated from Pasinler hot spring (Erzurum, Turkey). *Turkish Journal of Biology*, vol. 35, no. 3, pp. 267–274.

Amann R., Ludwig W. (2000) Ribosomal RNA-targeted nucleic acid probes for studies in microbial ecology. *FEMS Microbiol. Rev.*, vol. 24, pp. 555–565.

Amann, R.I., Ludwig, W., Schleifer, K.H. (1995) Phylogenetic identification and in-situ detection of individual microbial-cells without cultivation. *Microbiol. Rev.*, vol. 59, pp. 143–169.

Baltaci M. O., Genc B., Arslan S., Adiguzel G., Adiguzel A. (2017) Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Geothermal Areas in Turkey and Preliminary Research on Biotechnologically Important Enzyme Production. *Geomicrobiology Journal*, vol. 34, no. 1, pp. 53–62.

Blasam T. M., Hala I., Al D., Atef J., Saleh AL., Christian K. (2017) Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Jordanian Hot Springs: *Bacillus licheniformis* and *Thermomonas hydrothermalis* Isolates as Potential Producers of Thermally Stable Enzymes. *Inter. J. of Microbiology*. pp. 1–12.

Boomer S. M., Noll K. L., Geesey G. G., Dutton B. E. (2009) Formation of multilayered photosynthetic biofilms in an alkaline thermal spring in Yellowstone national Park, Wyoming. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 75, no. 8, pp. 2464–2475.

Brock T. D. (1978) *Thermophilic Microorganisms and Life at High Temperatures*. Springer, Berlin, Germany., pp. 465.

Brock T.D. (1984) Genus *Thermus* Brock and Freeze. In *Bergey's manual of systematic bacteriology*. The Williams and Wilkins Co., Baltimore, USA. vol. 295, pp. 333–339.

- Busk P. K., Lange L. (2013) Cellulolytic Potential of Thermophilic Species from Four Fungal Orders. *AMB Express*. vol. 3, pp. 1–10.
- Cihan A. C., Cokmus C., Koc M., Ozcan B. (2014) *Anoxybacillus calidus* sp. nov., a thermophilic bacterium isolated from soil near a thermal power plant // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. vol. 64, no. 1, pp. 211–219.
- Coolbear T., Daniel R., Morgan H.W. (1992) The enzymes from extreme thermophiles, bacterial sources, thermostability and industrial relevance. *Adv Biochem Eng Biotechnol.*, vol. 45, pp. 57-98.
- Cowan D. A. (1991) Industrial enzymes, in *Biotechnology, the Science and the Business*. Harwood Academic Publishers. vol. 4, pp. 177-178.
- Daniel YL (2017). Optimization and Partial Characterization of *Bacillus* Protease Isolated from Soil and Agro-industrial Wastes. *International J. of Nutrition and Food S.*, vol. 6, no. 1, pp. 31-38.
- DeLong, E.E., Pace, N.R. (2001) Environmental diversity of bacteria and archaea. *Syst. Biol.*, vol. 50, pp. 470–478.
- Genc B., Nadaroglu H., Adiguzel A., Baltaci O. (2015) Purification and characterization of an extracellular cellulase from *Anoxybacillus gonensis* O9 isolated from geothermal area in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, vol. 36, no. 6. pp. 1319–1324.
- Gupta G., Srivastava S., Khare S. K., Prakash V. (2014) Extremophiles: an overview of microorganism from extreme environment. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. vol. 7, no. 2, pp. 371–380.
- Hudson J. A., Morgan It. W., Daniel R. M. (1986) A numerical classification of some *Thermus aquaticus* isolates. *J. Gen. Microbiol.* vol. 132, pp. 531-540.
- Khalil A. (2011) Screening and characterization of thermophilic bacteria (lipase, cellulase and amylase producers) from hot springs in Saudi Arabia. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, vol. 9, no. 2, pp. 672–675.
- Kristjansson, J., Hreggvidson K., et al. (1986) Isolation of halotolerant *Thermus* spp. from submarine hot springs in Iceland. *Applied and Environmental Microbiology*. vol. 52, pp. 1313-1316.
- Kumar M., Yadav A. N., Tiwari R., Prasanna R., Saxena A. K. (2014) Deciphering the diversity of culturable thermotolerant bacteria from Manikaran hot springs. *Annals of Microbiology*. vol. 64, no. 2, pp. 741–751.
- Maugeri T. L., Gugliandolo C., Caccamo D., Stackebrandt E. (2011) A polyphasic taxonomic study of thermophilic bacilli from shallow, marine vents. *Systematic and Applied Microbiology*, vol. 24, no. 4. pp. 572–587.
- Mendibaev T.N. (2017) Geotermalnaja energija. Resursi v Kazakhstane i texnologijeskaja sxema ix osvoenie. *Novosti nayki Kazakhstana*. vol. 3, pp. 57-67.
- Perry I. I., Staley I. T. (1997) Taxonomy of eubacteria and archaea in *Microbiology: Diversity and Dynamics*. Saunders College Publishing, Orlando, Fla, USA. vol. 2, pp. 388–413.
- Prescott L. M., Harley G. P., and Klein D. E. (1993) *Microbiology*. W. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, USA. vol. 2, pp. 588-591.
- Ramaley R.F. and Hixson J. (1970) Isolation of a nonpigmented, thermophilic bacterium similar to *Thermus aquaticus*. *J. Bacteriol.*, vol. 103, pp. 527-528.
- Ramesh Ch. K., Richa S. et al. (2008) Rapid and Easy Method for the Detection of Microbial Cellulases on Agar Plates Using Gram's Iodine. *Curr Microbiol.* vol. 57, no. 10, pp.503-507.
- Rollof J., Hedstrom S.A., and Nilsson-Ehle P. (1987) Lipolytic activity of staphylococcus aureus strains from disseminated and localized infections. *Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Series B: Microbiology*. vol. 95, no, pp. 109–113.
- Shaikh N.M., Patel A. A., Mehta S. A., Patel N. D. (2013) Isolation and screening of cellulolytic bacteria inhabiting different environment and optimization of cellulose production. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*. vol. 3, pp. 39–49.
- Souza A. N., Martins M. L. (2001) Isolation, properties and kinetics of growth of a thermophilic *Bacillus*. *Brazilian Journal of Microbiology*. vol. 32, no. 4, pp. 15 – 17.
- Tobler D. J., Benning L. G. (2011) Bacterial diversity in five Icelandic geothermal waters: Temperature and sinter growth rate effects. *Extremophiles*. vol. 15, no. 4, pp. 473–485.
- Yoneda Y., Yoshida T., Yasuda H., Imada C., Sako Y. (2013) Athermophilic, hydrogenogenic and carboxydutrophic bacterium, *Calderihabitans maritimus* gen. nov., sp. nov., from a marine sediment core of an undersea caldera. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. vol. 63, no. 10, pp. 3602–3608.
- Yusaku F. (1991) Isolation and Identification of Thermophilic Bacteria from Sewage Sludge Compost. *J. of Fermentation and Bioengineering*. vol. 72, no. 5, pp. 334-337.
- Zhou J.H. (2003) Microarrays for bacterial detection and microbial community analysis. *Curr. Opin. Microbiol.*, vol. 6, pp. 288–294.

**Рамазанова Н.Е.¹, Токсанбаева С.Т.²,
Инкарова Ж.И.³, Саспугаева Г.Е.⁴**

¹PhD доктор, доцент, e-mail: nurgulram@gmail.com

²магистр, преподаватель, e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

³к.б.н., доцент, e-mail: inkarova_zhi@enu.kz

⁴PhD доктор, доцент, e-mail: gulnur.er@mail.ru

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БУРЛИНСКОГО РАЙОНА
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В современном мире антропогенное воздействие на окружающую среду носит обыденный характер и приводит к колоссальным последствиям, характеризующимся в виде деградации земель, изменения и ухудшения почвенного покрова, загрязнения водных ресурсов и т.д. На данный момент более 1/2 части ландшафтов земной поверхности подвергаются изменениям благодаря воздействию человека, и, конечно же, этому подвергается почвенный покров. В связи с этим своевременные действия в мониторинге и оценке современного состояния почвенного покрова носят важный характер. Поэтому тематика и цель данной статьи – это раскрытие современного состояния почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области. Для исследования современного состояния почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области были взяты данные по пробам почвенных образцов 5 ключевых участков с территории Бурлинского района Западно-Казахстанской области. Данные проб почвенного покрова 5 ключевых участков были исследованы в испытательной лаборатории РГКП «Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова» МОН РК города Уральск в соответствии с единой методикой отбора проб. В статье показано современное состояние почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области с исследованием основных характеристик почвенного покрова и с оценкой загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами. В ходе исследования почвенного покрова установилось превышение предельно-допустимой концентрации таких химических элементов как медь, никель и цинк.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, загрязняющие вещества, почва, почвенный покров, предельно-допустимая концентрация, современное состояние, химические элементы.

Ramazanova N.E.¹, Toxanbayeva S.T.², Inkárova Zh.I.³, Saspuǵayeva G.Y.⁴

¹PhD doctor, associate professor, e-mail: nurgulram@gmail.com

²Master, teacher, e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

³c.b.s., associate professor, e-mail: inkarova_zhi@enu.kz

⁴PhD doctor, associate professor, e-mail: gulnur.er@mail.ru

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Astana

**Modern state of soil cover Burlin district
of West Kazakhstan region**

In the modern world, anthropogenic impact on the environment is common and leads to enormous consequences, characterized in the form of land degradation, change and deterioration of soil cover, water pollution, etc. at the moment, more than 1/2 of the landscapes of the earth's surface are subject to changes due to human impact, and, of course, this is the soil cover. About twenty per cent of the land has changed dramatically, this percentage can be attributed to built-up areas, roads, airports, including,

drained, irrigated or flooded areas. Thirty percent is developed by agriculture, of which ten percent are arable lands, twenty percent are pastures. That is, human impact on the soil occurs in a variety of forms, bearing respectively direct or indirect impact. In this regard, timely actions in monitoring and assessing the current state of the soil cover are important. Therefore, the theme and purpose of this article is the disclosure of the current state of the soil cover of the Burlin district of West Kazakhstan region. To study the current state of the soil cover of the Burlin district of West Kazakhstan region, data on soil samples of 5 key sites from the territory of the Burlin district of West Kazakhstan region were taken. The data of soil cover samples of 5 key sites were made by specialists of the West Kazakhstan region in the testing laboratory. The article shows the current state of the soil cover of the Burlin district of West Kazakhstan region with the study of the main characteristics of the soil cover and with the assessment of contamination of the soil cover of the Burlin district of West Kazakhstan region. During the study of the soil cover, the excess of the maximum permissible concentration of such chemical elements as zinc, copper and Nickel was established.

Key words: anthropogenic impact, pollutants, soil, soil cover, maximum permissible concentration, current state, chemical compounds.

Рамазанова Н.Е.¹, Токсанбаева С.Т.², Инкарова Ж.И.³, Саспугаева Г.Е.⁴

¹PhD докторы, доцент, e-mail: nurgulram@gmail.com

²магистр, оқытушы, e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

³б.ғ.к., доцент, e-mail: inkarova_zhi@enu.kz

⁴PhD доктор, доцент, e-mail: gulfur.er@mail.ru

А.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Астана қ.

Батыс Қазақстан облысы Бөрілі ауданы топырақ жамылғысының қазіргі заманғы жағдайы

Қазіргі таңда қоршаған ортаға антропогендік әсер жердің тозуы, топырақ жамылғысының өзгеруі және нашарлауы, су ресурстарының ластануы және т.б. сияқты үлкен зардаптарға әкеледі. Қазіргі уақытта жер беті ландшафтысының 1/2 бөлігінен астамы адамның әсерінен өзгеріп отыр және әрине, бұл өзгеріске топырақ жамылғысы ұшырайды. Осыған байланысты топырақ жамылғысының ағымдағы жай-күйіне мониторинг жүргізу және уақытылы бағалау шараларын жүргізу маңызды. Сондықтан да, осы мақаланың тақырыбы мен мақсаты – Батыс Қазақстан облысы Бөрілі ауданындағы топырақ жамылғысының ағымдағы жай-күйін ашу болып табылады. Батыс Қазақстан облысы Бөрілі ауданының топырақ жамылғысының ағымдағы жай-күйін зерттеу үшін Батыс Қазақстан облысының Бөрілі ауданы аумағынан 5 кілттік учаскенің топырақ үлгілері туралы мәліметтері алынды. 5 кілттік учаскедегі топырақ жамылғысының үлгілері Орал қ. ҚР БҒМ «Махамбет Өтемісұлы атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университетінің» РМКШ сынақ зертханасында бірыңғай іріктеу техникасына сәйкес өткізілді. Мақалада Батыс Қазақстан облысы Бөрілі ауданының топырақ жамылғысының негізгі сипаттамаларын зерттеу және топырақ жамылғысының ластануына баға бере отырып, Батыс Қазақстан облысы Бөрілі ауданының топырақ жамылғысының қазіргі жағдайы көрсетілген. Топырақ жамылғысын зерттеу барысында цинк, мыс және никель сияқты химиялық элементтердің шектік рауалды концентрациядан барынша жоғары екені анықталды.

Түйін сөздер: антропогендік әсер, ластанушы заттар, топырақ, топырақ жамылғысы, шектік рауалды концентрация, ағымдағы күй, химиялық қосылыстар.

Введение

Для обеспечения человечества продуктами питания и сырьем для ведущих отраслей промышленности одну из значимых ролей играет почвенный покров. Для получения планируемой продукции сельского и лесного хозяйства необходимо непрерывный контроль за состоянием почв и почвенного покрова [1], [2].

Порядка двадцати процентов земель изменяются коренным образом, к этому процентному соотношению можно отнести застроенные площади, дорожные объекты, аэродромы, в том чис-

ле и, осушенные, обводненные или затопленные территории. Тридцать процентов осваивается сельским хозяйством, из которых десять процентов составляют пашни, двадцать процентов – пастбища. То есть воздействие человека на почвенный покров происходит в самых многообразных формах, носящих соответственно прямое непосредственное или косвенное влияние.

Почвенный покров – это естественная база для поселений людей, служащая основой для создания рекреационных условий, которая позволяет создавать оптимальную экологическую обстановку для жизни, труда и отдыха людей.

От того, каков характер почвы, свойства почвы и протекающие в них химические и биохимические процессы, зависят чистота и состав атмосферы, наземных и подземных вод. Почвенный покров является одним из наиболее мощных регуляторов химического состава атмосферы и гидросферы. Почва была и остается главным условием жизнеобеспечения наций и человечества в целом [3], [4].

Для сохранения и улучшения почвенного покрова, а значит для основных жизненных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, развития промышленности, бурного роста городов и транспорта необходим хорошо налаженный контроль за использованием всех видов почвенных и земельных ресурсов.

Почва является наиболее чувствительной к антропогенному воздействию. Из всех оболочек Земли почвенный покров – самая тонкая оболочка, мощность наиболее плодородного гумусированного слоя даже в черноземах не превышает, как правило, 80-100 см, а во многих почвах большинства природных зон она составляет всего лишь 15-20 см [5], [6].

Бурлинский район является административно-территориальной единицей второго уровня Западно-Казахстанской области. Административным центром района является город Аксай. Бурлинский район расположен в северо-восточной части Западно-Казахстанской области. Район граничит с тремя районами Западно-Казахстанской области и на севере по рекам Илек и Жайык с Оренбургской областью Российской Федерации. Территория района занимает площадь в 5,6 тыс. квадратных километров [7], [8].

Почвенный покров Западно-Казахстанской области с давних времен привлекал внимание исследователей почвоведов, геоботаников, географов. В конце XIX – начале XX века были начаты первые глубокие исследования по изучению почв Западно-Казахстанской области.

В 30-е, и особенно в 50-е, годы в связи с постановлением правительства о широком освоении сухостепной зоны организовывается ряд крупных почвенных и геоботанических экспедиций. В экспедиции по изучению почвенного покрова участвовали такие выдающиеся ученые-почвоведы как Б.Б. Полюнов, Л.И. Прасолов, В.А. Ковда, И.П. Герасимов, М.А. Глазовская, А.А. Роде, Е.И. Иванов, В.М. Фридланд, В.М. Боровский и многие другие. Эти исследования позволили установить основные закономерности распространения почв, охарактеризо-

вать основные типы почв (каштановые, луговые, солонцы и т.д.), наметить основные пути их развития и формирования. Были установлены основные особенности каштаново-степного почвообразовательного процесса [9], [10].

Значительный вклад в исследования почвенного и растительного покрова территории его картографирования внесли почвоведы Уральского Казгипрозема и ученые кафедры ботаники Западно-Казахстанского университета имени М. Утемисова.

Целью исследования данной статьи служит рассмотрение современного состояния почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области. Объект исследования – это территория Бурлинского района Западно-Казахстанской области.

Материалы и методы исследований

В данной работе исследованы основные характеристики и современное состояние почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области.

В качестве материала исследования были использованы пробы почвенного образца на 5 ключевых участках, изученные в испытательной лаборатории РГКП «Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова» МОН РК города Уральск в соответствии с единой методикой отбора проб по СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 [11].

Результаты получены с помощью методики количественного химического анализа и с применением ГОСТа 26449,1-85 и статистически обработаны [11].

Результаты и обсуждение

Почвенный покров исследуемой территории изменяется в зависимости от рельефа, литологического состава почвообразующих пород и климатических условий [12]. В соответствии с влиянием зональных факторов с севера на юг располагается несколько почвенных зон: черноземы южные, темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые и бурые почвы [13]. Внутризональное разнообразие почвенного покрова, связанное с местными условиями увлажнения, рельефа и с характером почвообразующих пород, представляет собой яркую картину [14], [15]. Важнейшей особенностью почв является их высокая засоленность [16], [17]. Обращает на себя внимание комплексность почвенного и рас-

тительного покрова на территории. Формирование почв в большинстве случаев определяется изменениями микрорельефа и составом пород на небольших расстояниях и находится в тесной связи с общими физико-географическими условиями (сухость климата, геологической молодости территории и т.д.) [18].

Южные черноземы распространены в степной зоне на площади 95 тыс.га. Они сформировались на плоских водоразделах Общего Сырта. Почвообразующими породами чаще всего здесь служат тяжелосуглинистые и глинистые отложения. Гумусовый горизонт имеет темно серую окраску, мощность его 40-60 см, содержание гумуса 3-6,5 %. В межсыртовых понижениях и балках при близком залегании грунтовых вод и при избыточном поверхностном увлажнении формируются лугово-черноземные почвы. Мощность гумусового горизонта этих почв большая, количество гумуса в верхнем горизонте составляет 6-8 %. Преобладают ковыльные степи с дерново-злаковой растительностью. К югу от черноземов размещается зона темно-каштановых почв [19]. Темно-каштановые почвы образовались на молодых слабокарбонатных отложениях, они обычно встречаются в сочетании с типчаково-ковыльными растительными ассоциациями. Грунтовые воды здесь находятся на глубине 10 метров и глубже. Сверху в почвенном слое залегает гумусовый горизонт мелкозернистой структуры. Общая мощность гумусового горизонта 30-45 см со средним содержанием гумуса 3-5 %. Около 10 % площади занимают солонцы.

Каштановые почвы располагаются узкой полосой между темно-каштановыми и светло-каштановыми почвами. Они формируются на породах легкого механического состава (супесях, песках и суглинках аллювиального происхождения). Растительный покров их часто представлен типчаково-ковыльными группировками. Мощность гумусового горизонта около 30-40 см, содержание гумуса 2,5-4 % [20], [21].

Светло-каштановые почвы образуются обычно в неглубоких долинах, направленных преимущественно с севера-востока на юго-запад. Мощность гумусового горизонта – 25-35 см, содержание гумуса в почве – 1,5-3%. В полосе светло-каштановых почв широко распространены солонцы, растительный покров представлен полынно-типчаковыми группировками. Почвы, получающие дополнительное количество поверхностной и грунтовой влаги, формируются в лугово-каштановые. Мощность гумусового го-

ризонта этих почв – 45-55 см, содержание гумуса – 2,5-3,5 % [22].

Широко распространены солонцы. Они занимают обширные площади в зоне каштановых почв. Солонцы покрыты зарослями черно-полынно-типчаковых группировок. Мощность гумусового горизонта составляет 30-40 см, содержание гумуса – 0,9-2 % [23], [24].

Бурлинский район занимает водораздельную часть Подуральского плато Утвино-Илекского водораздела. Почвенный покров ранее характеризовался южными черноземами и темно-каштановыми почвами [25], [26].

Расположение исследуемых ключевых участков по пробам почвенных образцов было выбрано в Бурлинском районах, так как целью исследования служит рассмотрение современного состояния почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области.

Ниже на рисунке 1 и в таблице 1 показаны ключевые участки Бурлинского района Западно-Казахстанской области.

Согласно статистической обработке, сделанной в испытательной лаборатории РГКП «Западно-Казахстанский государственный университет имени Махамбета Утемисова» МОН РК города Уральск в соответствии с единой методикой отбора проб на основе СТ РК ГОСТ Р 51592-2003, в таблице 2 показано содержание химических элементов в почвенном покрове Бурлинского района Западно-Казахстанской области.

В таблице 2 показано содержание химических элементов в почвенном покрове Бурлинского района Западно-Казахстанской области. По вышеуказанным данным в таблице 2 получены результаты по таким химическим элементам как медь, свинец, цинк, кадмий, никель и кобальт.

Анализ таблицы 2 показывает, что в почвенном покрове данных ключевых участков есть превышение ПДК по некоторым химическим элементам. Более подробное описание и обсуждение по ключевым участкам таблиц 1 и 2 с анализом загрязнений почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской показано ниже.

По первому ключевому участку Бурлинского района, поселка Канай бассейна реки Жайык результаты химических элементов по цинку варьируют в промежутке $35,55 \pm 0,7$ мг/дм³ и имеют значительное превышение по предельно-допустимой концентрации на $35,25$ мг/дм³, также содержание никеля составляет $82,76$ мг/дм³ с варьированием $\pm 0,28$ и значительным превышением ПДК на $79,76$ мг/дм³, что говорит о воздей-

ствии на почвенный покров внешних факторов в виде поглощения, выделяющихся химикатов с территорий предприятий по нефте-газодобыче и переработке нефти, боратовых руд, горючих сланцев, калийно-магниевых солей, цементного

сырья, керамзитовых глин, строительного и аллювиального песка и т.д. Результаты содержания меди, свинца и кадмия варьируют в допустимых промежутках, не превышающих предельно-допустимую концентрацию.

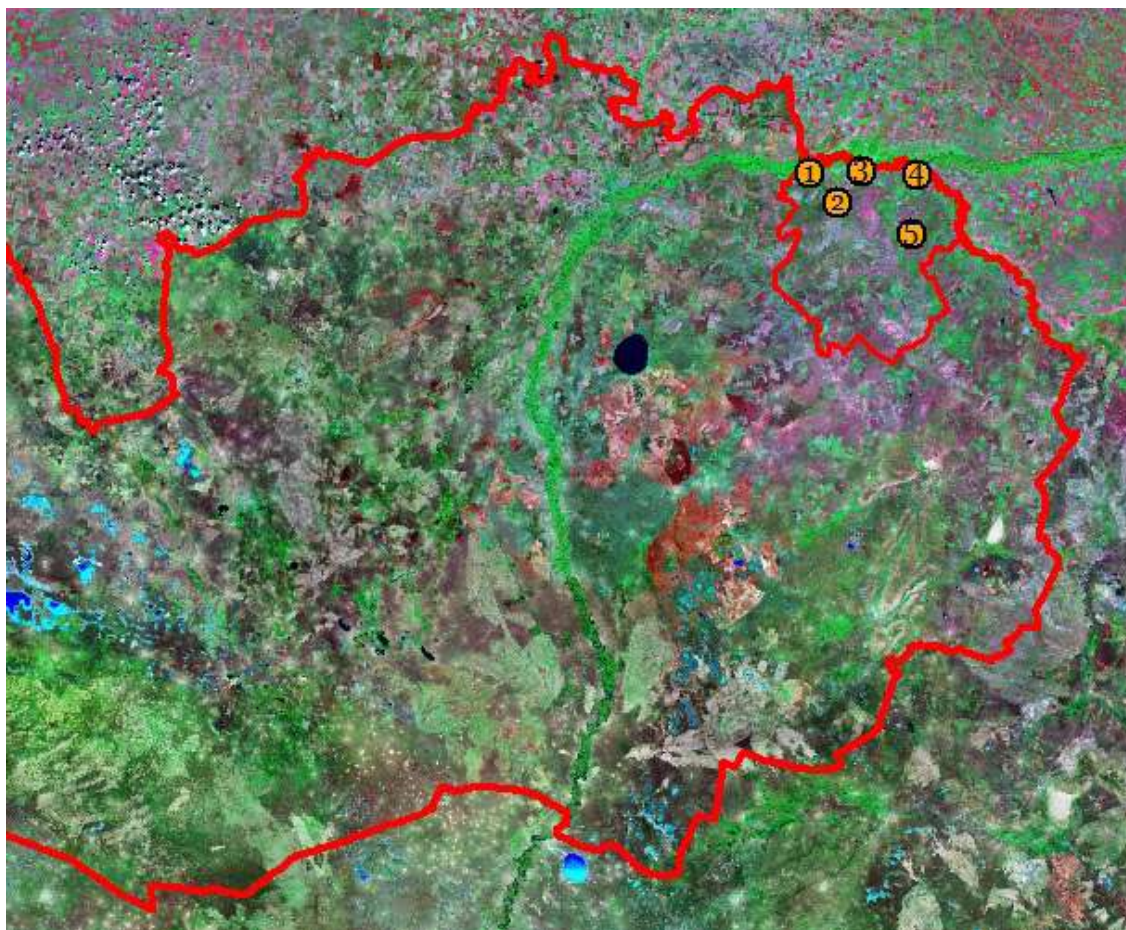


Рисунок 1 – Ключевые участки с пробами почвенных образцов Бурлинского района Западно-Казахстанской области

Таблица 1 – Ключевые участки с пробами почвенных образцов Бурлинского района Западно-Казахстанской области

№ по карте	Ключевые участки	Координаты	Растительность, почва
1	Бурлинский р-н, п. Канай	51° 24' 46,8'' (с.ш.) 52° 36' 32,3'' (в.д.)	Горькушово-пырейный луг, аллювиально-луговая солончаковатая яжелосуглинистая
2	Бурлинский р-н, река Утва	51° 25' 11,6'' (с.ш.) 52° 47' 14,2'' (в.д.)	Солодково-костровая асс (скошено), солонец луговой глубокопромытый тяжелосуглинистый
3	Бурлинский р-н, п. Облавка, р. Жайык	51° 28' 22,9'' (с.ш.) 52° 57' 17,3'' (в.д.)	Дубово-вязовник ежевичный, лесо-луговая мощная промытая тяжелосуглинистая
4	Бурлинский р-н, п. Жарсуат	51° 29' 13,4'' (с.ш.) 53° 17' 15,1'' (в.д.)	Белотоплевник вейниковый, аллювиально-луговая карбонатная тяжелосуглинистая
5	Бурлинский р-н, п. Жарсуат	51° 23' 05,6'' (с.ш.) 53° 18' 07,9'' (в.д.)	Белотоплевник ежевичный, лугово-аллювиальная супесчаная

Таблица 2 – Содержание химических элементов в почвенном покрове по ключевым участкам Бурлинского района Западно-Казахстанской области

№ по карте	Cu, мг/дм ³	Pb, мг/ дм ³	Zn, мг/ дм ³	Cd, мг/ дм ³	Ni, мг/ дм ³	Co, мг/дм ³	Станд. отклон	C _v	Методика выполнения КХА
1	27,39±0,28	13,3±0,5	35,55±0,7	0,27±0,4	82,76±0,28	2,17±0,28	0,26	0,13	ГОСТ 26449,1-85
2	10,86±0,19	10,0±0,38	0,4±0,08	0,22±0,05	27,56±0,8	0,89±0,19	0,62	0,14	ГОСТ 26449,1-85
3	12,19±0,27	7,85±0,16	24,41±0,35	0,25±0,04	48,89±0,85	1,27±0,02	0,19	0,11	ГОСТ 26449,1-85
4	13,56±0,15	6,56±0,18	22,44±0,36	0,14±0,03	68,67±0,87	1,48±0,03	1,27	0,17	ГОСТ 26449,1-85
5	9,76±0,17	7,28±0,21	21,86±0,34	0,17±0,01	41,95±0,75	0,78±0,01	0,75	0,11	ГОСТ 26449,1-85
ПДК	30,0	50,0	0,30	5,0	3,0	1,0			

По второму ключевому участку Бурлинского района, реки Утва бассейна реки Жайык результаты химических элементов по никелю варьируют в промежутке 27,56±0,8 мг/дм³ и имеют значительное превышение по предельно-допустимой концентрации на 24,56 мг/дм³, что также говорит о воздействии на почвенный покров внешних факторов в виде поглощения выделяющихся химикатов с территорий предприятий по нефте-газодобыче и их переработке. Результаты содержания меди варьируют в промежутке 10,86±0,19 мг/дм³; варьирование свинца проходит в промежутках 10,0±0,38 мг/дм³, цинка – в промежутке 0,4±0,08 мг/дм³, кадмия – в промежутке 0,22±0,05 мг/дм³ и кобальта – в промежутках 0,89±0,19 мг/дм³ в допустимых значениях, не превышающих предельно-допустимую концентрацию.

Третий ключевой участок Бурлинского района поселка Облавка бассейна реки Жайык из таблицы 2 показал, что содержание некоторых химических элементов, таких как цинк, никель и кобальт, имеют превышения по предельно-допустимой концентрации.

По четвертому ключевому участку Бурлинского района поселка Жарсуат бассейна реки Жайык результаты химических элементов по меди варьируют в промежутке 13,56±0,15 мг/дм³, по свинцу – 6,56±0,18 мг/дм³, по кадмию – в промежутке 0,14±0,03 мг/дм³ в допустимых значениях, не превышающих предельно-допустимую концентрацию. Цинк варьирует в промежутке 22,44±0,36 мг/дм³ и значительно превышает ПДК на 19,44 мг/дм³. Также имеются значительные превышения по никелю с вариацией в промежутке 68,67±0,89 мг/дм³ и превышением предельно-допустимой концентрации на 65,67 мг/дм³. Это говорит о техногенном нарушении с наибольшим влиянием предприятий

по нефте-газодобыче на растительный покров в районе четвертого ключевого участка.

Пятый ключевой участок Бурлинского района поселка Жарсуат бассейна реки Жайык из таблицы 2 показал содержание меди, свинца и кадмия в пределах нормы и не превышающих предельно-допустимую концентрацию. Но также имеются значительные превышения по цинку и никелю с разницей от ПДК на 21,56 мг/дм³ и на 38,95 мг/дм³.

Анализ таблицы 2 показывает, что содержание меди, свинца, цинка, кадмия, никеля, кобальта в почвенном покрове данных ключевых участков превышает ПДК. Наиболее активно в почвах данной территории накапливается медь, цинк и никель, концентрация которых в разы превышает ПДК. Высокие содержания ПДК данных химических элементов в почвенном покрове в первую очередь обусловлены большим количеством техногенных источников. В пределах этой зоны расположено большинство разнотипных промышленных предприятий, а также расположены крупные населенные пункты, поэтому данная территория испытывает повышенную техногенную нагрузку и почвенный покров обладает большей токсичностью. Помимо техногенных источников, свой вклад в загрязнение почвенного покрова вносят и природные факторы.

Выводы

Был исследован почвенный покров Бурлинского района Западно-Казахстанской области. Рассмотрена общая картина современного состояния почвенного покрова. Определено содержание загрязняющих веществ по химическим элементам. В качестве вывода отмечается следующее:

1. Наблюдения и анализ состояния почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области позволили установить основные загрязняющие вещества, такие химические элементы как медь, никель и цинк.

2. Почвенный покров Бурлинского района Западно-Казахстанской области характеризуется техногенным нарушением, обусловленным функционированием промышленных объектов и транспорта. Наибольшее влияние

оказывают предприятия по нефте-газодобыче и переработке.

3. Загрязнение почв Бурлинского района Западно-Казахстанской области носит мелко-площадный и линейный характер, в значительных превышениях отдельных химических элементов.

4. Наибольшие накопления по меди, цинку и никелю в почвенном покрове отмечены в Бурлинском районе у поселка Канай.

Литература

- Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: Учеб.-метод. пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2017. – 3 с.
- Алексеев В.А. Экологическая геохимия / В. А. Алексеев. – М.: Логос, 2015. – 121 с.
- Амельченко В.И., Галимов М.А., Рамазанов С.К., Терещенко Т.А., Кабдулова Г.А., Череватова Т.Ф. География Западно-Казахстанской области: учебное пособие. – Уральск, 2006.
- Andrews N.L. Environmental impact assessment and risk assessment: learning from each other. In: Environmental impact assessment: theory and practice. – London: Unwin Hyman. 1990. – p. 85-97.
- Angelone M., Armiento G., Cinti D., Somma R., Trocciola A. Platinum and heavy metal concentration levels in urban soils of Naples (Italy) // *Fresenius Environmental Bulletin*. 2002. – V. 11. – P. 432-436.
- Awad F; Romheld V. Mobilization of heavy metals from contaminated calcareous soils by plant born, microbial and synthetic chelators and their uptake by wheat plants // *Journal of plant nutrition*. 2000. Vol. 23, issue 11-12, p. 1847-1855.
- Banat K.M., Howari F.M., Al-Hamad A.A. Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks? // *Environmental Research*. – 2005. Vol. 97. – P. 258-273.
- Blume H.-P. Classification of soils in urban agglomerations // *Catena*. 1989. V.16. No. 3. – P. 269-275.
- Boyd H.B., Pedersen F., Cohr K.H., Damborg A., Jakobsen B.M., Kristensen P., Samsøe-Petersen L. Exposure scenarios and guidance values for urban soil pollutants // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 1999. Vol. 30. – P. 197-208.
- Bradl H.B. (ed.) *Heavy Metals in the Environment. Interface // Science and Technology*. 2015. – London: Elsevier Ltd. Vol. 6. 269 p.
- Bullock P., Gregory P.J. *Soils in the Urban Environment*. 1991. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 174 p.
- Вернадский В. И. Труды по геохимии. – М.: Наука, 1994. – 8 с.
- Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 324 с.
- Dragović S, Mihailović N, Gajić B. Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources // *Chemosphere*. – 2008. V. 74. – P. 491-495.
- Elliott H.A., Liberati M.R., Huang C.P. Competitive adsorption of heavy metals by soils // *J. of Environ. Qual*. 2016. – V. 15. – P. 214-219.15
- Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Чернышев Д.М., Тубетов Ж.М. Зеленая книга Западно-Казахстанской области. – Уральск, 2015. – 54 с.
- Gadd G.M. Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganisms // *Experientia*. 1990. V. 46. – P. 834-840.
- Grzebisz, L. Cieśla, J. Komisarek, J. Potarzycki. Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils // *Polish Journal of Environmental Studies*. 2002. Vol. 11 (5), p. 493-499.
- Heavy metals in Soils / Ed. By Alloway B. J. Y. // Wiley and Sons. – New York, 1990. – 332 p.
- Kodom K. Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2011. 120 p.
- Коронкевич Н.И., Зайцева И.С. Географическое направление в изучении и прогнозировании гидроэкологических ситуаций // *Известия РАН. Серия географическая*. – 2013. – №3. – С. 23-32.
- Ramazanov N.E., Dzhanelieva G.M. Hydrochemical condition of basin of the small rivers of the West Kazakhstan (for example Bykobka River Basin) // *Strategic Hz na pytania swiatowej nauki : тезисы международной научно-практической конференции // Przemysl, Польша 07-15 февраль 2012.* – С. 15-18.
- Перельман А.И. Геохимия природных вод. – М.: Наука, 1982. – 98 с.
- Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Иркалиева Р.М., Рамазанов С.К. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области, ЗКГУ им. А.С. Пушкина. – Уральск, 2016. – С. 75.
- Полынов Б.Б. Избранные труды / под ред. И.В. Тюрина, А.А. Саукова, со вступ. ст. А.И. Перельмана. – М.: АН СССР, 1956. – 751 с.
- Рамазанов Н.Е. Гидрохимическое состояние малых рек Западно-Казахстанской области (на примере реки Быковка) // *Вестн. ПГУ Сер. химико-биологич.* – Павлодар, 2012.

References

- Avessalomova I.A. (2017) *Geokhimicheskiye pokazateli pri izuchenii landshaftov* [Geochemical indicators in the study of landscapes]. Moscow – Izd-vo Mosk. un-ta, pp. 3-7
- Alekseyenko V.A. (2015) *Ekologicheskaya geokhimiya* [Ecological geochemistry]. Logos- Moscow, 627 p.
- Amel'chenko V.I., Galimov M.A., Ramazanov S.K., Tereshchenko T.A., Kabdulova G.A., Cherevatova T.F. (2006) *Geografiya Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti* [Geography of the West Kazakhstan region]. Uchebnoye posobiye-Uralsk, 98 p.
- Andrews N.L. (1990) Environmental impact assessment and risk assessment: learning from each other. In: *Environmental impact assessment: theory and practice* [Environmental impact assessment and risk assessment: learning from each other. In: Environmental impact assessment: theory and practice]. Unwin Hyman-London, pp. 85-97.
- Angelone M., Armiento G., Cinti D., Somma R., Trocciola A. (2002) Platinum and heavy metal concentration levels in urban soils of Naples [Platinum and heavy metal concentration levels in urban soils of Naples]. *Fresenius Environmental Bulletin-Italy*, vol. 11, pp. 432-436.
- Awad F., Romheld V. (2000) Mobilization of heavy metals from contaminated calcareous soils by plant born, microbial and synthetic chelators and their uptake by wheat plants [Mobilization of heavy metals from contaminated calcareous soils by plant born, microbial and synthetic chelators and their uptake by wheat plants]. *Journal of plant nutrition*, vol. 23, issue 11-12, pp. 1847-1855.
- Banat K.M., Howari F.M., Al-Hamad A.A. (2005) Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks? [Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks?]. *Environmental Research*, vol. 97, pp. 258-273.
- Blume H.P. (1989) Classification of soils in urban agglomerations [Classification of soils in urban agglomerations]. *Catena*, vol. 16, no.3, pp. 269-275.
- Boyd H.B., Pedersen F., Cohr K.H., Damborg A., Jakobsen B.M., Kristensen P., Samsoe-Petersen L. (1999) Exposure scenarios and guidance values for urban soil pollutants [Exposure scenarios and guidance values for urban soil pollutants]. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 30, pp. 197-208.
- Bradl H.B. (2015) *Heavy Metals in the Environment. Interface* [Heavy Metals in the Environment. Interface]. Science and Technology. Elsevier Ltd – London, vol. 6, 269 p.
- Bullock P., Gregory P.J. (1991) *Soils in the Urban Environment* [Soils in the Urban Environment]. Blackwell Scientific Publications-Oxford, 174 p.
- Vernadskiy V.I. (1994) *Trudy pogeokhimii* [Proceedings on Geochemistry]. Nauka – Moscow, 8 p.
- Glazovskaya M.A. (1988) *Geokhimiya prirodnikh i tekhnogennykh landshaftov* [Geochemistry of natural and technogenic landscapes]. Vysshaya shkola- Moscow, 324 p.
- Dragovich S., Mikhaylovich N., Gaich B. (2008) Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources [Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources]. *Chemosphere*, vol. 74, pp. 491-495.
- Elliott H.A., Liberati M.R., Huang C.P. (2016) Competitive adsorption of heavy metals by soils [Competitive adsorption of heavy metals by soils]. *J. of Environ. Qual*, vol. 15, pp. 214-219.
- Petrenko A.Z., Dzhubanov A.A., Fartushina M.M., Chernyshev D.M., TubetovZh.M. (2015) *Zelenayakniga Zapadno-Kazakhstanskoyoblasti* [A green book of the West Kazakhstan region]. Uralsk, 54 p.
- Gadd G.M. (1990) Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganisms [Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganisms]. *Experientia*, vol. 46, pp. 834-840.
- Grzebisz, L. Cieřla, J. Komisarek, J. Potarzycki. (2002) *Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils* [Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils]. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 11, no 5, pp. 493-499.
- Alloway B.J.Y. (1990) *Heavy metals in Soils* [Heavy metals in Soils]. New York, 332 p.
- Kodom K. (2011) *Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities* [Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 120 p.
- Koronkevich N.I., Zaytseva I.S. (1992) *Geograficheskoye napravleniye v prognozirovaniiii prognozirovanii gidroekologicheskikh sostoyaniy* [Geographical direction in the study and prediction of hydroecological situations]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, no 3, pp. 23-32.
- N.E. Ramazanova, G.M. Dzhanaileyeva (2012) *Gidrokhimicheskoye sostoyaniye basseynov malykh rek Zapadnogo Kazakhstana* [Hydrochemical state of the basins of small rivers of Western Kazakhstan]. *Pshemysl' – Pol'sha*, pp. 15-18
- Perel'man A.I. (1982) *Geochemistry of natural waters* [Geokhimiya prirodnikh vod]. – M.: Nauka – Moscow, 98 p.
- Petrenko A.Z., Dzhubanov A.A., Fartushina M.M., Irkaliyeva R.M., Ramazanov S.K. (2016) *Prirodno-resursnyy potentsiali proyektiruyemye obyekty zapovednogo fonda Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti* [Natural-resource potential and projected objects of the reserve fund of the West Kazakhstan region]. *ZKGU im. A.S. Pushkina – Uralsk*, 75 p.
- Polynov B.B. (1956) *Izbrannyye trudy* [Selected Works]. Moscow- Academy of Sciences of the USSR, 751 p.
- RamazanovN.Ye. (2012) *Gidrokhimicheskoye sostoyaniye malykh rek Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti* [Hydrochemical state of small rivers in the West Kazakhstan region]. *Vestn. PGU Ser. Khimiko-biologich. – Pavlodar*

2-бөлім

ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҰРҒЫНДАР ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Раздел 2

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Section 2

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH

**Lovinskaya A.V.¹, Bekmagambetova N.T.²,
Adybayeva A.T.³, Mukhambetiyar K.T.⁴,
Kolumbayeva S.Zh.⁵, Abilev S.K.⁶**

¹PhD, senior lecturer, e-mail: annalovinska@rambler.ru

²Master student, e-mail: chunni95@mail.ru

³Master student, e-mail: adybayeva.aliya@mail.ru

⁴Student, e-mail: k.mukhambetiyar@gmail.com

⁵Doctor of Biological Science, professor, e-mail: saule.kolumbayeva@kaznu.kz

⁶Doctor of Biological Science, professor, e-mail: abilev@vigg.ru

^{1,2,3,4,5}Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

⁶Vavilov Institute of General genetics of RAS,
Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

THE STUDY OF ANTIGENOTOXIC ACTIVITY OF THE MEDICINAL PLANTS INFUSIONS OF TRANS-ILI ALATAU

Due to growing number of factors causing a hazard effect to nature, the search for protectors becomes urgent in environment. Using the bioluminescent test (lux-biosensor), genotoxic, oxidative, antigenotoxic and antioxidant activities of sage (*Salvia officinalis*), oregano (*Origanum vulgare*), chamomile (*Matricaria chamomilla*) and yarrow (*Achillea millefolium*) have been studied. We used genetically modified *E. coli* strains: *E. coli* MG 1655 (pColD-lux), *E. coli* MG 1655 (pRecA-lux), *E. coli* MG 1655 (pSoxS-lux), *E. coli* MG 1655 (pKatG-lux). The operon MG 1655 is responsible for the work on luciferase and the provision of bioluminescence, which applied in this test for its reporter function. The infusions investigated under various methods of preparation (concentrated, diluted and phyto-tea) did not reveal genotoxic and oxidative activity. The induction factor of the SOS-response in all strains is statistically significant, not exceeding the level of the negative control (distilled water). The combined effect of medicinal plants with mutagen 4-nitroquinoline 1-oxide (4-NQO) and oxidants paraquat with hydrogen peroxide did not show a statistically significant decrease in SOS responses to the pColD-lux, pRecA-lux, pKatG-lux pSoxS-lux sensors, induced by 4-NQO, hydrogen peroxide and paraquat. The exception alerted by sage. Concentrated sage infusion, prepared according to the recipe, and sage phyto-tea statistically significantly reduce the induction factor of the pKatG-lux biosensor SOS response ($p < 0.001$). The level of inhibition depended on the type of infusion. Concentrated infusion and phyto-tea showed a strong antioxidant effect against hydrogen peroxide, while inhibition was 43.6% and 46.8%, respectively. Diluted sage infusion showed a moderate antioxidant effect with an inhibition rate of 29.2%. Thus, using a bioluminescent test, antioxidant activity of the concentrated infusion and phyto-tea of sage are released using the pKatG-lux biosensor. It can be assumed, that the sage infusion contains biologically active substances that are capable of both inactivating hydrogen peroxides and organic peroxides. Considering that oregano, chamomile and yarrow contain many biologically active substances, but the test did not reveal antigenotoxic and antioxidant activity. Therefore, it can be concluded that the required amount of biologically active substances for detect activity is not extracted during the preparation of the infusion.

Key words: lux-biosensors, *Salvia*, *Origanum*, *Matricaria*, *Achillea*, antioxidant.

Ловинская А.В.¹, Бекмагамбетова Н.Т.², Адыбаева А.Т.³,
Мухамбетияр К.Т.⁴, Колумбаева С.Ж.⁵, Абилов С.К.⁶

¹PhD, аға оқытушы, e-mail: annalovinska@rambler.ru

²магистрант, e-mail: chunni95@mail.ru

³магистрант, e-mail: adybayeva.aliya@mail.ru

⁴студент, e-mail: k.mukhambetiyar@gmail.com

⁵биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: saule.kolumbayeva@kaznu.kz

⁶биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: abilev@vigg.ru

^{1,2,3,4,5}әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

⁶Н.И. Вавилов атындағы жалпы генетика институты, М.В. Ломоносов атындағы
Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей, Мәскеу қ.

Іле Алатауының дәрілік өсімдіктерінің тұнбаларын антигенотоксикалық белсенділікке зерттеу

Қоршаған ортада қауіпті экологиялық факторлардың көбеюіне байланысты, ксенобиотиктермен индуцирленетін токсикалық және экологиялық әсерлерді түзеу үшін табиғи эффективті протекторларды табу өзекті мәселе болып табылады. Биолуминисцентті тест (lux-биосенсор) көмегімен сәлбен (*Salvia*), киікоты (*Origanum*), түймедақ (*Matricaria*) және мыңжапырақ (*Achillea*) тұнбаларының генотоксикалық, оксидантты, антигенотоксикалық белсенділіктері зерттелді. Жұмыста *E. coli*: *E. coli* MG 1655 (pColD-lux), *E. coli* MG 1655 (pRecA-lux), *E. coli* MG 1655 (pSoxS-lux), *E. coli* MG 1655 (pKatG-lux) генетикалық модификацияланған штаммдары қолданылды. Аталған MG 1655 опероны люциферазалардың жұмысына жауап береді және бұл тестте репортерлі міндет атқаратын биолуминисценцияны қамтамасыз етеді. Зерттелінетін тұнбалар әртүрлі даярлау тәсілдерінде (қою, сұйылтылған және фито-шәй) генотоксикалық және оксидантты белсенділік көрсеткен жоқ. SOS-жауапты индуцирлейтін фактор барлық штаммдарда теріс бақылаудың (дистилдинген су) деңгейінен статистикалық маңызды түрде асқан жоқ. Дәрілік өсімдіктердің тұнбалары мутаген 4-нитрохиолин 1-оксид (4-NHO) және оксиданттар паракват, сутегінің тотығымен бірге әсер еткенде pColD-lux, pRecA-lux, pKatG-lux және pSoxS-lux сенсорларында 4-NHO, сутегінің тотығы және паракватпен индуцирленген SOS-жауаптың статистикалық маңызды түрде төмендеуі байқалған жоқ. Тек сәлбен тұнбалары ерекшелік көрсетті. Рецепт бойынша дайындалған сәлбеннің қою тұнбасы және фито-шәй pKatG-lux биосенсорының SOS-жауапты индукциялау факторын статистикалық маңызды түрде ($p < 0,001$) төмендетті. Сонымен қатар ингибирлеу деңгейі тұнба түріне тәуелді болды. Сәлбеннің қою тұнбасы және шәйі сутегі тотығына қарсы күшті антиоксидантты әсер көрсетті, ингибирлеу сәйкесінше 43,6% және 46,8% құрады. Ал сәлбеннің сұйылтылған тұнбасы, ингибирлеу деңгейі 29,2%, орташа антиоксидантты әсер берді. Осылай, биолуминисцентті тест көмегімен сәлбеннің қою тұнбасы мен фито-шәйінің антиоксидантты белсенділігі pKatG-lux биосенсоры арқылы көрсетілді. Сәлбен тұнбаларының құрамында, гидрототықтарды және органикалық пероксидтарды инактивациялауға қабілетті биологиялық белсенді заттар бар деген болжам жасауға болады. Киікоты, түймедақ және мыңжапырақ құрамында көптеген биологиялық белсенді заттар бар екенін ескере отырып, бірақ, тест антигенотоксикалық және антиоксидантты белсенділік анықтамағанына сүйеніп, тұнба дайындаған кезде, белсенділік анықтау үшін, биологиялық белсенді заттардың керекті мөлшері алынбайды деген болжам айтуға болады.

Түйін сөздер: lux-биосенсорлар, *Salvia*, *Origanum*, *Matricaria*, *Achillea*, антиоксидант.

Ловинская А.В.¹, Бекмагамбетова Н.Т.², Адыбаева А.Т.³,
Мухамбетияр К.Т.⁴, Колумбаева С.Ж.⁵, Абилов С.К.⁶

¹PhD, старший преподаватель, e-mail: annalovinska@rambler.ru

²магистрант, e-mail: chunni95@mail.ru

³магистрант, e-mail: adybayeva.aliya@mail.ru

⁴студент, e-mail: k.mukhambetiyar@gmail.com

⁵доктор биологических наук, профессор, e-mail: saule.kolumbayeva@kaznu.kz

⁶доктор биологических наук, профессор, e-mail: abilev@vigg.ru

^{1,2,3,4,5}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

⁶Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва

Изучение антигенотоксической активности настоев лекарственных растений Заилийского Алатау

В связи с увеличением экологически опасных факторов в окружающей среде становится актуальным поиск эффективных протекторов природного происхождения для коррекции токсических и генетических эффектов, индуцируемых ксенобиотиками. С помощью

биолюминесцентного теста (lux-биосенсор) были изучены генотоксическая, оксидантная, антигенотоксическая и антиоксидантная активности настоев шалфея (*Salvia officinalis*), душицы (*Origanum vulgare*), ромашки (*Matricaria chamomilla*) и тысячелистника (*Achillea millefolium*). В работе были использованы генетически модифицированные штаммы *E. coli*: *E. coli* MG 1655 (pColD-lux), *E. coli* MG 1655 (pRecA-lux), *E. coli* MG 1655 (pSoxS-lux), *E. coli* MG 1655 (pKatG-lux). Данный оперон MG 1655 отвечает за работу люцифераз и обеспечивает биолюминесценцию, используемую в данном тесте в качестве репортерной функции. Исследуемые настои при различных способах приготовления (концентрированный, разбавленный и фито-чай) не проявили генотоксической и оксидантной активности. Фактор индукции SOS-ответа у всех штаммов статистически значимо не превышал уровня отрицательного контроля (дистиллированная вода). При совместном воздействии настоев лекарственных растений с мутагеном 4-нитрохинолина 1-оксидом (4-НХО) и оксидантами паракватом и перекисью водорода не наблюдалось статистически значимого снижения SOS-ответов на сенсорах pColD-lux, pRecA-lux, pKatG-lux и pSoxS-lux, индуцированных 4-НХО, перекисью водорода и паракватом. Исключение составили настои шалфея. Концентрированный настой шалфея, приготовленный согласно рецептуре, и фито-чай статистически значимо снижали фактор индукции SOS-ответа биосенсора pKatG-lux ($p < 0,001$). При этом уровень ингибирования зависел от вида настоя. Концентрированный настой и чай шалфея проявили сильный антиоксидантный эффект против перекиси водорода, при этом ингибирование составило соответственно 43,6% и 46,8%. Разбавленный настой шалфея дал умеренный антиоксидантный эффект с уровнем ингибирования 29,2%. Таким образом, с помощью биолюминесцентного теста показана антиоксидантная активность концентрированного настоя и фито-чая шалфея с помощью биосенсора pKatG-lux. Можно предположить, что в составе настоев шалфея содержатся биологически активные вещества, способные инактивировать гидроперекиси и органические пероксиды. Учитывая, что душица, ромашка, тысячелистник содержат множество биологически активных веществ, а тест не выявил антигенотоксической и антиоксидантной активности, то можно предположить, что при приготовлении настоев не извлекается нужное количество биологически активных веществ для выявления активности.

Ключевые слова: lux-биосенсоры, *Salvia*, *Origanum*, *Matricaria*, *Achillea*, антиоксидант.

Introduction

Most of the chemical pollutants of the environment are capable of genotoxic, mutagenic and carcinogenic effects on organisms. The genotoxicity of any factor is maintained in direct and indirect effects on DNA [1]. The mediated effect on DNA may be due to the activation or inhibition of various processes in the cell, for example, induction of intracellular free radicals and inhibition of the activity of cellular repair systems [2, 3]. As a rule, a wide range of genetic effects are recorded in genetic toxicology using methods for determining the induction of a SOS response in bacterial cells, reparative synthesis and DNA breaks in mammalian cells [1].

It is impossible to escape human contact with genetically dangerous factors in everyday life. Therefore, the search for effective protectors, antigenotoxicants and antimutagens, becomes extremely important. Most of the biologically active substances (BASs) of natural origin, such as vitamins, vegetable flavonols, phytohormones, polypeptides, amino acids, etc., have such protective properties. Many BASs have antioxidant properties and can increase the body's resistance to various genotoxicants. In recent years, interest in the study of medicinal plants as promising

sources of antimutagenic active substances has increased significantly, due to their low toxicity and allergenicity, complex effects on the body and the possibility of long-term use without side effects [4-6]. Biologically active compounds can affect the genotoxic factor simultaneously in several different ways, which significantly increases the effectiveness of the antigenotoxicant itself [7]. Therefore, the search for effective protectors of natural origin for the correction of genetic effects induced by xenobiotics widely used by humans, as well as prevention means for the protection of hereditary structures, is an extremely important task.

Flora of Kazakhstan has about 6000 species of higher strata, of which 1406 are medicinal. In Kazakhstan, only 230 species are actually used in official medicine [8]. A survey conducted by us in August 2017 showed that the population knows just over 60 species of medicinal plants used for treatment and nutritional purposes. The flora of the Ile Alatau mountain range includes over 800 plant species, of which 117 species are medicinal. In phytochemical terms, the medicinal plants of the local flora contain most of the known classes of biologically active substances. Among them are predominant species containing flavonoids and their derivatives (60% of species), alkaloids (42%), organic and phenolic acids

(34%), vitamins (32%), tannins (29%), coumarins (25%) and others. According to the phytochemical composition, medicinal plants of Kazakhstan have a very wide spectrum of pharmacological action [8].

Plants of the genera *Matricaria* and *Achillea* of the *Asteraceae* family are used as anti-inflammatory, antiviral, antibacterial, wound healing, sedative, antioxidant, detoxifying, anesthetic, hepatoprotective, and antiseptic [8–10]. Plants genera of the *Origanum* and *Salvia* of the *Lamiaceae* family have anti-inflammatory, antioxidant, sedative, antibacterial, wound healing, tonic, antiseptic effects, and are used in diseases of the upper respiratory tract and the gastrointestinal tract [8, 11, 12].

The purpose of this study was to study the genotoxic and antigenotoxic activity of infusions of sage (*Salvia officinalis* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.), chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and yarrow (*Achillea millefolium* L.) grown in Trans-Ili Alatau, using *lux*-biosensors.

Materials and methods

Infusions of sage (*Salvia officinalis* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.), chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and yarrow (*Achillea millefolium* L.) were tested for genotoxic and antigenotoxic activity.

Were used 3 types of infusion of medicinal plants: concentrated – according to the recipe; diluted – concentrated infusion, diluted 2 times; tea – 1 spoon of a medicinal plant raw was poured with boiling water and infused for 15 minutes.

Distilled water served as negative control. 4-nitroquinoline 1-oxide (4-NQO, $C_9H_6N_2O_3$) was used as a genotoxicant (positive control), and paraquat ($C_{12}H_{14}C_{12}N_2$) and hydrogen peroxide (H_2O_2) were used as oxidative substances (positive control).

We used genetically modified *E. coli* strains: *E. coli* MG 1655 (pColD-*lux*), *E. coli* MG 1655 (pRecA-*lux*), *E. coli* MG 1655 (pSoxS-*lux*), *E. coli* MG 1655 (pKatG-*lux*) [13–15]. This operon is responsible for the luciferase function and provides the bioluminescence used in this test as a reporter function. Strains courtesy of G.B. Zavgalsky and I.V. Manukhov (State Research Institute of Genetics, Moscow).

For detection of substances that induce DNA damage, the promoters pColD and pRecA were used. To activate these promoters, 4-nitroquinoline 1-oxide (4-NQO) at a concentration of 75.0 µg/ml was used. For the detection of substances that induce oxidative stress in the cell, the PkatG and PsoxS promoters were used. The PkatG promoter (protein-ac-

tivator OxyR) specifically reacts to hydrogen peroxide and organic peroxides, and the promoter PsoxS (protein-activator SoxR) – to superoxide ion radicals [15]. To activate the pKatG promoter, hydrogen peroxide at a concentration of 0.01 µg/ml was used, and for activation of the PsoxS promoter, paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-dipyridylum dichloride) at a concentration of 10.0 µg/ml was used. Bacteria were grown in Luria-Bertani broth (LB) containing 100 µg/ml ampicillin. The overnight culture was diluted to a concentration of 10^7 cell/ml in fresh broth and grown at 37°C for 2–3 h. Aliquots of this culture (180–190 µl each) were transferred to sterile cells in the strip plates and added to them depending on experimental variant of 20 µl of the tested infusion and / or 20 µl of oxidative stress inducer (except control cells), while 40.0 µl of distilled water was added to the control wells.

During the evaluation of genotoxic and oxidative activity, 20 µl of distilled water and 20.0 µl of infusion or oxidative stress inducers were added separately to aliquots of the culture. During the evaluation of the antigenotoxic and antioxidant potential, aliquots of the culture were jointly added with 20.0 µl of infusion and oxidative stress inducers.

They were incubated at certain time intervals: for pColD-*lux* – 90 minutes, pRecA-*lux* and pSoxS-*lux* – 60 minutes, for pKatG-*lux* – 45 minutes. The luminescence level of bacteria was measured on a LuMate 4400 microplate luminometer (Awareness Technology, USA) and expressed in relative light units (RLU). A measure for genotoxicity is the induction factor (I), defined as the ratio of the intensity of the glow of a *lux*-biosensor suspension containing the test compound (L_o), to the intensity of the glow of a *lux*-biosensor control suspension (L_k). The indicator of antigenotoxic potential, or protective activity (AA, %) was calculated by the formula

$$AA = \left(1 - \frac{I_a}{I_p}\right) \times 100, \text{ where } I_a \text{ is the induction factor}$$

of the SOS response by the test exposure in the presence of a protector; I_p is the induction factor of the SOS response by the test exposure; 100 – coefficient for conversion to percent. The antigenotoxic effect was considered as moderate when inhibition of the induction factor of the SOS response of genotoxicants by 25–40%, high at 40%, with less than 25%, the effect was considered weak and did not recognize the result as positive.

All experiments were performed in two independent replicates. As a characteristic of the protector activity of the studied concentration of the substance, the average value of AA was used throughout the entire measurement time.

Results

Study of antigenotoxic and antioxidant activity of infusions of sage (*Salvia officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.)

With the bioluminescent test (*lux*-biosensors), the ability of sage and oregano infusions to protect *E. coli* MG 1655 (pColD-*lux*) and *E. coli* MG 1655 (pRecA-*lux*) strain from DNA damage under the action of 4-NQO, inactivate superoxide anion was studied under the action of paraquat on the biosensor strain *E. coli* MG 1655 (pSoxS-*lux*), inactivate hydroperoxides and organic peroxides under the

action of hydrogen peroxide on the biosensor strain *E. coli* MG1655 (pKatG-*lux*).

In studies, infusions of sage (Table 1) did not show genotoxic and prooxidant activity. The induction factor of the SOS response of the pColD-*lux* and pRecA-*lux* biosensors when exposed to the concentrated sage infusion was 0.93 and 0.88, respectively; diluted infusion – 0.93 and 0.90; phyto-tea – 0.98 and 0.93. The induction factor for the SOS response of the pKatG-*lux* and pSoxS-*lux* biosensors after exposing to the concentrated sage infusion was 1.77 and 1.03, respectively; diluted infusion – 1.23 and 1.06; phyto-tea – 1.37 and 1.06.

Table 1 – Induction of luminescence in bacterial *lux*-biosensors with biologically active substances of infusions and sage phyto-tea

Experiment variance	Induction of luminescence* in bacterial <i>lux</i> -biosensors			
	<i>E. coli</i> MG1655 (pColD- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pRecA- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pKatG- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pSoxS- <i>lux</i>)
Negative control	447.19±30.92	17373.06±1123.99	1406.69±138.46	3448.00±318.69
Positive control	13387.56±2530.85▪	150444.44±21210.97▪	59161.69±9198.45▪	22841.00±5633.88▪
Concentrated sage infusion	414.81±61.04	15356.00±1216.60♦	2495.88±526.45♦	3562.63±251.22
Diluted sage infusion	416.25±76.25	15690.19±801.93♦	1724.38±187.84♦	3637.94±273.07
Sage phyto-tea	438.31±87.16	16208.25±1231.54♦	1927.88±196.97♦	3642.50±223.62
Positive control + concentrated sage infusion	10927.56±2621.34♦	147196.25±15123.56▪	33381.56±5966.13♦	23065.63±2000.73▪
Positive control + diluted sage infusion	13425.06±2251.64▪	150388.31±13893.05▪	41890.44±13603.81♦	25650.63±3013.46▪
Positive control + sage phyto-tea	14465.00±2056.39▪	149916.44±9578.24▪	31495.19±7064.38♦	23854.00±2987.85▪
Note: * in relative light units – RLU; ▪ p < 0.001 compared to negative control; ♦ p < 0.001 compared to positive control				

During the explosion with a mutagen 4-NQO, the induction factor of the SOS response of the pColD-*lux* biosensor was 29.94, and when combined with 4-NQO with a concentrated sage extract response was 24.44; with diluted infusion – 30.02; with phyto-tea – 32.35. The induction factor of the pRecA-*lux* biosensor SOS response after exposition to 4-NQO was 8.66, and combination of 4-NQO with a concentrated sage extract – 8.47; with diluted infusion – 8.66; with phyto-tea – 8.63.

Hydrogen peroxide induced luminescence in the pKatG-*lux* biosensor, the induction factor of SOS response was 42.06, and in combination with

concentrated sage infusion, this indicator decreased to 23.73; with diluted infusion – to 29.78; with phyto-tea – to 22.39. The induction factor of the pSoxS-*lux* biosensor SOS response was 6.62 after treating with oxidant paraquat, and 6.69 in combination with hydrogen peroxide and concentrated sage infusion; with diluted sage infusion – 7.44; with phyto-tea – 6.92.

According to the presented results, inhibition of the luminescence level after exposition with infusions together with the oxidant was observed in the biosensor pKatG-*lux*. During the combined action of mutagen and infusion on the pColD-*lux* and

pRecA-*lux* biosensors, as well as with the oxidant on the pSoxS-*lux* biosensor, no luminescence was inhibited (table 1). The level of inhibition depended on the type of infusion. Thus, a concentrated infusion and tea of sage showed a strong antioxidant effect against hydrogen peroxide, while the inhibition were 43.6% and 46.8%, respectively. Diluted sage infusion gave a moderate antioxidant effect with an inhibition rate of 29.2%. Concentrated sage infusion statistically significantly reduced the genotoxic effect of 4-NQO, but its inhibitory effect was only 18.4%. This effect is considered as weak, concluded as not positive antioxidant effect. Thus, based on the obtained results, it can be assumed that the composition of the sage extracts contains

biologically active substances that can inactivate hydroperoxides and organic peroxides.

Similar studies were related to infusion and phyto-tea of oregano (table 2). Oregano infusions did not show genotoxic and oxidative activity. The induction factor of the SOS response of the pColD-*lux* and pRecA-*lux* biosensors after treatment with concentrated infusion of oregano were 0.93 and 0.95, respectively; diluted – 0.83 and 1.00, and phyto-tea – 1.13 and 1.06. The induction factor of the SOS response of the pKatG-*lux* and pSoxS-*lux* biosensors after treatment with the concentrated infusion of oregano were 1.82 and 1.11, respectively; diluted – 1.49 and 1.08, phyto-tea – 1.17 and 1.12.

Table 2 – Induction of luminescence in bacterial lux-biosensors with biologically active substances of extracts and oregano herbal tea

Experiment variance	Induction of luminescence* in bacterial <i>lux</i> -biosensors			
	<i>E. coli</i> MG1655 (pColD- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pRecA- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pKatG- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pSoxS- <i>lux</i>)
Negative control	622.94±138.88	16924.94±1285.92	1454.75±258.70	3421.38±772.35
Positive control	19493.44±3804.68▪	158053.75±26241.03▪	38531.87±8069.83▪	25924.88±2233.27▪
Concentrated oregano infusion	580.94±238.83	16083.86±1029.29	2653.69±951.81	3787.80±842.22
Diluted oregano infusion	516.63±129.28	16932.88±1771.86	2171.33±1702.02	3691.31±850.38
Oregano phyto-tea	705.13±349.98	17892.88±2410.38	1697.63±527.44	3820.00±777.98
Positive control + concentrated oregano infusion	16520.27±4659.67▪	152401.19±36735.03▪	29811.63±6138.44♦	25216.56±2842.05▪
Positive control + diluted oregano infusion	18461.75±4659.67▪	157496.00±41863.05▪	38179.50±10520.68▪	27104.88±1825.17▪
Positive control + oregano phyto-tea	18330.36±4599.71▪	157377.00±45535.67▪	38380.06±7586.94▪	27663.94±2973.87▪
Note: * in relative light units (RLU); ▪ p < 0.001 compared to negative control				

After the influence of mutagen 4-NQO, the induction factor of the SOS response of the pColD-*lux* biosensor was 31.29, while the action of 4-NQO with a concentrated infusion of oregano the induction factor was 26.52; diluted – 29.64, phyto-tea – 29.43. The induction factor of the pRecA-*lux* biosensor SOS response when exposed to 4-NQO was 9.34, while 4-NQO with concentrated oregano infusion gave 9.00; diluted – 9.31; phyto-tea – 9.30. The treatment with peroxide oxidant resulted in the induction factor of the SOS response of the pKatG-*lux* biosensor, reaching 26.49, when hydrogen peroxide with a

concentrated infusion of oregano the induction factor was 20.49; diluted infusion – 26.24; phyto-tea – 26.38. The induction factor of the pSoxS-*lux* biosensor SOS response during exposition to oxidant paraquat was 7.58; and under the combined effect of hydrogen peroxide with concentrated infusion of oregano – 7.37; diluted – 7.92; phyto-tea – 8.09.

As can be seen from the presented results, the inhibition of luminescence in lux biosensors induced oregano infusions and the used mutagens and oxidants was insignificant. Although the concentrated infusion of oregano statistically

significantly reduced the effect of hydrogen peroxide, its inhibitory effect was 22.6%. This effect is considered as weak, so it is not concluded as a positive antioxidant effect.

Study of antigenotoxic and antioxidant activity of chamomile (Matricaria chamomilla L.) and yarrow (Achillea millefolium L.) infusions

Similar to the above, studies of the antigenotoxic and antioxidant potentials of chamomile and yarrow infusions were performed. The induction factor of the SOS response after treatment with a concentrated chamomile infusion on the pColD-*lux* biosensor was 0.81; pRecA-*lux* – 1.0; at pKatG-*lux* – 1.04; on pSoxS-*lux* – 0.89 (table 3).

Table 3 – Induction of luminescence in bacterial *lux*-biosensors with biologically active substances of infusions and chamomile phyto-tea

Experiment variance	Induction of luminescence* in bacterial <i>lux</i> -biosensors			
	<i>E. coli</i> MG1655 (pColD- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pRecA- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pKatG- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pSoxS- <i>lux</i>)
Negative control	536.63±128.29	17592.88±3065.23	1474.75±139.94	4623.50±411.71
Positive control	38050.00±9672.50***	135312.25±13861.39***	36943.13±7684.84***	31103.69±4459.14***
Concentrated chamomile infusion	435.63±96.04•	18484.25±6114.46	1541.75±282.85	4120.69±373.01••
Diluted chamomile infusion	458.94±99.27	18549.75±3879.92	1776.69±814.47	4240.19±382.11•
Chamomile phyto-tea	465.50±97.38	18774.44±4030.50	1708.44±528.81	4322.69±373.48•
Positive control + concentrated chamomile infusion	35063.44±8622.24***	140098.44±28259.16***	33758.13±6996.07***	29787.69±2643.69***
Positive control + diluted chamomile infusion	34276.88±12552.51***	144072.56±27339.45***	40486.44±10667.17***	32229.75±8155.00***
Positive control + chamomile phyto-tea	37883.06±9143.91***	142755.31±6370.88***	42711.50±10755.35***	32000.19±5674.40***
Note: * in relative light units (RLU); • – p < 0.05, •• – p < 0.01, ••• – p < 0.001 compared to negative contro; ◇ – < 0.001 compared to positive control				

During the action of diluted chamomile infusion, the induction factor of the SOS response on the pColD-*lux*, pRecA-*lux*, pKatG-*lux* and pSoxS-*lux* biosensors was respectively 0.86; 1.05; 1.20 and 0.92, after exposure to phyto-tea, respectively, 0.86 and 1.07; 1.16 and 0.93. The induction factor for the SOS response of the pColD-*lux* biosensor was 70.91 after treatment with mutagen 4-NQO, while 4-NQO with concentrated chamomile extract make induction factor 65.34; with a diluted infusion – 63.87, phyto-tea – 70.59. The induction factor of the pRecA-*lux* biosensor SOS response when exposed to 4-NHO was 7.69, while 4-NQO with concentrated chamomile infusion, it was 7.96; diluted infusion – 8.19, and phyto-tea – 8.11. The induction factor of the SOS response of the pKatG-*lux* biosensor when exposed to hydrogen peroxide was 25.05, and when combined with hydrogen peroxide with concentrated

extract of chamomile, it was 22.89; diluted infusion – 27.45, and phyto-tea – 28.96. The induction factor of the pSoxS-*lux* biosensor SOS response when exposed to paraquat was 6.73, and when combined with hydrogen peroxide with concentrated extract of chamomile, 6.44; diluted infusion – 6.97, and phyto-tea – 6.92.

The results obtained demonstrate that chamomile infusion did not show genotoxic, prooxidant and protective activity in the bioluminescent test (*lux*-biosensors).

Table 4 presents the level of luminescence induced by separate and joint exposure to yarrow infusions of genetically modified *E. coli* strains (*lux*-biosensors) with mutagen and oxidants. The induction factors of the SOS response when the concentrated infusion of the yarrow affects the pColD-*lux*, pRecA-*lux*, pKatG-*lux* and pSoxS-

lux biosensors were respectively 0.82; 0.97; 1.61 and 1.19; after exposure with a diluted infusion – respectively 0.89; 0.96; 1.62 and 1.17; while after treatment with phyto-tea, respectively, 0.90;

0.96; 1.62; 1.12. The detected increase in the luminescence level by yarrow infusions exposure was not statistically significant compared with the negative control.

Table 4 – Induction of luminescence in bacterial biologically active substances of infusions and yarrow phyto-tea

Experiment variance	Induction of luminescence* in bacterial <i>lux</i> -biosensors			
	<i>E. coli</i> MG1655 (pColD- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pRecA- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pKatG- <i>lux</i>)	<i>E. coli</i> MG1655 (pSoxS- <i>lux</i>)
Negative control	768.88±212.53	19069.50±2018.30	1739.13±290.49	5713.25±1407.37
Positive control	12799.75±1888.96▪	150246.56±9357.84▪	52460.81±16101.92▪	54014.69±24676.21▪
Concentrated yarrow infusion	631.19±217.63	18444.56±2619.89	2802.06±922.37♦	6793.63±2198.04♦
Diluted yarrow infusion	681.63±177.90	18234.00±2642.78	2822.69±1257.35♦	6686.94±1374.93♦
Yarrow phyto-tea	689.25±223.47	18245.44±2919.91	2674.69±1285.53♦	6430.31±1229.23♦
Positive control + concentrated yarrow infusion	12437.00±834.38▪	168456.31±35927.55▪	48398.63±11236.80▪	48551.31±16201.76▪
Positive control + diluted yarrow infusion	13208.25±1190.94▪	157940.13±21450.67▪	54520.94±13814.64▪	48607.44±18611.62▪
Positive control + yarrow phyto-tea	13823.00±980.31▪	162980.69±34748.10▪	50745.00±16568.08▪	43915.13±16867.71▪
Note: * in relative light units (RLU); ▪ p < 0.001 compared to negative control; ♦ p < 0.001 compared with positive control				

The induction factor of the pColD-*lux* biosensor SOS response affected by 4-NQO was 16.65, which statistically significantly exceeds the level of negative control. The combined effect of mutagen 4-NQO with a concentrated, diluted infusions and phyto-tea of yarrow, the induction factors were respectively 16.18; 17.18 and 17.98. On the pRecA-*lux* biosensor, the induction factor of the SOS response, treated with 4-NQO, was 7.88, which is also statistically significantly higher than the negative control level. With the combined effect of the mutagen 4-NQO with a concentrated infusion of yarrow, the induction factor of the SOS response was 8.83; diluted infusion – 8.28, and phyto-tea – 8.55. SOS-response of the pKatG-*lux* biosensor to hydrogen peroxide was 30.16, while in combination with concentrated infusion of yarrow – 27.83; diluted infusion – 30.20 and phyto-tea – 29.18. During the exposure to paraquat, the SOS response of the pSoxS-*lux* biosensor was 9.45, while after treatment with a concentrated infusion of yarrow, it was 8.50; diluted infusion – 8.51 and herbal tea – 7.69. The inhibition of the luminescence level induced by the infusions of yarrow under joint action with the

mutagen and oxidants was not shown on the used strains (Table 4).

Discussion

Microbiological tests are short-time demanding methods for assessing the toxic and mutagenic potential of various chemical compounds. Currently, along with the Ames test, bacterial *lux*-biosensors are being widely used. *Lux*-biosensor is a complex of sensory bioluminescent strains that respond by changing the luminescence intensity to toxicants specific for each strain. The bioluminescent test has known not only as a test system for evaluating genotoxicants, but also for evaluating the antioxidant and antigenotoxic activity of biologically active substances [16, 17]

Applying the bioluminescent test, we investigated the genotoxic, oxidative, antigenotoxic and antioxidant properties of infusions of the medicinal plants of sage, oregano, chamomile and yarrow, belonging to the local flora and widely used in traditional medicine. The genotoxic and antigenotoxic activity of infusions was determined

on strains *E. coli* MG1655 (pColD-*lux*) and *E. coli* MG1655 (pRecA-*lux*), and oxidant and antioxidant on strains *E. coli* MG 1655 (pSoxS-*lux*) and *E. coli* MG1655 (pKatG-*lux*).

ColD-biosensor is used for the primary detection of genotoxic agents. In the hybrid plasmid pColD, transcription of the luminescence genes is under the control of the SOS promoter of the *cda* gene. The *cda* gene obtained from the plasmid pColD-CA23, which encodes colicine synthesis, necessary for cells only under stressful conditions, being released into the external environment as a killer [18]. Biosensors with PkatG and PsoxS promoters detect the presence of oxidants, which form hydroperoxide and superoxide anion radical in the cell. A characteristic sign of oxidative stress in *E. coli* is the induction of antioxidant system genes and an increase in the activity of antioxidant enzymes encoded by these genes [19]. The *katG* gene determines catalase synthesis; its promoter PkatG (protein-activator OxyR) specifically reacts to hydrogen peroxide and organic peroxides. The PsoxS promoter (SoxR activator protein) specifically reacts to superoxide anion radicals.

Studies demonstrates that the induction factor for the SOS response of *E. coli* MG1655 (pColD-*lux*) and MG1655 (pRecA-*lux*) when adding infusions of sage, oregano, chamomile and yarrow was significantly lower than the values of this indicator after exposure to 4-NQO ($p < 0.001$). In this bioluminescent test, no genotoxic and oxidative activity was detected in the infusions during the study.

With the combined effect of infusions with toxicants, no statistically significant decrease in the SOS response on the pColD-*lux*, pRecA-*lux* and pSoxS-*lux* sensors induced by 4-NQO and paraquat was observed. However, infusions of sage when combined with hydrogen peroxide statistically significantly reduced the SOS responses on the pKatG-*lux* sensors ($p < 0.001$). The degree of inhibition of the damaging effect of the oxidant depended on the concentration of the infusion. A strong antioxidant effect in the test system used was noted with a concentrated infusion of sage, prepared according to the recipe, and in phyto-tea.

Sage leaves contain essential oils (up to 2%), including camphor, cineole, D- α -pinene, α - and β -thujone, D-borneol; tannins, alkaloids, some acids, sodium, potassium, calcium, vitamins A, C, E, K, fiber, and flavonoids [8, 12, 20, 21]. Oregano grass contains from 0.3 to 1% of essential oil, which consists of phenols (up to 44%), thymol and its isomer carvacrol; bi- and tricyclic sesquiterpenes (12.5%); tannins, ascorbic acid, and flavonoids [8,

11, 22]. Chamomile inflorescences contain essential oil (0.2 – 0.8%), consisting of the main biologically active substances – chamazulene, its precursor prohamazulene and other monoterpenes and sesquiterpenes; flavonoids, derivatives of apigenin, luteolin, quercetin, kaempferol, isorhamnetin; coumarins, sesquiterpene lactones: matricin, matricarin, phytosterols, phenolcarboxylic acids, choline, organic acids (isovaleric, salicylic, caprylic), vitamin C, carotene, gums, mucus, bitterness, polyacetylenes, macro- and microelements [8, 9]. The shoot parts of the yarrow during the flowering period contain flavones, alkaloids, coumarins, aconitic acid, bitter and tannins, resins, organic acids, inulin, asparagine, mineral salts, vitamins C and K, phylloquinone, carotene, choline. Also in the leaves and inflorescences of the yarrow contained with an essential oil (up to 0.85%), which consists of monoterpenoids (cineol (8-10%), camphor, tuiol), sesquiterpenoids – achillin, acetylbalhinolide, karyofillen, azulene, esters, L -Borneol, β -pinene, L-limonene, thujone, bornyl acetate [8, 10, 23].

Depending on the type of extraction and the sensitivity of the method, plant infusions may show varying degrees of biological activity. Kocak M.C. et al. found that the methanol, water, and ethyl acetate extracts of *Salvia cadmica* in different test systems demonstrate different antioxidant activity. The methanol extract showed strong activity on phosphomolybdenum, in the DPPH and CUPRAC method, as well as significant activity in inhibiting L-glucosidase and L-amylase. While the aqueous extract represented strong activity against the chelating effect, in the ABTS and FRAP methods. All extracts did not show activity against AChE, BChE and tyrosinase. At the same time, a strong correlation was seen between the total content of phenolic compounds and the biological activity of the infusions [20].

The composition of medicinal plants includes many natural antioxidants of the phenolic class, which cause their antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, antispasmodic and neuroprotective actions. Phenolic and polyphenolic compounds are involved in redox reactions and in the neutralization processes of reactive oxygen species. There is an evidence of the presence of antimutagenic and anticarcinogenic activities of polyphenols [24].

Thus, using bioluminescent test, the antioxidant activity of the concentrated infusion and sage phyto-tea using the pKatG-*lux* biosensor is shown. Taking into account investigating medicinal plants contain a lot of BASs, and the test did not reveal antigenotoxic and antioxidant activity, it can be assumed that the

preparation of infusions did not extract the right amount of BAS to detect its activity.

Phyto compounds affect the metabolic processes and neutralization of foreign substances, including carcinogens and mutagens. They have the ability to bind free radicals and reactive metabolites of

foreign substances, inhibit enzymes, activating xenobiotics and activate detoxification enzymes [25]. A comprehensive study of phyto compounds as potential protectors in the toxic, genotoxic and mutagenic effects of various environmental pollutants on the body is necessary.

References

- Абилев С.К., Глазер В.М. Мутагенез с основами генотоксикологии: учебное пособие. – М.; СПб.: Нестор-История, 2015. – 304 с.
- Natarajan A., Molnar P., Sieverdes K. et al., Jamshidi A., Hickman J.J. Microelectrode array recordings of cardiac action potentials as a high throughput method to evaluate pesticide toxicity // *Toxicol. in Vitro*. – 2006. – Vol. 20, No. 3. – P. 375–381.
- Holland N.T., Duramad P., Rothman N. et al. Figs L.W., Blair A., Hubbard A., Smith M.T. Micronucleus frequency and proliferation in human lymphocytes after exposure to herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in vitro and in vivo // *Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. – 2002. – Vol. 521, No. 1–2. – P. 165–178.
- Гончарова Р.И., Кужир Т.Д. Молекулярные основы применения антимуагенов в качестве антиканцерогенов // *Экологическая генетика*. – 2005. – Т. 3, № 3. – С. 19–32.
- Дурнев А.Д. Методические аспекты исследований по модификации химического мутагенеза // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. – 2008. – Т. 146, № 9. – С. 281–287.
- Uzun F., Kalender S., Durak D., Demir F., Kalender Y. Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E // *Food and Chemical Toxicology*. – 2009. – Vol. 47, No. 8. – P. 1903–1908.
- Słoczyńska K., Powroźnik B., Pękala E., Waszkielewicz A.M. Antimutagenic compounds and their possible mechanisms of action // *J Appl Genetics*. – 2014. – Vol. 55, No. 2. – P. 273–285.
- Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: Справочное издание. – Алматы, 2014. – 200 с.
- Petronilho S., Maraschin M., Coimbra M.A., Rocha S.M. In vitro and in vivo studies of natural products: A challenge for their valuation. The case study of chamomile (*Matricaria recutita* L.) // *Industrial Crops and Products* – 2012. – Vol. 40, No. 1. – P. 1–12.
- De Souza P., Gasparotto A., Crestani S., Stefanello M.É.A., Marques M.C.A., Da Silva-Santos J.E., Kassuya C.A.L. Hypotensive mechanism of the extracts and artemetin isolated from *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) in rats // *Phytomedicine* – 2011. – Vol. 18, No. 10. – P. 819–825.
- Sarikurkcü C., Zengin G., Oskay M., Uysal S., Ceylan R., Aktumsek A. Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. *vulgare* and subsp. *hirtum*) essential oils // *Industrial Crops and Products*. – 2015. – Vol. 70. – P. 178–184.
- Tundis R., Iacopetta D., Sinicropi M.S., Bonesi M., Leporini M., Passalacqua N.G., Ceramella J., Menichini F., Loizzo M.R. Assessment of antioxidant, antitumor and pro-apoptotic effects of *Salvia fruticosa* Mill. subsp. *thomasi* (Lacaita) Brullo, Guglielmo, Pavone & Terrasi (Lamiaceae) // *Food and Chemical Toxicology*. – 2017. – Vol. 106. – P. 155–164.
- Манухов И.В., Котова В.Ю., Мальдов Д.Г., Ильичев А.В., Бельков А.П., Завильгельский Г.Б. Индукция окислительного стресса и SOS-ответа в бактериях *Escherichia coli* растительными экстрактами: роль гидроперекисей и эффект синергизма при совместном действии с цисплатиной // *Микробиология*. – 2008. – Т. 77, № 5. – С. 590–597.
- Котова В.Ю., Манухов И.В., Завильгельский Г.Б. Лух-биосенсоры для детекции SOS-ответа, теплового шока и окислительного стресса // *Биотехнология*. – 2009. – Т. 6. – С. 16–25.
- Zavilgelsky G.B., Kotova V.Y., Manukhov I.V. Action of 1,1-dimethylhydrazine on bacterial cells is determined by hydrogen peroxide // *Mutat Res*. – 2007. – Vol. 634, № 1–2. – P. 172–176.
- Lovinskaya A.V., Kolumbayeva S.Zh., Shalakhmetova T.M., Marsova M.V., Abilev S.K. Antigenotoxic activity of biologically active substances from *Inula britannica* and *Limonium gmelinii* // *Russian Journal of Genetics*. – 2017. – Vol. 53, No. 12. – P. 1311–1319.
- Свиридова Д.А., Абилев С.К. Изучение антиоксидантной активности цистеина и его ацетилированного аналога с помощью бактериального Лух-теста // *Известия Чеченского государственного университета*. – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 32–36.
- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. – М.: Мир, 1984. – 479 с.
- Farr S.B., Kogoma T. Oxidative stress responses in *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* // *Microbiol. Rev*. – 1991. – Vol. 55. – P.561–585.
- Kocak M.C., Sarikurkcü C., Cengiz M., Kocak S., Uren M.C., Tepe B. *Salvia cadmica*: Phenolic composition and biological activity // *Industrial Crops and Products*. – 2016. – Vol. 85. – P. 204–212
- Toplan G.G., Kurkcuglu M., Goger F., İşcan G., Ağalar H.G., Mat A., Baser K.H.C., Koyuncu M., Sarıyar G. Composition and biological activities of *Salvia veneris* Hedge growing in Cyprus // *Industrial Crops and Products*. – 2017. – Vol. 97. – P. 41–48.

Bouyahya A., Dakka N., Talbaoui A., Et-Touys A., El-Boury H., Abrini J., Bakri Y. Correlation between phenological changes, chemical composition and biological activities of the essential oil from Moroccan endemic *Oregano* (*Origanum compactum* Benth) // *Industrial Crops and Products*. – 2017. – Vol. 108, No. 1. – P. 729-737

Gharibi S., Tabatabaei B., Saeidi G., Goli S., Talebi M. Total phenolic content and antioxidant activity of three Iranian endemic *Achillea* species // *Industrial Crops and Products*. – 2013. – Vol. 50. – P. 154-158.

Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н. Содержание фенольных соединений в лекарственных растениях ботанического сада // *Известия РАН. Серия биологическая*. – 2013. – №5. – С. 551-557.

Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 431 с.

References

Abilev S.K., Glazer V.M. (2015) *Mutagenез s osnovami genotoksikologii* [Mutagenesis with the basics of genotoxicology]. Moscow; Saint-Petersburg: Nestor-Istoriya, pp 1- 304 pp. (In Russian)

Altukhov Yu.P. (2003) *Geneticheskie protsessy v populyatsiyakh* [Genetic processes in populations]. – Moscow: IKTs «Akademkniga», pp 1-431 (In Russian).

Bouyahya A., Dakka N., Talbaoui A., Et-Touys A., El-Boury H., Abrini J., Bakri Y. (2017) Correlation between phenological changes, chemical composition and biological activities of the essential oil from Moroccan endemic *Oregano* (*Origanum compactum* Benth). *Industrial Crops and Products*, vol. 108, no. 1, pp. 729-737.

Durnev A.V. (2008) *Metodologicheskie aspekty issledovaniy po modifikatsii khimicheskogo mutagenезa* [Methodological aspects of studies of chemical mutagenesis modification]. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*, vol. 9, pp. 281–287 (In Russian).

Farr S.B., Kogoma T. (1991) Oxidative stress responses in *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. *Microbiol. Rev.*, vol. 55, pp. 561-585.

Gharibi S., Tabatabaei B., Saeidi G., Goli S., Talebi M. (2013) Total phenolic content and antioxidant activity of three Iranian endemic *Achillea* species. *Industrial Crops and Products*, vol. 50, pp. 154-158.

Goncharova R.I., Kuzhir T.D. (2005) *Molekulyarnye osnovy primeneniya antimutagenov v kachestve antikantserogenov* [Molecular basis of the use of antimutagens as anticarcinogens]. *Ekologicheskaya genetika*, vol. 3, no 3, pp. 19-32 (In Russian).

Grudinskaya L.M., Gemedzhieva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh. (2014) *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana* [Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan]. Almaty, 1-200 pp. (In Russian)

Holland N.T., Duramad P., Rothman N. et al. Figgs L.W., Blair A., Hubbard A., Smith M.T. (2002) Micronucleus frequency and proliferation in human lymphocytes after exposure to herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in vitro and in vivo. *Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, vol. 521, no. 1-2, pp. 165-178.

Kocak M.C., Sarikurcu C., Cengiz M., Kocak S., Uren M.C., Tepe B. (2016) *Salvia cadmica*: Phenolic composition and biological activity. *Industrial Crops and Products*, vol. 85, pp. 204-212.

Kotova V.Yu., Manukhov I.V., Zavil'gel'skii G.B. (2009) *Lux-biosensory dlya detektsii SOS-otveta, teplovogo shoka i okislitel'nogo stressa* [Lux-Biosensors for Detection of SOS-Response, Heat Shock and Oxidative Stress]. *Biotehnologiya*, vol. 6, pp. 16–25 (In Russian).

Lovinskaya A.V., Kolumbayeva S.Zh., Shalakhmetova T.M., Marsova M.V., Abilev S.K. (2017) Antigenotoxic activity of biologically active substances from *Inula britannica* and *Limonium gmelinii*. *Russian Journal of Genetics*, vol. 53, no. 12, pp. 1311–1319.

Maniatis T., Fritsch E., Sambrook J. (1984) *Metody geneticheskoi inzhenerii. Molekulyarnoe klonirovanie* [Methods of genetic engineering. Molecular cloning]. Moscow: Mir, pp. 1-479 (In Russian).

Manukhov I.V., Kotova V.Yu., Mal'dov D.G., Il'ichev A.V., Bel'kov A.P., Zavil'gel'skii G.B. (2008) *Induktsiya okislitel'nogo stressa i SOS-otveta v bakteriyakh Escherichia Coli rastitel'nymi ekstraktami: rol' gidroperekisei i effekt sinergizma pri sovmestnom deistvii s tsisplatinom* [Induction of oxidative stress and SOS response in *Escherichia coli* by vegetable extracts: The role of hydroperoxides and the synergistic effect of simultaneous treatment with cisplatin]. *Mikrobiologiya*, vol. 77, no 5, pp. 590–597 (In Russian)

Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N. (2013) *Soderzhanie fenol'nykh soedinenii v lekarstvennykh rasteniyakh botanicheskogo sada* [Content of phenolic compounds in medicinal plants of a botanical garden]. *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya*, no 5, pp. 551-557 (In Russian)

Natarajan A., Molnar P., Sieverdes K. et al. Jamshidi A., Hickman J.J. (2009) Microelectrode array recordings of cardiac action potentials as a high throughput method to evaluate pesticide toxicity. *Toxicol. in Vitro*, vol. 20, no. 3, pp. 375–381.

Petronilho S., Maraschin M., Coimbra M.A., Rocha S.M. (2012) In vitro and in vivo studies of natural products: A challenge for their valuation. The case study of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Industrial Crops and Products*, vol. 40, no. 1, pp. 1–12.

Sarikurcu C., Zengin G., Oskay M., Uysal S., Ceylan R., Aktumsek A. (2015) Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. *vulgare* and subsp. *hirtum*) essential oils. *Industrial Crops and Products*, vol. 70, pp. 178–184.

Słoczyńska K., Powroźnik B., Pękala E., Waszkielewicz A.M. (2014) Antimutagenic compounds and their possible mechanisms of action. *J Appl Genetics*, vol. 55, no. 2, pp. 273–285.

De Souza P., Gasparotto A., Crestani S., Stefanello M.É.A., Marques M.C.A., Da Silva-Santos J.E., Kassuya C.A.L. (2011) Hypotensive mechanism of the extracts and artemetin isolated from *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) in rats. *Phytomedicine*, vol. 18, no. 10, pp. 819–825.

Sviridova D.A., Abilev S.K. (2018) Izuchenie antioksidantnoi aktivnosti tsisteina i ego atsetilirovannogo analoga s pomoshch'yu bakterial'nogo Lux-testa [Study of the antioxidant activity of cysteine and its acetylated analog using bacterial Lux-test]. *Izvestiya Chechenskogo gosudarstvennogo universiteta*, vol. 12, no 4, pp. 32-36 (In Russian).

Toplan G.G., Kurkcuglu M., Goger F., İşcan G., Ağalar H.G., Mat A., Baser K.H.C., Koyuncu M., Sarıyar G. (2017) Composition and biological activities of *Salvia veneris* Hedge growing in Cyprus. *Industrial Crops and Products*, vol. 97, pp. 41-48.

Tundis R., Iacopetta D., Sinicropi M.S., Bonesi M., Leporini M., Passalacqua N.G., Ceramella J., Menichini F., Loizzo M.R. (2017) Assessment of antioxidant, antitumor and pro-apoptotic effects of *Salvia fruticosa* Mill. subsp. *thomasi* (Lacaita) Brullo, Guglielmo, Pavone & Terrasi (Lamiaceae). *Food and Chemical Toxicology*, vol. 106, pp. 155–164.

Uzun F., Kalender S., Durak D., Demir F., Kalender Y. (2009) Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 47, no. 8, pp. 1903-1908.

Zavilgelsky G.B., Kotova V.Y., Manukhov I.V. (2007) Action of 1,1-dimethylhydrazine on bacterial cells is determined by hydrogen peroxide. *Mutat Res*, vol. 634, no 1–2, pp. 172–176.

Pavlichenko L.M.^{1*}, Rysmagambetova A.A.², Rodrigo Ilarri J.³

¹Assos. Pr., Doctor of Geography sciences, e-mail: Lmp170946@yandex.ru

²PhD Student, e-mail: Ayna.Rysmagambetova@kaznu.kz

³Professor, PhD, e-mail: jrodrigoilarri@gmail.com

^{1,2}Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

³Polytechnic University of Valencia, Spain, Valencia

THE ECOLOGICAL CAPACITY ASSESSMENT OF THE ILEK RIVER WITH BORON POLLUTION

In the article is provided an analysis of the pollution identification sources of underground and surface water of the Ilel river valley. The problem of the boron pollution of the Ilel River is very acute, because the boron element is transported along the river and is stored in the silt of the Aktobe reservoir, which is a recreational resource and source of water supply in Aktobe. The great dynamism of boron leads to the fact that when roiling during releases from the reservoir boron falls into the lower course of the Ilel river, causing damage to river organisms (teratogenic effect) and the population, adversely affecting heredity. Boron pollution of the Aktyubinsk reservoir is largely determined by the self-cleaning ability of the Ilel River, depending on the volume and concentration of polluted groundwater discharging into the river. In this work, the old sludge collector role in the pollution of the surface water of the Ilel River and the Aktobe reservoir is established. The authors carried out calculations to identify the zone of thinning-out of groundwater into the Ilel River, determined the amount of boron flowing into the Ilel River in these zones. Calculations were made of the mass taken out of the boron storage pond; the self-purification processes of the Ilel River were estimated based on the regression model of boron concentration dilution when the ground water was wedged out by the river. The predictive estimate was made of the time to reach the concentration of boron equal to the MPC for drinking water supply at the Alga 2 regime station.

Key words: groundwater, surface water, pollution, boron, self-cleaning process, regression dilution model, ecological capacity.

Павличенко Л.М.^{1*}, Рысмагамбетова А.А.², Родриго Х.И.³

¹профессор м.а, г.ф.д., e-mail: Lmp.170946@yandex.ru

²PhD докторант, e-mail: Ayna.Rysmagambetova@kaznu.kz

³профессор, PhD, e-mail: jrodrigo@upv.es

^{1,2}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³Валенсияның Политехникалық университеті, Испания, Валенсия қ.

Елек өзенінің бормен ластану кезіндегі экологиялық сыйымдылығын бағалау

Мақалада Елек өзені алқабындағы жер асты және жер үсті суларының бормен ластану көздерін анықтау бойынша талдау нәтижелері келтірілген. Бор Елек өзенімен таралатындықтан және Ақтөбе қаласының сумен қамту көзі және рекреациялық қоры болып табылатын Ақтөбе су қоймасында жиналатындықтан Елек өзенінің бормен ластануы өзекті мәселе. Бордың үлкен динамикасы келесі салдарды тудырады: су қоймасынан өту уақытында лайлану кезінде бор өзеннің төменгі ағысына түсу арқылы өзен ағзаларына (тератогенді әсер) және тұрғындарға зиянын тигізеді, тұқымқуалаушылыққа жағымсыз әсер етеді. Ақтөбе су қоймасының бормен ластануы айтарлықтай деңгейде ластанған жер асты суларының сызашықтану көлемі мен концентрациясына тәуелді Елек өзенінің өздігінен тазару қабілетімен анықталады. Берілген жұмыста ескі қойыртпақ жинағыштың Елек өзені мен Ақтөбе су қоймасын ластанудағы рөлі көрсетілген. Авторлармен өзендегі жер асты суларының сызаттарының аймағына есептеулер жүргізілген, сол аймақтардағы

Елек өзеніне түсетін бордың мөлшері анықталған. Жинағыш-тоғаннан алынған бордың массасы есептелген, өзен суларымен жер асты суларының сызашықтануы кезінде бор концентрациясын сұйылтудың регрессиялық моделі негізінде өзеннің өздігінен тазару үдерісіне бағалау жасалған. Алға 2 режимдік бекетінде ішуге жарамды шаруашылық сумен қамту үшін ШРК-ға тең болатын бордың концентрациясына қол жеткізу мерзімдеріне болжамдық бағалау жасалды.

Түйін сөздер: жер асты сулары, жер үсті сулары, ластану, бор, өздігінен тазарту үдерісі, сұйылтудың регрессиялық моделі, экологиялық сыйымдылық.

Павличенко Л.М.^{1*}, Рысмагамбетова А.А.², Родриго Х.И.³

^{1*}и.о. профессора, д.г.н., e-mail: lmp.170946@yandex.ru

²PhD докторант, e-mail: Ayna.Rysmagambetova@kaznu.kz

³профессор, PhD, e-mail: jrodrigo@upv.es

^{1,2}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³Политехнический университет Валенсии, Испания, г. Валенсия

Оценка экологической емкости реки Илек при загрязнении бором

В статье приведен анализ по выявлению источников загрязнения подземных и поверхностных вод долины реки Илек бором. Проблема загрязнения бором реки Илек стоит весьма остро, так как бор переносится по реке Илек и складывается в илах Актюбинского водохранилища, которое является рекреационным ресурсом и источником водоснабжения города Актобе. Большая динамичность бора приводит к тому, что при взмучивании во время попусков из водохранилища бор попадает в нижнее течение реки, нанося вред речным организмам (тератогенный эффект) и населению, неблагоприятно влияя на наследственность. Загрязнение бором Актюбинского водохранилища в значительной степени определяется самоочищающей способностью реки Илек, зависящей от объемов и концентрации загрязненных подземных вод, выклинивающихся в реку. В данной работе установлена роль старого шламонакопителя в загрязнении поверхностных вод реки Илек и Актюбинского водохранилища. Авторами были проведены расчеты по выявлению зоны выклинивания подземных вод в реку Илек, определены количества бора, поступающего в этих зонах в реку Илек. Проведены расчеты массы вынесенного из пруда-накопителя бора, осуществлена оценка процессов самоочищения реки Илек на основе регрессионной модели разбавления концентрации бора при выклинивании подземных вод рекой. Выполнена прогнозная оценка сроков достижения на режимном посту Алға 2 концентрации бора, равной ПДК для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: подземные воды, поверхностные воды, загрязнение, бор, процесс самоочищения, регрессионная модель разбавления, экологическая емкость.

Introduction

Aktobe region belongs to the arid regions of Kazakhstan. The inland position of the region and the sharply continental climate led to the poverty of surface waters. The largest rivers of the region are: Ilek, Big Khobda, Irgiz, Ori, Emba, Torgai. All the rivers, with the exception of the Torgai and Ulkayak, originate within the region [1].

The Ilek River is one of the major watercourses of the Aktobe region, formed at the confluence of the Karaganda River and Zharyk River north of Kandyagash region and flows into the Ural River on the left at 1085 km from its mouth. The total length of the river is 623 km with a catchment area of 41,300 km². Within the Aktobe region, the length of the river is 257 km with a catchment area of 29,500 km². The fall on this site is 118 m; the average slope is 0.46 %.

The relief of the catchment is hilly, with a relative height of hills of 20–50 m. The mouthpart of

the catchment is represented by a wavy plain. The ravine-beam system of the Ilek river is rather dense, and only moderately developed in the upper part of the river. There are numerous old-aged lakes on the catchment area of the 30–50 km long estuary; overall, in the catchment area, the drainless depressions do not exceed 1% [2].

The river valley is well developed; its width is 2–4 km in the upper part, and up to 5–7 km near the border of the region. The slopes of the valley in height from 15–25 m to 30–40 m in some areas, in the upper part they are moderately gentle, below – moderately steep and steep. The slopes are terraced in places. The floodplain terrace is located at a height of 5–6 m above the floodplain, has a width of 0.2–0.6 km.

Average long-term consumption at the Aktobe city is 20.8 m³/s. The average water salinity during the flood is 0.2–0.4 g/l, and in the summer low water period, it rises to 0.7–0.9 g/l. The depth of the

river is from 0.8-1.0 to 1.0-1.8 m. The current velocity is 0.3-0.5 m/s. Water flow varies from 3 to 17 m³/s. The average annual drainage layer in the upper reaches of the Ilek River is 50 mm [3].

The geochemical features of the study area landscapes are mainly due to oxidizing, alkaline and neutral environments in soils and waters, the reducing environments are limited to local distribution [4].

The hydrological regime of the Ilek River and its tributaries is strongly reflected in the hydro chemical composition of the runoff. The concentration of chemicals during the year varies greatly, their maximum values are confined to the inter-period and exceed the minimum (during the flood period), as a rule, several times.

On the Ilek River, the state hydro chemical monitoring is carried out at 7 stations. The monitoring results showed that the Ilek River basin is the most powerful center of surface waters pollution in the region, mainly by boron element. The situation with water pollution varies downstream.

The beginning of the contamination of the river runoff with boron is related to the activities of the former Alga Chemical Factory (was built in 1937 y.), which discharged boric acid production sludge into the Ilek River without purification and pre-cleaning processes. Only in 1956 y. in the former Ilek River make the construction of reservoirs-ponds, but without an impervious screen. These slime ponds, which have been operating for only 7 years, have never been studied. However, on the hydrogeological map of 2005, i.e. 42 years after the end of their use, they are fixed by a closed isoline with a boron concentration of 50 mg/dm³.

In 1963, for the acceptance of drains from boron-acid production of AHZ in the floodplain on the alluvial Quaternary sand-gravel sediments with high permeability, "old" sludge collectors were built and without an impervious screen. Figure 1 shows the view of the old sludge collector, obtained by the author using the Mavic Air DJI4 drone in 28 June, 2018 [5].



Figure 1 – Present condition of the "old" sludge collectors from the boric acid production of the Alga Chemical Factory

To protect groundwater and surface water to 1994, a "wall in the ground" was built along the northeast side of the "old" sludge collector. However, the ecological effect of this "wall" turned out to be insufficient and short-lived, since in some areas, the integrity of the "wall" was broken, and besides it flows around the groundwater.

In 1981, on the root shore of the Ilek River was built "new" sludge collector, which the location is well substantiated from hydrogeological positions. The filtration properties of the rocks composing

the bottom of the "new" sludge collectors and the surrounding territory are very low. However, they also became the second source of boron in groundwater. Due to the high hypsometric position of the "new" sludge collectors, industrial stocks were fed under pressure. The extremely high acidity of the effluent (pH = 1.5-2.0), which leads to the corrosion of pipes, created emergencies. As a result, drains were discharged into the Suyksu River, inflow of the Ilek River. "New" sludge collectors are surrounded by powerful dams,

however, through them from the east side (towards the Ilek River) the drains constantly oozed out, forming wide hollows inaccessible for the passage of transport.

Thus, the historical character and scale of groundwater pollution processes, the danger of turning the Aktobe reservoir into a new source of pollution Ilek infiltration water intakes and the transboundary Ilek River by boron element, the need to reduce the environmental risk to public health and environmental objects cause groundwater to be acute and topical. This is confirmed by the inclusion of this problem in the Register of Environmental Problems of the Republic of Kazakhstan in the period 2008-2010.

The purpose of research – to determine the recovery value of the maximum ecological capacity Ilek River in the post area Alga 2, i.e., establish a period of natural self-cleaning Ilek River to the 0.5 mg/dm³ concentration, according to the equation of boron concentration trend for the period 1997-2018 yy. To achieve this goal it was necessary to solve the following tasks: to identify the thinning-out zones of boron polluted groundwater in the Ilek River and determine the amount of boron entering the River in these zones; to carry out calculations of the mass taken out of the boron pond; to assess the processes of self-purification of the river, which based on the regression model of dilution of boron concentration in Ilek River, when the groundwater is wedging out by the waters of the river, calculate, in accordance with the obtained trends, the period of achievement in the observation sections of the MPC value for boron.

Baseline data and research methods

The fact of contamination of groundwater with boron was first discovered in 1972. The boron element was discovered not only in industrial outlets, but also in alluvium waters, in the Ilek river, and also in groundwater throughout the valley from the city of Alga to the borders of the Orenburg region, i.e. over 100 km.

The main areas of previous work were the study of pollution of soil and snow cover in an area covering the Alga Chemical Factory industrial site and the Alga region. The main research methods were abbreviated chemical analysis of water and semi-quantitative spectral analysis of soil samples and the dry residue of water samples. The zone of high soil pollution in the forest (3000 mg/kg/MPC) is local and is confined directly to the workshop for its production.

Unfortunately, the special study of the material composition of sludge in storage collectors was not given attention until 2008, and groundwater pollution processes under their influence were studied only until 2005, when groundwater monitoring was conducted in the Ilek River valley on the Alga region. After the funding ending in 2005, monitoring observations at the site have stopped.

A detailed study of bottom sediments of the Aktobe reservoir in 1992 revealed that the boron content in aqueous extracts from silts is 0.1-0.5 mg/100 g, fluorine: 0.3-1.6 mg/100 g. These studies have established the ability of silts to sorb boron, as well as its high mobility, when any mechanical effect led to the boron returned to its dissolved state. As a recommendation, the authors of the stock materials proposed the elimination of the Aktobe reservoir at the initial stage of its filling, until it turned into a new powerful source of pollution [6].

Construction of the Aktobe reservoir (1988) on the Ilek River south of Aktobe region, contributed to the boron reduction in the surface water of the river at the release from the Aktobe reservoir. This was resulted in a decrease in its concentration in most observation wells at the Ilek infiltration water intake and in the production wells of this water intake.

At the same time, accumulation of boron-containing sludge has occurred and still occurs in the Aktobe reservoir, forming an ever-increasing threat of re-disabling the infiltration water intakes of Aktobe city, located below the dam. This fact is confirmed by the rare cases of exceeding the maximum permissible concentration (MPC) along the boron below the dam after the releases, which create the conditions for turbulent mixing of water in the Aktobe reservoir.

It is worth noting that the conditions for the formation of runoff and the water regime of the rivers and temporary streams of the territory in question are formed under the influence of climatic factors, relief, soil and hydrogeological features. The main climatic factors determining the size of the annual river flow are snow reserves in the basins at the beginning of snowmelt, rainfall during the flood period, degree of wetting and depth of freezing of the groundwater catchments, intensity of snowmelt in the spring.

Rivers of the Ilek River Basin, according to the water regime conditions, belong to the Kazakhstan type with a pronounced predominance of runoff in the spring period. The spring flood passes in one wave at the end of March – the first half of April. After the end of the spring flood, summer-autumn low flow begins on the rivers. The runoff value

decreases sharply, and at many watercourses the runoff completely stops. The minimum summer expenses are observed in July-August, as a rule, they are higher than the minimum winter expenses. Winter runoff is insignificant compared to annual runoff. The freezing of rivers is observed throughout the territory.

The river flow in the basin varies greatly from year to year. In wet years, the runoff value exceeds the perennial average several times, in low-water years it is characterized by extremely low runoff value. A distinctive feature of the long-term course of runoff is the large repeatability of years with low water content, often following one after another and forming low-water periods.

To study the pollution of groundwater, the thinning-out of which into the Ilek River leads to the pollution of the Aktobe reservoir, as well as the Ilek infiltration water intakes and the transboundary Ilek River below the dam, the first task is to identify groundwater seeping zones and determine the amount of boron entering these zones into the river.

The thinning-out calculations [7, 8] were carried out on the basis of a map of hydroisohypsum (Figure 2) taking into account the filtration characteristics of the Quaternary sediments of the Ilek River and hydrogeological map with isolines of boron concentrations presented in the pre-papers [9].

To simplify the calculations, the flow rate of the natural groundwater flow per 1 m of the flow width was determined:

$$Q = K L m I, \quad (1)$$

Now, in order to determine the expenses of the thinning-out groundwater, in each zone of the thinning-out, it will be necessary to establish only the length of the thinning-out zone.

The calculation of the mass taken out of the boron pond is based on an estimate of the volume V of boron contaminated groundwater and the weighted average the boron concentration C in them:

$$m = CV, \quad (2)$$

where m – is the mass of boron carried by the flow of groundwater from the sludge collector.

The main problem of estimating the mass of boron in the thinning-out flow of polluted groundwater is the reliable determination of the geometric parameters of the halo pollution of groundwater – the averaged length of the “tongue” of boron spread with groundwater flow L and width B .

These data were taken from a hydrogeological map, which showed in the pre-papers. Taking into account these flow parameters of boron migration with groundwater, and according to the geometric, filtration, capacitive and migratory parameters of the aquifer, from which we are interested in the average thickness of the aquifer H and the dynamic porosity p , we can calculate the volume of water contaminated with boron [10]:

$$V = LBH p \quad (3)$$

Evaluation of self-cleaning processes Ilek River based on regime observations of RSE “KazHydroMet” is based on regression models (trends of observation series) [11]. According to the description of the observational network in the Information Bulletins on the State of the Environment in the Republic of Kazakhstan, the Center for Environmental Monitoring of the Environment of the Republic of Kazakhstan RSE “KazHydroMet” within the Aktobe region to the border with Russia has 5 observation points (Table 1).

The first three posts are located in the Alga-Aktobe reservoir area, and the last of them can be taken as a post at the Aktobe reservoir, since it is 0.5 km above the city of Aktobe, i.e. below the dam. The first post is a background in relation to the old sludge collector, which is considered the main source of pollution of the river due to its close proximity. The second post is located 0.5 km below the village of Bestamak and 21 km below the old sludge collector. The distance from the village of Bestamak to the southern (opposite dam) boundary of the reservoir is 3.5 km from this village (5.15 km along the channel).

According to the information bulletins, Table 2 was compiled based on the registered cases of high pollution averaged over the year.

According to these data, graphs of changes in the concentration of boron were constructed over the years and the equations of trends (regression) were selected for each post. Gradients of natural self-purification were calculated in the time aspect for each observation point as the difference in concentration of a particular year and the previous one, and in a territorial aspect by the difference in concentrations for each year between different observation points.

The same data was used to plot graphs of boron concentrations in each observational system, and then the regression equations were selected for these graphs in Excel.

Table 2 – The observations results of pollution of surface water with boron in the Alga-Aktobe region, in mg/dm³ for the period 1997-2018 yy.

№	Years	Hydro posts		
		Alga 1	Alga 2	Aktobe 1
1	1997	0,47	1,13	0,47
2	1998	0,34	1,02	0,43
3	2000	0,21	0,73	0,39
4	2001	0,2	0,49	0,34
5	2002	0,42	1,09	0,49
6	2003	0,23	0,96	0,81
7	2004	0,2	0,73	0,33
8	2005	0,2	0,64	0,3
9	2006	0,36	1,04	0,4
10	2007	0,35	0,72	0,37
11	2008	0,36	0,63	0,35
12	2009	0,37	0,64	0,46
13	2010	0,36	0,69	0,43
14	2011	0,21	0,53	0,36
15	2012	0,29	0,64	0,39
16	2013	0,26	0,44	0,28
17	2014	0,27	0,413	0,24
18	2015	0,33	0,48	0,18
19	2016	0,222	0,295	0,304
20	2017	0,237	0,699	0,190
21	2018	0,202	1,20	0,192

Ecological capacity of the Ilek River we understood in the traditional sense of [12, 13]: it is the ability of the natural environment to contain anthropogenic pressures, harmful chemical and other impacts to the extent that they do not lead to land degradation and the entire environment [14]. Since even according to regime observations, it can be seen that even when comparing with MPC for boron 2015 (the MPC value for fishery purposes was previously taken, which was 0.017 mg/dm³), the average annual concentrations almost reached the MPC, i.e. even in the background, the ecological capacity of the river was almost exhausted.

In the Alga 2 section, 21 km below the main source of pollution, the boron concentration for almost the entire observation period, presented in the sample (Table 2), exceeded the maximum allowable concentration of 2015 for boron, i.e. this section shows the excess of the ecological capacity of the river [15].

Thus, we should consider the task of determining the ecological capacity as the inverse – determining

the period when natural self-purification processes restore at least the maximum limits of the ecological capacity to 0.5 mg/dm³ at the Alga 2. This problem is solved using the regression equation for this alignment on the forecast part of it (after 2018).

Results and discussion

We will carry out calculations for all the above tasks: identify the thinning-out zones of boron polluted groundwater in the Ilek River and determine the amount of boron entering these zones; calculate the mass of boron removed from the pond. The next one is estimate the process of river self-purification based on the regression dilution model focused in boron concentration, when wedging out the groundwater by the waters of the Ilek River. In the end, we could calculate, in accordance with the obtained trends, the period of achievement in the observation sections of the MPC value for boron.

The magnitude and number of the thinning-out zones were determined from the water-dip map

based on taking into account the direction of the flow of groundwater as normals to these isolines. Careful analysis of the iso-gypsum allowed us to isolate the following thinning-out zones in this area. The first zone is located near the old sludge collector. It is very close to the river, the flow of polluted groundwater, thinning-out in this zone, is directed perpendicular to the isohypse 238 and its length from the left shores was 1250 m. From the right shores in this zone, too, a thinning-out of about 400 m width occurs. This is an area of groundwater wedging out with the highest concentrations of boron in groundwater.

The second zone of thinning-out begins above the section VI-VI after 750 m, then has a gap and continues in the area where the Suyksu stream (temporary watercourse) flows another 1130 m. follows. Therefore, the second zone of pinching out of polluted groundwater on the left shore has a length of 1880 m.

The average thickness of the alluvial aquifer m in the Alga-Aktobe reservoir is about 15 m, the calculated value of the filtration coefficient K is taken to be 35 m/day, and the hydraulic gradient is $I = 0.0015$. According to the hydrogeological map of the Alga-Aktobe reservoir, it turns out that the average length of the “tongue” of boron distribution with groundwater flow L is about 10 km. The average width over several profiles of its B reaches 3.5 km.

Since the flow rate of the natural groundwater flow per 1 m of the flow width is equal in accordance with (1) is equal to:

$$Q = K L m I = 35 \times 10000 \times 15 \times 0,0015 = 0,79 \text{ m}^3/\text{day},$$

or $Q = 0,79 \text{ m}^3/\text{day} = 790 \text{ dm}^3/\text{day}$, or $Q \approx 0,033 \text{ m}^3/\text{h}$, knowing the size of the thinning-out zones, it is easy to calculate the volumes of the pinned-out groundwater and the mass of boron carried by them.

For the first zone: In this zone could be thinning-out from both shores, groundwater with concentrations of more than 100 mg/dm^3 . Thus, in this zone, taking into account the imperfection coefficient of the drain 0.3, thinning-out $391 \text{ m}^3/\text{day}$, i.e per one day 39 g boron element is moved into the Ile River, and for the low-flow period (~ 300 days) – about 12 kg of one year.

For the second zone: In this zone could be thinning-out 446 mg/dm^3 . Focusing on the boron concentration in the well No1600 (82.7 mg/dm^3), we get 37 g of boron per day, or 11 kg per year.

Based on the regime observations of RSE “KazHydroMet” (Table 2), the authors evaluated the self-purification processes of the Ile River. According to these data, charts were constructed and empirical curves of the dynamics of changes in boron concentrations were calculated for each post for the period 1997-2018 yy. (Table 3, Figure 3).

Table 3 – The results of observations of pollution of surface waters with boron on the Alga-Aktobe region, in mg/dm^3 for the period 1997-2018 yy.

№№	Years	Gradients of self-purification of the Ile River from boron			
		Time aspect, $\text{mg/dm}^3\text{Ч}$			Spatial aspect, mg/dm^3 · (distance between posts)
		Alga 1 (background)	Alga 2	Aktobe reservoir 1	
1	1997				-0,66
2	1998	0,13	0,11	0,04	-0,68
3	2000	0,13	0,29	0,04	-0,52
4	2001	0,01	0,24	0,05	-0,29
5	2002	-0,22	-0,6	-0,15	-0,67
6	2003	0,19	0,13	-0,32	-0,73
7	2004	0,03	0,23	0,48	-0,53
8	2005	0	0,09	0,03	-0,44
9	2006	-0,16	-0,4	-0,1	-0,68
10	2007	0,01	0,32	0,03	-0,37
11	2008	-0,01	0,09	0,02	-0,27
12	2009	-0,01	-0,01	-0,11	-0,27
13	2010	0,01	-0,05	0,03	-0,33

Continuation of table 3

№№	Years	Gradients of self-purification of the Ilek River from boron			
		Time aspect, mg/dm ³ Ч			Spatial aspect, mg/dm ³ · (distance between posts)
		Alga 1 (background)	Alga 2	Aktobe reservoir 1	Alga 1 – Alga 2
14	2011	0,15	0,16	0,07	-0,32
15	2012	-0,08	-0,11	-0,03	-0,35
16	2013	0,03	0,2	0,11	-0,18
17	2014	-0,01	0,03	0,04	-0,14
18	2015	-0,06	-0,07	0,06	-0,15
19	2016	0,108	0,185	-0,124	-0,073
20	2017	-0,015	-0,404	0,114	-0,462
21	2018	0,035	-0,501	-0,002	-0,998

The predominantly positive values of the temporal self-cleaning gradients for each post demonstrate the manifestation of natural self-purification factors – washing the soil contaminated with Alga Chemical Factory emissions and the old sludge collector with snow melt water and precipitation. The presence of scattered negative values of temporal gradients confirms this pattern: here the change of water content of the year affects.

The negative values of the spatial aspects of the gradients are due to the excess of the ecological capacity of the Ilek River at a distance of 21.5 km downstream from the old sludge collector to the Alga 2 gauge. The change in the spatial gradient modulus by year, as well as the temporal aspects of the gradient, reflects the water characteristics of the year.

Negative values in the third column of Table 3 (Aktobe reservoir 1) show that the main part of boron, which is sorbed by silts (oozes), is deposited in the reservoir, once again emphasizing its role as a boron accumulator.

As can be seen from the record of the trend equations (Figure 3), a low value of the approximation of the curves for the posts Alga 1 and Alga 2 has been obtained. The large amplitudes of fluctuations in the boron content in surface waters at these posts are evidence that the Aktobe reservoir enters the Ilek River's runoff groundwater, thinning-out different places in accordance with the map of hydroisogypsum. Since the eastern groundwater flow from the old sludge collector passes the shortest way to the river (about 400 m), its influence at groundwater speeds of 300 m/year affects the concentration of boron in the reservoir next year, and therefore in the period up to 2003 it affects the influence of the formed groundwater flow around the "wall".

From the remaining pinch-out zones, the impact of this breakthrough of groundwater, backed by the "wall" affects a few years later, depending on the distance of this zone from the old sludge tank. Another reason for the increase in concentration on the Alga 2 post in 2016-2018. There may be a manifestation of the influence of additional sources of pollution, the front of polluted groundwater from which approached the thinning-out zones.

Thus, the curve for the Alga 2 post reflects the change in the self-cleaning process – the emergence of new sources, which can be the flow from washing the spill pipe of the sludge pipe to the new sludge collector and leaks from it. That is, there is an additional reason for exceeding the ecological capacity of the river Ilek. The observation period for the new process is short. However, the rapid increase in boron concentration (over 2 years it increased from 0.295 to 1.2 mg/dm³) indicates a significant intensification of the process of thinning-out polluted underground waters in the Ilek River.

The next step is assess the timing of the restoration of the ecological capacity to its maximum possible value (the achievement of the MPC according to the criteria for fisheries use). To do this, we consider the curve for the Alga 2 post until 2016, when the old sludge collector acted as the main source (Figure 4).

For the process of natural self-purification, the most justified type of trend equation is an exponential relationship, ensuring a gradual decrease in concentrations without falling into negative values. To simplify the appearance of the trend line, instead of the year of monitoring, its position in the sample was taken. This technique and the limitation of consideration by one process significantly simplified the appearance of the trend equation and increased the ap-

proximation coefficient. Now, using this equation, we could calculate the self-cleaning or purifying time of the Ilek River before the ecological capacity

is restored on the forecast part of the trend equation. Calculate the values of the function for the period after 2016 (Table 4).

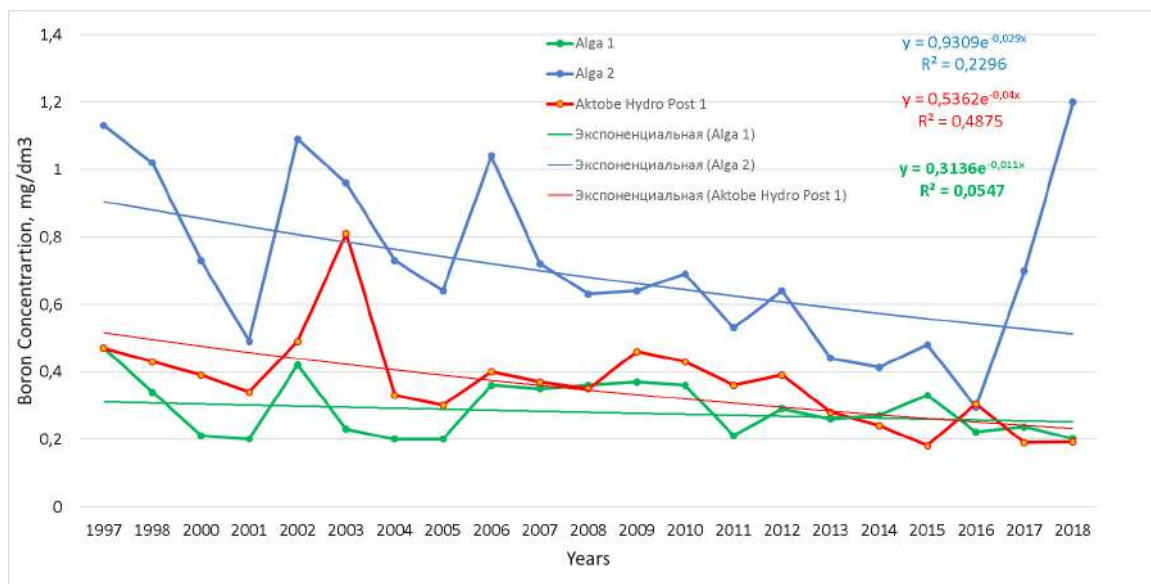


Figure 3 – Dynamics of changes in boron concentrations for each post over the period 1997-2018

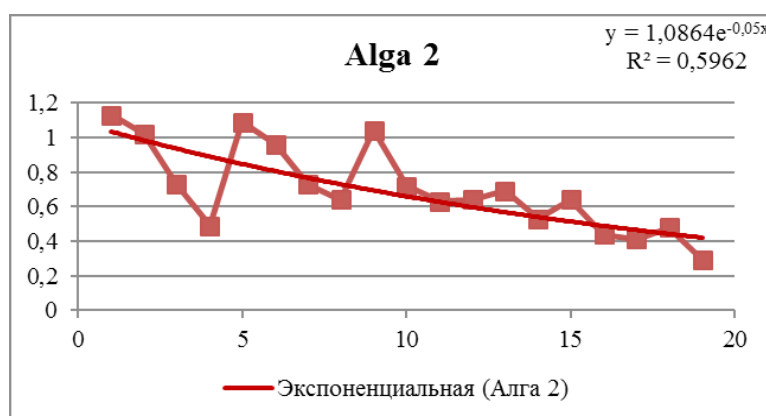


Figure 4 – Dynamics of the boron concentrations changes in the Alga 2 post over the period 1997 -2016 yy.

Table 4 – The results of calculations of the predicted values of the boron concentration in the Alga 2, in the impact condition of the old sludge collector only

Years	2015	2016	2017	...	2076	2077	2078	2079	2080
The ordinal number of the year in the sample	18	19	20	...	79	80	81	82	83
Average annual boron concentration according to regime observations, mg/dm³	0,48	0,295							
Boron concentration value by approximating function	0,442	0,420	0,400	...	0,021	0,020	0,019	0,018	0,017

Thus, natural cleaning or purification processes from the effects of the old sludge collector can ensure the restoration of the full ecological capacity only by 2080. When exposed to additional sources of pollution, this period may be postponed for many more years, increasing pollution of the Aktobe reservoir.

Conclusions

The analysis of the map of hydroisohypsies revealed two areas on the Alga-Aktyubinsk reservoir to thinning-out boron-polluted groundwater into the Ilel River. The first zone is located near the old sludge collector. The length of the zone from the left shore was 1250 m, and from the right it was about 400 m. This is the area of wedging out of groundwater with the highest concentrations of boron in groundwater. The second zone of thinning-out starts 750 m from the first, its total length was 1880 m.

Using the method of determining the flow rate of the natural groundwater flow, per 1 m of the width of the stream, greatly simplifies the procedure for calculating the volumes of polluted groundwater for the zones of their wedging out. In addition, taking into account the concentration of boron in each zone and the mass of boron carried out during the year at thinning-out. In the first zone: 391 m³ / day is disengaged, i.e. per day, 39 g of boron is carried out into the Ilel River, and for a low-flow period (~ 300 days) – about 12 kg of one year. In the second zone, 446 m³ / day, 37 g of boron per day, or 11 kg per year, are thinning-out.

The diagrams constructed on the basis of regime observations and calculated empirical curves of the dynamics changes for each post for the period

showed, that after 2016, at the Alga 2 post, there was a sharp increase in boron concentration. It is indicating that new sources of pollution were connected, which may be streams from washing the spill of the slurry pipe to the new sludge collector and leaks from it.

As a result of the overlapping of the impact of different sources of exposure, the approximation coefficient for the full sample turned out to be very low, therefore, the forecast of restoration of the ecological capacity was performed for the period when the old source of contamination was the old sludge tank. Accepting the substantiation of exponential dependence, which ensures a gradual decrease in concentrations without falling into negative values and limiting consideration of one process, significantly simplified the appearance of the trend equation and increased the approximation coefficient.

The predictive part of the trend equation was calculated self-cleaning time p. Ilel before the restoration of the full ecological capacity, the criterion of which was taken to be a boron concentration of 0.017 in accordance with the standards of water bodies for fisheries. It was shown that natural purification processes from the effects of only the old sludge collector can ensure the restoration of the full ecological capacity only by 2080. If exposed to additional sources of pollution, this period can be postponed for many more years, increasing pollution of the Aktobe reservoir.

The direction of further research should be to test the hypothesis of connecting additional sources of pollution by building a new map of hydroisogypsum with a groundwater flow pattern and calculating the time the pollution front moves to the thinning-out zones.

References

- Бураков М.М., Павличенко Л.М. (2011) Масштабы реализации проекта по очистке подземных вод долины р. Илек от бора // *Материалы Всероссийской научной конференции «Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидроэкологии»*. – 2011. – С.614-622.
- Berdenov Zh.G., Dzhaneliyeva G.M. Landscape and geochemical features of man-made Pollution zones of AktobeAgglomerations // *Communications*. – 2015. – Vol. 38, no 2. – P. 852-860.
- Справочник месторождений Казахстана. Подземные воды // Министерство индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан. Комитет геологии и недропользования. Web site: <http://info.geology.gov.kz/ru>, дата обращения: 11.09.2018.
- Russell A., Ghalaieny M, Gazdiyeva B., Zhumabayeva S., Kurmanbayeva A., Akhmetov K., Mukanov Ye., McCann M., Ali M., Tucker A., Vitolo C., Althonayan A. A Spatial Survey of Environmental Indicators for Kazakhstan: An Examination of Current Conditions and Future Need // *International Journal of Environmental Research*. – 2018. – Vol. 12. – P. 735–748.
- MAVIC AIR. Руководство пользователя (2018). Web site: <https://www.dji.com/mavic-air>, дата обращения: 16.04.2018.
- Давидович Г.Т. Отчет о результатах работ по составлению геоэкологической карты Актыубинской области (1 и 2 этапы) // РНПИЦ «Казэкология». – 1994. – С. 35.
- Fetter Jr. C.W. Applied Hydrogeology, 4th Edition. // Univ. of Wisconsin. – 2000. – P.113-148.

- Tang, Y., Zhou, J., Yang, P., Yan, J., Zhou, N. Groundwater Engineering, Springer Environmental Science and Engineering // Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Tongji University Press. – 2017. – P. 35-111.
- Pavlichenko L., Rysmagambetova A., Tanybayeva A., Minzhanova G. The degree of boron contamination of the underground and surface water of the Ilek River valley // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation. – 2017. – Vol.17. – P. 967-974.
- Kovalevsky V. S., Kruseman G. P., Rushton K. R. Ground water studies // IHP-VI, Series on Ground water. UNESCO – 2004. – No.3. – P. 23-40.
- Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Министерства энергетики Республики Казахстан. РГП «КАЗГИДРОМЕТ». Web site: <https://kazhydromet.kz/ru/bulleten/>.
- Koshmaganbetova G., Kudabaeva Kh., Nuftieva A., Bazargaliev Ye. Boron and Silicon Content in the Hair of Schoolchildren with Endemic Goiter in Oil-Gas Producing Areas of West Kazakhstan // International Conference of Social Science, Medicine and Nursing. – 2015. – P. 117–120.
- Turson Hairat, Weilong Wang, Yuan Li, Shengsheng Li. Assessment of Water Ecological Carrying Capacity based on Ecological Network Structure // Journal of Environmental Accounting and Management. – 2014. – Vol. 2(4). – P. 335-345.
- Parks J.L., Edwards M. Boron in the environment // Crit Rev EnvironSci Technol. – 2005. – Vol. 35(2), P. 81–114.
- Xu Ling, Liu Zhihong, Du Jing. Study on Evaluation of Water Ecological Carrying Capacity // 010 International Conference on Biology, Environment and Chemistry IPCBEE. – 2011. – Vol.1, P. 458-462.

References

- Berdenov Zh.G., Dzhanaliyeva G.M. (2015) Landscape and geochemical features of man-made Pollution zones of Aktobe Agglomerations. Communications, vol. 38 no 2., pp. 852-860.
- Burakov M.M., Pavlichenko L.M. (2011) Masshtaby realizacii proekta po ochistke podzemnyh vod doliny r. Ilek ot bora [The scope of the project to clean up the groundwater Ilek river valley from boron]. Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii «Problemy gidrogeologii, inzhenernoj geologii i gidroekologii», pp. 614-622.
- Davidovich G.T. (1994) Report on the results of work on the compilation of a geoecological map of the Aktobe region (stages 1 and 2) [Otchet o rezul'tatah rabot po sostavleniju geojekologicheskoy karty Aktjubinskoj oblasti (1 i 2 jetapy)]. RRPIS “Kazekologia”, pp. 35.
- Fetter Jr. C.W. (2000) Applied Hydrogeology, 4th Edition. Univ. of Wisconsin, pp. 113-148.
- Information Bulletin on the State of the Environment of the Republic of Kazakhstan [«Informacionnyj bjulleten' o sostojanii okruzhajushhej sredy Respubliki Kazakhstan»]. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. RSE “KazHydroMet”. Web site: <https://kazhydromet.kz/ru/bulleten/>.
- Koshmaganbetova G., Kudabaeva Kh., Nuftieva A., Bazargaliev Ye. (2015) Boron and Silicon Content in the Hair of Schoolchildren with Endemic Goiter in Oil-Gas Producing Areas of West Kazakhstan. International Conference of Social Science, Medicine and Nursing, pp. 117–120.
- Kovalevsky V. S., Kruseman G. P., Rushton K. R. (2004) Ground water studies. IHP-VI, Series on Ground water. UNESCO, no.3, pp. 23-40.
- Manual Mavic Air (2018). Web site: <https://www.dji.com/mavic-air>. Last modified: 16.04.2018.
- Parks J.L., Edwards M. (2005) Boron in the environment. Crit Rev EnvironSci Technol, vol. 35(2), pp. 81–114.
- Pavlichenko L., Rysmagambetova A., Tanybayeva A., Minzhanova G. (2017) The degree of boron contamination of the underground and surface water of the Ilek River valley. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation, vol.17, pp. 967-974.
- Reference book of deposits of Kazakhstan. The groundwater. (2018) Ministry of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan. Committee of Geology and Subsoil Use. Web site: <http://info.geology.gov.kz/ru>. Last modified: 11.09.2018.
- Russell A., Ghalaieny M, Gazdiyeva B., Zhumabayeva S., Kurmanbayeva A., Akhmetov K., Mukanov Ye., McCann M., Ali M., Tucker A., Vitolo C., Althonayan A. (2018) A Spatial Survey of Environmental Indicators for Kazakhstan: An Examination of Current Conditions and Future Needs. International Journal of Environmental Research, vol.12, pp. 735–748.
- Tang, Y., Zhou, J., Yang, P., Yan, J., Zhou, N. (2017) Groundwater Engineering, Springer Environmental Science and Engineering. Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Tongji University Press, pp. 35-111.
- Turson Hairat, Weilong Wang, Yuan Li, Shengsheng Li (2014) Assessment of Water Ecological Carrying Capacity based on Ecological Network Structure. Journal of Environmental Accounting and Management, vol. 2(4), pp. 335-345.
- Xu Ling, Liu Zhihong, Du Jing (2011) Study on Evaluation of Water Ecological Carrying Capacity. 010 International Conference on Biology, Environment and Chemistry IPCBEE, vol.1, pp. 458-462.

МРНТИ 34.23; 34.15; 34.25.21

**Сагымбай А.Б.¹, Нусупбаева Г.Е.², Тлеумбетова Н.Ж.³,
Муталиева А.С.⁴, Нурпейсова А.С.⁵, Джусупова Д.Б.⁶,
Дигель И.⁷**

¹студент PhD-докторантуры, e-mail: altinai_S@mail.ru

²заведующая Референс лабораторией, e-mail: gnusupbaeva@mail.ru

³врач-вирусолог, e-mail: nn_nazym@mail.ru

⁴врач-вирусолог, e-mail: aknur.kz@mail.ru

⁵студент PhD-докторантуры, e-mail: nurail005@mail.ru

⁶доктор биологических наук, профессор, e-mail: dariya_2507@mail.ru

⁷PhD, e-mail: digel@fh-aachen.de

^{1,5,6}Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

^{2,3,4}Референс лаборатория по контролю за вирусными инфекциями

Филиала «Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга» НЦОЗ МЗ РК, Казахстан, г. Алматы

⁷Институт прикладных исследований, Германия, г. Аахен

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СЕЗОНА 2017-2018 ГГ. ПО ГРИППУ В КАЗАХСТАНЕ

Вирусы гриппа представляют собой постоянную проблему глобального общественного здравоохранения. Вирусологическое наблюдение за гриппом является важным инструментом для раннего выявления новых генетических вариантов вирусов эпидемиологического и клиническое значения.

Целью данного исследования является определение молекулярно-генетических характеристик вирусов гриппа, циркулировавших на территории Казахстана в течение эпидемиологического сезона 2017-2018 гг. Были изучены последовательности генов двенадцати штаммов вируса гриппа А (подтип H1N1pdm09 – 9, подтип H3N2 – 3) и десяти штаммов вируса гриппа В (генотип B/Victoria – 2, генотип B/Yamagata – 8), выделенных в недозорных сайтах республики. По данным филогенетического анализа, все секвенированные штаммы вируса гриппа A/H1N1pdm09 принадлежали к клайду 6B.1. Вирусы гриппа A/H3N2 отличились значительным генетическим разнообразием – исследованные вирусы принадлежали к нескольким филогенетическим группам и подгруппам с преобладанием вирусов, подобные вакцинному штамму. Установлено, что преобладающая часть выявленных вирусов гриппа В на территории Казахстана, принадлежала к линии B/Yamagata и относилась к клайду 3. Результаты этого исследования подтверждают важность непрерывного мониторинга мутационной изменчивости и филогенетического анализа циркулирующих штаммов в выборе вакцинных штаммов для специфической профилактики гриппа и противовирусных препаратов.

Ключевые слова: вирус гриппа, молекулярно-генетический анализ, филогенетический анализ, вакцинные штаммы.

Sagymbay A.B.¹, Nusupbaeva G.E.², Tleumbetova N.Zh.³, Mutaliev A.S.⁴,
Nurpeisova A.S.⁵, Jussupova D.B.⁶, Digel I.⁷

¹PhD-student, e-mail: altinai_S@mail.ru

²Head of reference laboratory, e-mail: gnusupbaeva@mail.ru

³Doctor-virologist, e-mail: nn_nazym@mail.ru

⁴Doctor-virologist, e-mail: aknur.kz@mail.ru

⁵PhD-student, e-mail: nurai1005@mail.ru

⁶Doctor of Biological Sciences, professor, e-mail: dariya_2507@mail.ru

⁷PhD, e-mail: digel@fh-aachen.de

^{1,5,6}Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

^{2,3,4}Reference laboratory for the control of viral infections of the Branch "Scientific and Practical Center for Sanitary-Epidemiological Examination and Monitoring" NCPH of Ministry of Health of Kazakhstan, Kazakhstan, Almaty

⁷Institute for Applied Research, Germany, Aachen

Molecular genetics features of the epidemic season 2017-2018 on the influenza in Kazakhstan

Influenza viruses are a constant global public health problem. Virological surveillance of influenza is an important tool for the early detection of new genetic variants of viruses of epidemiological and clinical significance.

The purpose of this study is to determine the molecular genetic characteristics of influenza viruses circulating in Kazakhstan during the 2017-2018 epidemiological season. Gene sequences of twelve strains of influenza A virus (subtype H1N1pdm09-9, subtype H3N2-3) and ten strains of influenza B virus (genotype B / Victoria-2, genotype B / Yamagata-8) were studied in non-licensing sites of the republic. According to phylogenetic analysis, all the sequenced influenza A / H1N1pdm09 strains belonged to clade 6B.1. Influenza A / H3N2 viruses were distinguished by significant genetic diversity – the studied viruses belonged to several phylogenetic groups and subgroups, with a predominance of viruses similar to the vaccine strain. It was found that the majority of the detected influenza B viruses in Kazakhstan belonged to the B / Yamagata lineage and belonged to clade 3. The results of this study confirm the importance of continuous monitoring of mutational variability and phylogenetic analysis of circulating strains in the selection of vaccine strains for specific prevention of influenza and antiviral drugs.

Key words: influenza virus, molecular genetic analysis, phylogenetic analysis, vaccine strains.

Сағымбай А.Б.¹, Нусупбаева Г.Е.², Тлеумбетова Н.Ж.³, Мүтәлиева А.С.⁴,
Нурпейсова А.С.⁵, Джусупова Д.Б.⁶, Дигель И.⁷

¹PhD-докторантура студенті, e-mail: altinai_S@mail.ru

²Референс лаборатория меңгерушісі, e-mail: gnusupbaeva@mail.ru

³вирусолог-дәрігер, e-mail: nn_nazym@mail.ru

⁴вирусолог-дәрігер, e-mail: aknur.kz@mail.ru

⁵PhD-докторантура студенті, e-mail: nurai1005@mail.ru

⁶биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: dariya_2507@mail.ru

⁷PhD, e-mail: digel@fh-aachen.de

^{1,5,6}Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

^{2,3,4}Вирусты жұқпаларды қадағалайтын референс зертхана ҚР ДСМ ҚДСҰОШЖҚ РМК «Санитарлық-эпидемиологиялық сараптама және мониторинг ғылыми-практикалық орталығы» филиалы, Алматы қ., Қазақстан

⁷Қолданбалы зерттеулер институты, Аахен қ., Германия

Қазақстандағы 2017-2018 жж. тұмау эпидемиялық маусымының молекулалық-генетикалық ерекшеліктері

Тұмау вирусы жаһандық қоғамдық денсаулық сақтаудың тұрақты өзекті мәселесі болып табылады. Тұмауды вирусологиялық қадағалау эпидемиологиялық және клиникалық маңызды вирустың жаңа генетикалық нұсқаларын ерте анықтаудың маңызды құралы болып табылады.

Аталмыш зерттеудің мақсаты – 2017-2018 жылдары эпидемиологиялық маусымы барысында Қазақстан аумағы айналымындағы тұмау вирусының молекулярлы-генетикалық сипаттамаларын анықтау. Осылайша, тұмаудың А вирусының он екі штамдарының (H1N1pdm09 субтипі-9, H3N2 субтипі-3) және В тұмауының 10 штаммының (В/ Виктория генотипі-2, В/ Yamagata генотипі-8) ген тізбектерінің зерттеуі жүргізілді. Филогенетикалық талдау мәліметтері бойынша, А/Н1Н1рdm09 штамдарының барлығы 6В.1 клайдына сәйкес екені анықталды. А/ H3N2 тұмау вирустары маңызды генетикалық әртүрлілігімен ерекшеленді – зерттелген вирустар бірнеше филогенетикалық топтар мен кіші топшаларға бөлінді, бірақ вирустардың басым бөлігі вакциналық штаммға ұқсас болды. Сондай-ақ, елде анықталған В тұмауының басым көпшілігі

В/Yamagata желісіне және 3-ші клайдына тиесілі екендігі анықталды. Зерттеу нәтижелері тұмауға қарсы препараттарды дайындау үшін және вирусты арнайы алдын алу үшін арналған вакцина штамдарын таңдау кезінде, айналмалы штаммдардың мутациялық өзгергіштігін және филогенетикалық талдауын үздіксіз бақылаудың маңыздылығын растайды.

Түйін сөздер: тұмау вирусы, молекулярлық-генетикалық талдау, филогенетикалық талдау, вакцина штамдары.

Введение

Из всех вирусных респираторных инфекций у людей грипп имеет наибольшее клиническое и эпидемиологическое значение. Каждый год 600 миллионов случаев гриппа происходят во всем мире, причем у 290 000-650 000 человек грипп приводит к смерти [1] (WHO, 2018a). Ежегодно на территории Республики Казахстан также регистрируются от 600 тысяч до 1,2 млн. случаев ОРВИ и гриппа [2].

Как уже отмечалось, вирусы гриппа А и В практически ежегодно вызывают эпидемические подъемы заболевания, а для вирусов гриппа А известны пандемические формы распространения. Последняя пандемия гриппа произошла в 2009-2010 году, которая была связана с вирусом гриппа A/H1N1pdm09, содержащим сложную комбинацию сегментов генов от свиней, вирусов птичьего и человеческого гриппов [3-5]. Эти вирусы полностью заменили бывшие сезонные вирусы A/H1N1 и продолжают циркулировать по всему миру в качестве сезонного вируса гриппа вместе с A/H3N2 и вирусами типа В.

Изучение молекулярной эволюции вирусов гриппа предоставляет важную информацию по их генезису и особенностям распространения в разных странах мира [6]. Ежегодно вирусы гриппа вызывают эпидемии в обход уже существующему иммунитету благодаря постоянной мутационной изменчивости (антигенный дрейф) в гемагглютанине (НА), так как он является основной целью для антител, а также изменениям в нейраминидазе (НА) и М-белке, связанных с чувствительностью к противовирусным препаратам [7]. Поэтому большинство исследований молекулярно-генетического строения НА и НА посвящено их эволюционным изменениям в результате появления новых значимых мутаций [8-12].

Огромную роль в проблеме борьбы с гриппом играет разработка новых методов диагностики, что побуждает обращаться к поиску методических решений для вирусологических исследований с привлечением современных достижений различных областей науки, в том числе

материалов и методов для создания тест-систем. Данные об эпидемически актуальных штаммах необходимы как для расшифровки причин текущих и прогнозирования грядущих эпидемий, так и для проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий, в том числе – разработки новых вакцинных и диагностических препаратов.

Целью данного исследования явилось определение молекулярно-генетических характеристик вирусов гриппа, циркулировавших в Казахстане в течение эпидемиологического сезона 2017-2018 гг.

Материал и методы

Исследованные вирусы. В работе были использованы штаммы вирусов гриппа А и В, выделенные на клеточной культуре MDCK в эпидемический сезон 2017-2018 гг.

Выделение вирусной РНК проводили с помощью коммерческого набора PureLink RNA MiniKit (LifeTechnologies, США) с рекомендациями производителя.

Полимеразно-цепная реакция с обратной транскрипцией (ОТ/ПЦР) проводили с использованием оригинальных праймеров (Лондон) и коммерческого набора SuperScript® III One-Step RT-PCR System with Platinum® Taq DNA Polymerase (LifeTechnologies, США) на термочиклере Veriti (Applied Biosystems, США).

Электрофорез ДНК проводили, используя коммерческий комплект реагентов для электрофоретической детекции продуктов амплификации в агарозном геле «ЭФ»-200 (Ампли Сенс, Россия) в 1,7 % агарозном геле с трис-боратным буфером концентрированного с бромидом этидия.

Для выделения ДНК из геля использовали коммерческий набор QI Aquick Gel Extraction Kit (QIAGEN, Германия), а для чистых фрагментов при электрофорезе использовали коммерческий набор PureLink PCR Purification Kit (LifeTechnologies, США).

Определение концентрации двуцепочечной ДНК проводились использованием спектроф-

луориметра Qubit и набора реагентов Qubit HS dsDNAkit (Life Technologies, США).

Секвенирование полноразмерных сегментов генома вируса гриппа осуществляли на автоматическом генетическом анализаторе ABIGA 3500 (Applied Biosystems, США) с помощью коммерческого набора Big Dye Terminator Kit v3.1 (Applied Biosystems, США).

Очистку продуктов секвенирования осуществляли с помощью набора Big Dye XTerminator Kit (Applied Biosystems, США) в соответствии с инструкцией производителя.

Филогенетический анализ. Анализ нуклеотидных и соответствующих им аминокислотных последовательностей, множественное выравнивание проводили с использованием программного обеспечения MEGA6. Построение филогенетического дерева осуществляют с помощью метода максимального правдоподобия (ML) в реализации пакета MEGA6, используя последовательности гена HA и NA **актуальных вакцинных штаммов** и референс штаммов филогенетических групп и подгрупп вируса гриппа А и В из международной базы данных EpiFlu GISAID.

Результаты

Для изучения молекулярно-генетической характеристики штаммов вирусов гриппа в эпидемиологическом сезоне 2017-2018 гг. были проведены исследования вирусов гриппа А и В на мутации генов гемагглютинирина и нейраминидазы. В Референс лаборатории (РЛ) по контролю за вирусными инфекциями методом капиллярного секвенирования по Сэнжеру были изучены последовательности генов двенадцати штаммов вируса гриппа А (подтип H1N1pdm09 – 9, подтип H3N2 – 3) и десяти штаммов вируса гриппа В (генотип B/Victoria – 2, генотип B/Yamagata – 8), выделенных в недозорных сайтах республики. Изоляты и клинические образцы гриппа поступили в РЛ из вирусологических лабораторий Западно-Казахстанской, Карагандинской, Южно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Алматинской областей. Данные секвенирования опубликованы в международной базе GISAID. Информация об образцах, исследованных методом секвенирования, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Информация об образцах, исследованных методом секвенирования

№ пп	Название штамма	Дата забора материала	Тип вируса	ID номер в базе данных GISAID	Регион
1	A/WestKazakhstan/295/2018	26.12.2017	A/H3N2	Epi_ISL_309393	Западно-Казахстанская
2	A/Akmolinskaya.NRL/299/2018	05.01.2018	A/H3N2	Epi_ISL_309394	Акмолинская
3	A/SouthKazakhstan.NRL/302/2018	19.01.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306509	Южно-Казахстанская
4	A/Karaganda.NRL/303/2018	06.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_309390	Карагандинская
5	A/Karaganda.NRL/304/2018	06.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306511	Карагандинская
6	A/EastKazakhstan/305/2018	22.02.2018	A/H3N2	Epi_ISL_309391	Восточно-Казахстанская
7	A/EastKazakhstan.NRL/307/2018	22.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306563	Восточно-Казахстанская
8	A/Karaganda.NRL/311/2018	05.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306564	Карагандинская
9	A/Karaganda.NRL/312/2018	07.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306565	Карагандинская
10	A/Karaganda.NRL/313/2018	07.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306566	Карагандинская
11	A/Karaganda.NRL/314/2018	09.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306513	Карагандинская
12	A/Karaganda.NRL/317/2018	14.02.2018	A/H1N1pdm09	Epi_ISL_306514	Карагандинская
13	B/NorthKazakhstan/322/2018	15.02.2018	B/Yamagata	-	Северо-Казахстанская
14	B/Almatinskaya.Kaz/323/2018	20.02.2018	B/Victoria	Epi_ISL_309403	Алматинская
15	B/Almatinskaya.Kaz/324/2018	06.03.2018	B/Victoria	-	Алматинская
16	B/NorthKazakhstan/325/2018	19.02.2018	B/Yamagata	Epi_ISL_309396	Северо-Казахстанская
17	B/NorthKazakhstan/326/2018	28.02.2018	B/Yamagata	Epi_ISL_309395	Северо-Казахстанская

Продолжение таблицы 1

№ пп	Название штамма	Дата забора материала	Тип вируса	ID номер в базе данных GISAID	Регион
18	B/NorthKazakhstan/327/2018	27.02.2018	B/Yamagata	Epi_ISL_309397	Северо-Казахстанская
19	B/NorthKazakhstan/328/2018	26.02.2018	B/Yamagata	Epi_ISL_309398	Северо-Казахстанская
20	B/KysylordaKaz/329/2018	12.02.2018	B/Yamagata	Epi_ISL_309399	Кызылординская
21	B/KaragandaKaz/330/2018	22.01.2018	B/Yamagata	-	Карагандинская
22	B/KaragandaKaz/331/2018	03.03.2018	B/Yamagata	Epi_ISL_309401	Карагандинская

Генетическая характеристика вируса гриппа A/H1N1pdm09

По данным филогенетического анализа все девять секвенированных штаммов вируса гриппа A/H1N1pdm09 принадлежали к субклайду 6B.1 и были подобны вакцинному штамму Michigan/45/2015(H1N1) как и большинство

вирусов A/H1N1pdm09, выявленных во многих странах в эпидсезоне 2017-2018 гг. (рисунок 1). Для этого субклайда отмечены характерные замены S74R, T120A, S162N(+CHO), S164T, I216T в антигенном сайте HA Sa, расположенном на глобуле белка, рядом с рецептор-связывающим сайтом.

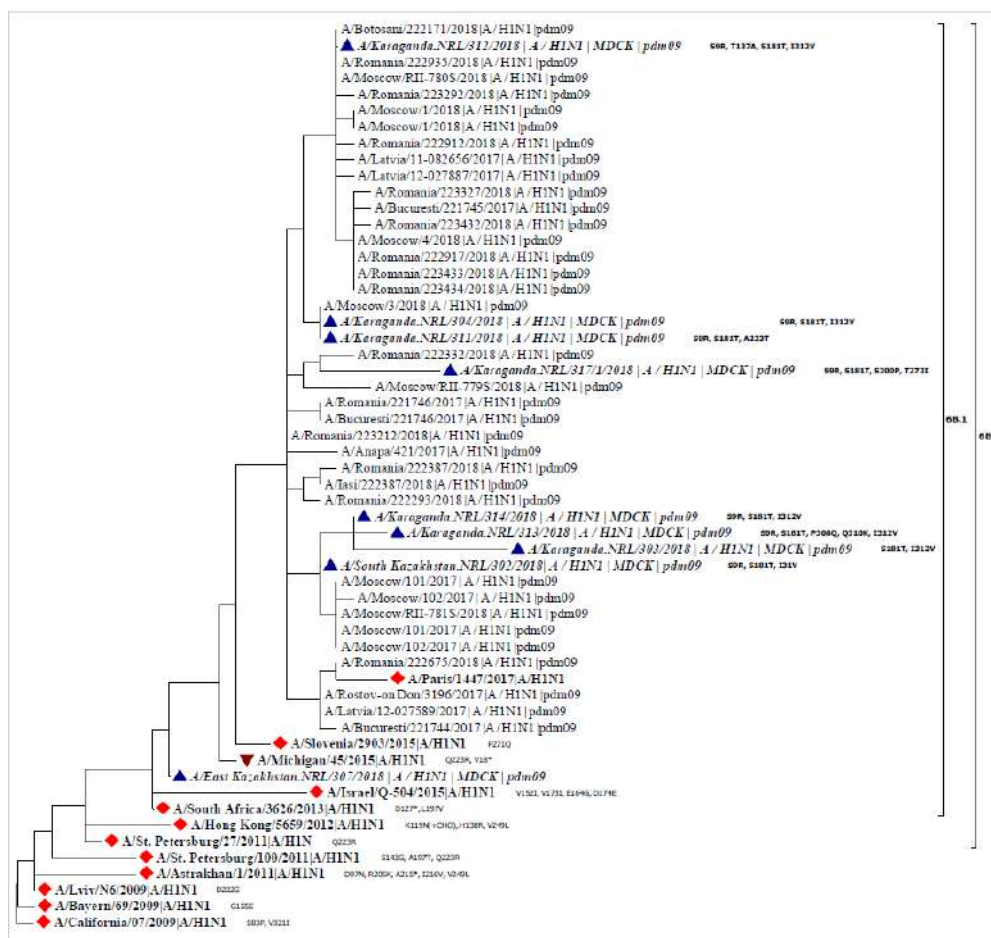


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево по гену гемагглютинину вирусов гриппа А подтипа H1N1 (метод ML, модель T92+G, бутстреп – 500 репликация). Символом « » отмечен актуальный вакцинный штамм, символом « » – вирусы эпидемического сезона 2017/2018, секвенированные в референс-лаборатории, символом « » – референс-штаммы филогенетических групп и подгрупп, соответственно

Образцы из Карагандинской (7 обр.), Восточного-Казахстанской (1 обр.) и Северно-Казахстанской областей (1 обр.) имели также дополнительные замены S9R, T137A, N179S, S181T, S200P, A232T, T233I, T273I, P308Q, Q310K, I312V.

Генетическая характеристика вируса гриппа A/H3N2

Филогенетический анализ HA-генов гриппа H3N2 показал, что исследованные вирусы принадлежали к двум генетическим группам – субклайдам 3C.2a2 и 3C.3a.

Два штамма, относящиеся к субклайду 3C.2a2, были подобны вакцинному штамму A/HongKong/4801/2014. (рисунок 3) и определялись такими аминокислотными заменами, как T131K, R142K, R261Q в участке HA1.

Один штамм A/EastKazakhstan/305/2018 был отнесен к группе 3C.3a с аминокислотными заменами T128A (приводящий к потере потенци-

ального сайта гликозилирования, NWT в положении 126-128 заменяется на NWA,) F159S, K326R и был близкородственен к референс-штамму A/Switzerland/9715293/2013.

Генетическая характеристика вируса гриппа B.

Анализ штаммов вируса гриппа B, секвенированных в РЛ, показал, что 8 из 10 (80 %) штаммов относились к линии Ямагата и были подобны референс-штамму B/Phuket/3073/2013, рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения в качестве вакцинного для четырёхвалентных вакцин на сезон 2018-2019 гг. для северного полушария. Установлено, что данные штаммы принадлежат к клайду 3 с характерными аминокислотными заменами в гене гемагглютинине (HA) – L172Q, D196N (+CHO), M251V и нейраминидазы (NA) – I49M, R65H, I171M, D342K, K373Q, S402P, {D463N A465T} (+CHO) (рисунок 3).

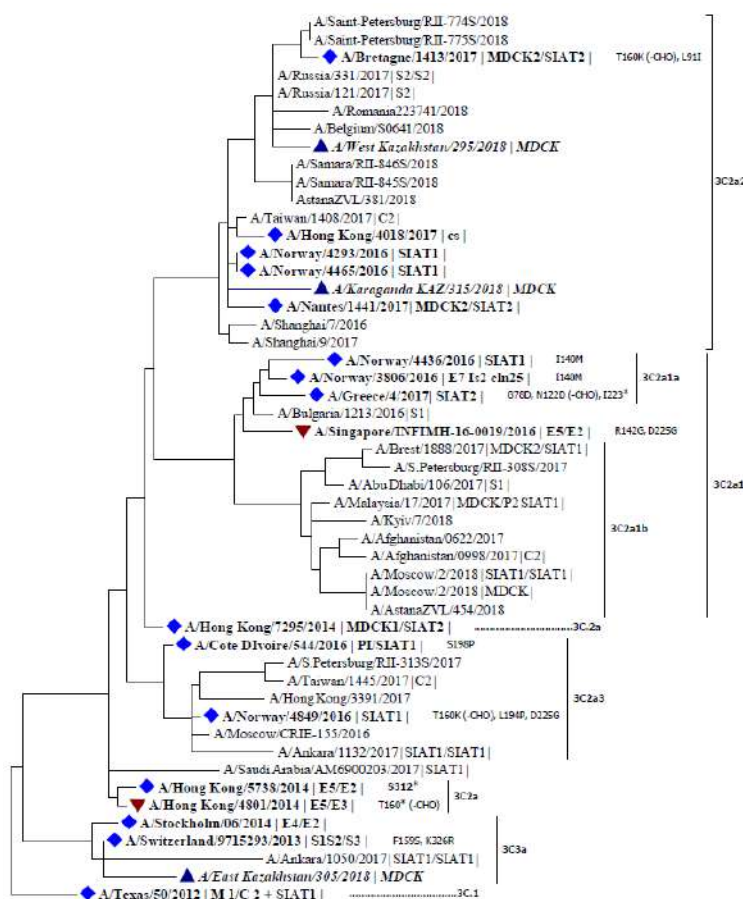


Рисунок 2 – Филогенетическое дерево по гену гемагглютинину вирусов гриппа А подтипа H3N2 (метод ML, модель NKY+G, бутстреп – 500 репликаций). Символом « ♦ » отмечен актуальный вакцинный штамм, « * » – вирусы эпидемического сезона 2017/2018, секвенированные в референс-лаборатории, символом « ○ » – референс-штаммы филогенетических групп и подгрупп, соответственно.

Два образца были отнесены к линии Виктория и были подобны вакцинному штамму B/Brisbane/60/2008 и принадлежали клайду 1А,

несущими двойную аминокислотную делецию Δ162-163 с аминокислотными заменами I117V и N129D в гене HA1 (рисунок 4).

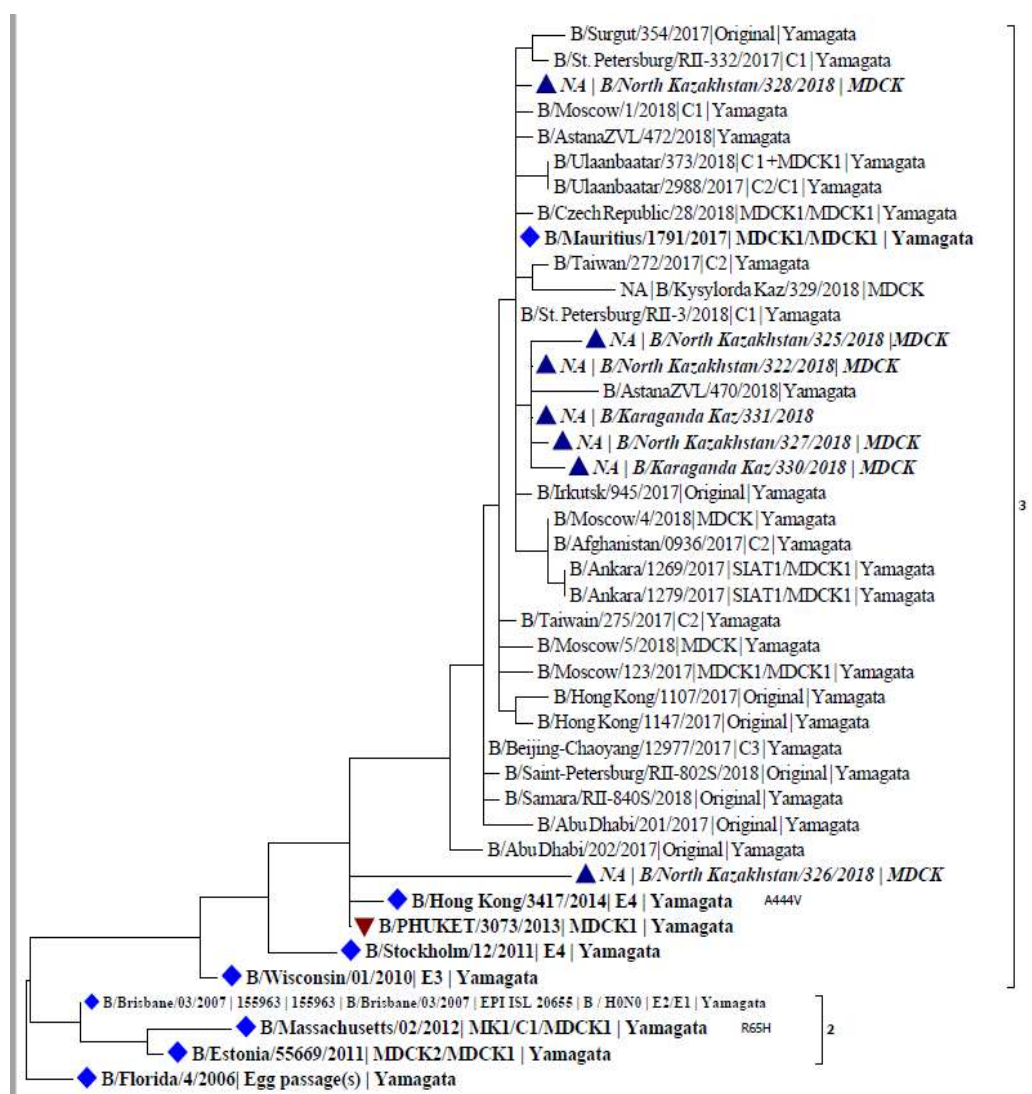


Рисунок 3 – Филогенетическое дерево по гену гемагглютинину вирусов гриппа В линии Yamagata (метод ML, модель NKY+G, бутстреп – 500 репликаций). Символом «▲» отмечен актуальный вакцинный штамм, «◆» – вирусы эпидемического сезона 2017/2018, секвенированные в референс-лаборатории, символом «■» – референс-штаммы филогенетических групп и подгрупп, соответственно.

Обсуждение

В целом, эпидемический сезон 2017-2018 гг. характеризовался параллельной циркуляцией всех трех вирусов гриппа, при этом в начале сезона доминировали вирусы гриппа А/Н3N2 и В, а с середины сезона активизировался вирус гриппа А/Н1N1pdm09 и к концу сезона имел

наибольший положительный удельный вес среди всех типов гриппа [2].

В связи с этим, для изучения молекулярно-генетических особенностей данного сезона был проведен генетический и филогенетический анализ репрезентативных штаммов вирусов гриппа, циркулировавших на территории республики.

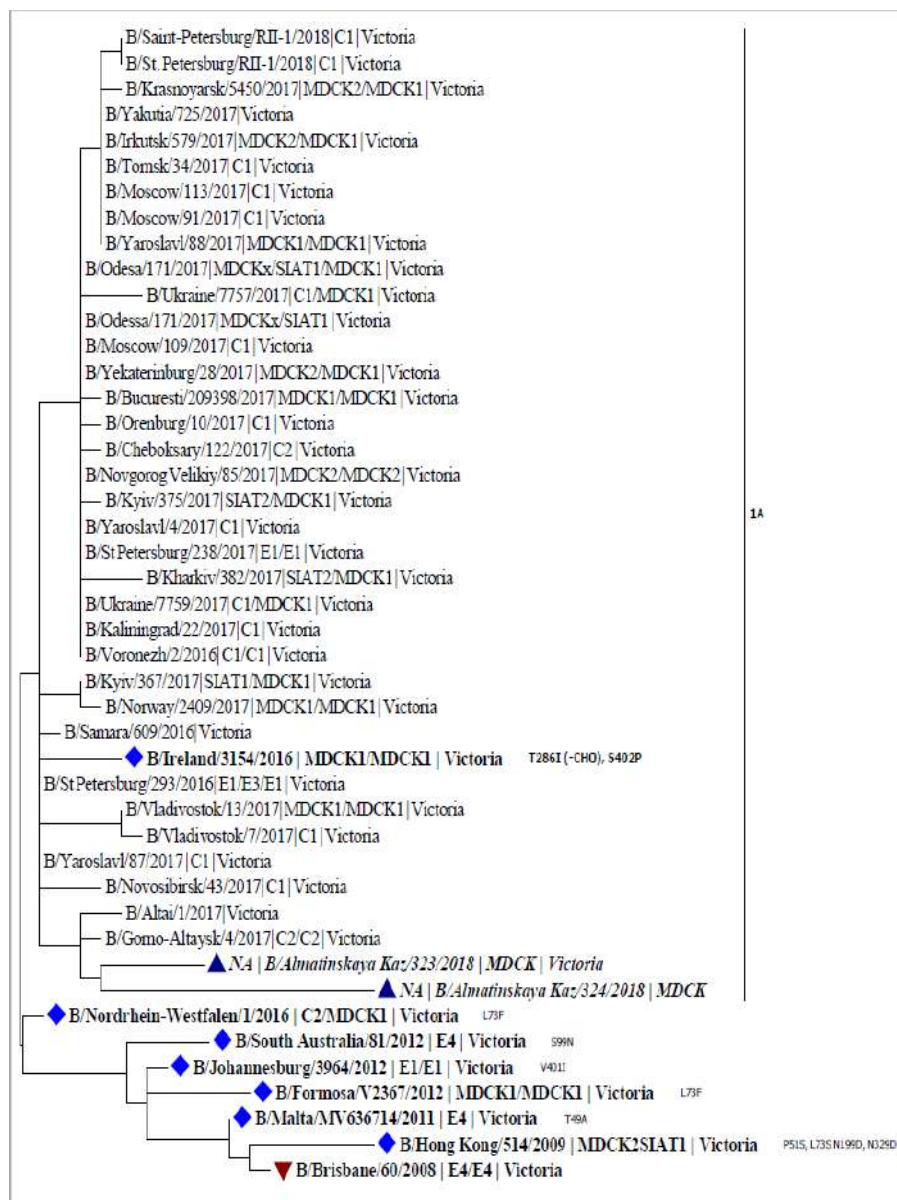


Рисунок 4 – Филогенетическое дерево по гену гемагглютинину вирусов гриппа В линии Victoria (метод ML, модель NKY+G, бутстреп – 500 репликация). Символом «♦» отмечен актуальный вакцинный штамм, «▲» – вирусы эпидемического сезона 2017/2018, секвенированные в референс-лаборатории, символом «▲» – референс-штаммы филогенетических групп и подгрупп, соответственно

Как показали исследования, посвященные вирусу гриппа H1N1pdm09, в результате амин-кислотных замен в положении S162N(+CHO) и S164T создается новое потенциальное место N-гликолизирования в позициях 162-164, амин-кислотный триплет SQS заменяется на NQT, который позволяет вирусу «ускользнуть» от специфических антител после вакцинации или ранее перенесенной инфекции [13-14]. Такая картина встречается у всех исследованных штаммов ви-

руса гриппа H1N1pdm09, за исключением одного штамма «A/EastKazakhstan.NRL/307/2018» из Восточно-Казахстанской области. У данного штамма замена в позиции N162S(-CHO) приводит к потере данного сайта.

Вирусы гриппа A/H3N2 отличились значительным генетическим разнообразием – исследованные вирусы принадлежали к нескольким филогенетическим группам и подгруппам, с преобладанием вирусов подобных вакцинному

штамму. Клайд 3С.2а, в свою очередь, характеризуются заменами L3I, N144S, F159Y, K160T, Q311H в HA1 и D160N в HA2. Аминкислотные замены в положении S144N(+CHO) и K160T(+CHO) приводят к появлению новых потенциальных мест N-гликозирования в позициях 144-146 и 159-161, аминкислотные триплеты SSS заменяются на NSS, NYK на NYT соответственно. Вирусы, относящиеся к клайду 3С.2а, циркулируют в северном полушарии с 2013-14 гг., а с сезона 2014-2015 гг. вирусы данного клайда преобладали среди всех циркулирующих вирусов гриппа, что по сообщениям ВОЗ характерно и для эпидемиологического сезона 2017-2018 гг.

Стоит отметить, что для вируса гриппа А подтипа H3N2, циркулирующего в человеческой популяции более 40 лет, показано накопление сайтов N-гликозилирования преимущественно в гидрофильной голове гемагглютинаина. Присоединенные к гемагглютинину гликаны предотвращают связывания с антителами *in vitro*, а удаление сайтов гликозилирования или ингибирование гликозилирования восстанавливает способность антител связываться гемагглютинином [15-16]. Роль гликанов в ускользании от иммунной системы определяется их низкой иммуногенностью, которая, в свою очередь, связана с низкой аффинностью взаимодействия гликан-белок, разнообразием непостоянства конформации гликанов, а также иммунологической толерантностью [17-18].

Также было отмечено, что эпидемический сезон 2017–2018 гг. характеризовался совместной циркуляцией вирусов гриппа В Викторианской и Ямагатской эволюционных линий.

По литературным данным, с 1988 г. произошло «раздвоение» популяции вируса гриппа В на две антигенно различные ветви – В/Виктория/2/87-подобные и В/Ямагата/16/88-подобные. С тех пор вирус гриппа В эволюционирует двумя социркулирующими эволюционными линиями [19-20]. В результате исследования было установлено, что преобладающая часть выявленных вирусов гриппа В на территории Казахстана принадлежала к линии В/Ямагата. Данные филогенетического анализа гриппа В подтвердили лабораторные исследования методом ПЦР, направленные на определение генетической принадлежности линий гриппа В с использованием праймеров

CDC. На базе РЛ были изучены линии 277 образцов, поступивших из дозорных и недозорных сайтов республики, среди которых к линии В/Ямагата были отнесены 263 (95%) образца и к линии В/Victoria 14 (5%) образцов. Стоит отметить, что в эпидемиологическом сезоне 2017-2018 гг. вирусы гриппа В линии Виктория имели аминокислотные делеции Δ 162-163, которые оказывают заметное влияние на антигенные свойства вирусов.

Выводы

Таким образом, нами было изучено молекулярно-генетическое разнообразие вирусов гриппа А и В, циркулировавших в Казахстане в 2017–2018 гг. По данным филогенетического анализа, практически все исследованные штаммы были филогенетически близки к рекомендованным ВОЗ вакцинным штаммам. Изученные штаммы вируса гриппа А/H1N1pdm09 принадлежали к клайду 6В.1, как и в прошлом эпидемиологическом сезоне 2016-2017 гг. Анализ секвенированных последовательностей вируса гриппа H3N2 всего эпидемиологического сезона позволяет сделать вывод о совместной циркуляции штаммов вирусов гриппа А подтипа H3N2, принадлежащих к нескольким филогенетическим группам и подгруппам с преобладанием вирусов, подобные вакцинному штамму (А /HongKong /4801/2014).

Было также установлено, что преобладающая часть выявленных вирусов гриппа В на территории республики принадлежала к линии В/Ямагата и относилась к клайду 3, не входящему в состав вакцины на эпидемиологический сезон 2017-2018 гг. В то же время в гемагглютинине ряда казахстанских штаммов вируса гриппа были обнаружены уникальные аминокислотные замены, в том числе приводящие к потере потенциальных сайтов гликозилирования.

Особенности эволюционной изменчивости современных вирусов гриппа создают трудности при прогнозировании этого компонента в составе сезонных гриппозных вакцин. Результаты проведенного исследования подтверждают важность непрерывного мониторинга мутационной изменчивости и филогенетического анализа циркулирующих штаммов в выборе вакцинных штаммов для специфической профилактики гриппа и противовирусных препаратов.

Литература

- WHO, 2018. Influenza (Seasonal). Available online. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(seasonal\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(seasonal)) (дата обращения 12.12.2018 г.).
- Смагул А.М., Нусупбаева Г.Е., Айкимбаев А.М., Березин В.Э., Кливлеева Н.Г. Надзор над гриппом и острыми респираторными инфекциями в Казахстане // Медицина (Алматы). – 2018. – Т. 194. – №8. – С. 25-31.
- Neumann G., Noda T., Kawaoka Y. Emergence and pandemic potential of swine-origin H1N1 influenza virus // Nature. – 2009. – Vol. 459, No 7249. – P. 931.
- Raymond F. L., Caton A.J., Cox N.J. et al. The antigenicity and evolution of influenza H1 haemagglutinin, from 1950–1957 and 1977–1983: two pathways from one gene // Virology. – 1986. – Vol. 148, No 2. – P. 275-287.
- Glinsky G. V. Genomic analysis of pandemic (H1N1) 2009 reveals association of increasing disease severity with emergence of novel hemagglutinin mutations // Cell cycle. – 2010. – Vol. 9, No 5. – P. 958-970.
- Report prepared for the WHO annual consultation on the composition of influenza vaccine for the Northern Hemisphere 2018 – 2019. Worldwide Influenza Centre the Francis Crick Institute Mill Hill Laboratory London. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://www.who.int/influenza/vaccines/virus/recommendations/2018_19_north/en/ (дата обращения 15.01.2019 г.).
- Осидак Л.В., Дринецкий В.П., Ерофеева М.К. и др. Грипп как проблема XXI века // Детские инфекции. – 2009. – Т. 8. – С. 3-9.
- Лобова Т.Г., Прокопец А.В., Комиссаров А.Б. и др. Эволюционная изменчивость вирусов гриппа В, циркулировавших в Российской Федерации с 2005 по 2012 г // Вопросы вирусологии. – 2012. – Т. 57. – №. 6.
- Koel B. F.Mögling R., Chutinimitkul S. et al. Identification of amino acid substitutions supporting antigenic change of A (H1N1) pdm09 viruses // Journal of virology. – 2015. – P. JVI.02962-14.
- Korsun N., Angelova S., Gregory V., Daniels R. et al. Antigenic and genetic characterization of influenza viruses circulating in Bulgaria during the 2015/2016 season. Infection, Genetics and Evolution. – 2017. – Vol. 49. – P. 241-250.
- Lin J. H. et al. Molecular epidemiology and antigenic analyses of influenza A viruses H3N2 in Taiwan // Clinical Microbiology and Infection. – 2011. – Vol. 17, No 2. – P. 214-222.
- Ampofo W. K., Azziz-Baumgartner, E., Bashir, U. et al. Strengthening the influenza vaccine virus selection and development process: Report of the 3rd WHO Informal Consultation for Improving Influenza Vaccine Virus Selection held at WHO headquarters, Geneva, Switzerland, 1–3 April 2014 // Vaccine. – 2015. – Vol. 33, No 36. – P. 4368-4382.
- Komissarov A. et al. Rapid spread of influenza A (H1N1) pdm09 viruses with a new set of specific mutations in the internal genes in the beginning of 2015/2016 epidemic season in Moscow and Saint Petersburg (Russian Federation) // Influenza and other respiratory viruses. – 2016. – Vol. 10, No 4. – P. 247-253.
- Ramadhany R. et al. Tropism of pandemic 2009 H1N1 influenza A virus // Frontiers in microbiology. – 2012. – Vol. 3. – P. 128.
- Abe Y., Takashita E., Sugawara K., Matsuzaki Y., Muraki Y., Hongo S. Effect of the addition of oligosaccharides on the biological activities and antigenicity of influenza A/H3N2 virus hemagglutinin // Journal of virology. – 2004. – Vol. 78, No 18. – P. 9605-9611.
- Skehel J.J., Stevens D. J., Daniels R. S., Douglas A. R., Knossow M. A carbohydrate side chain on hemagglutinins of Hong Kong influenza viruses inhibits recognition by a monoclonal antibody // Proc. Natl. Acad. Sci. – 1984. – Vol. 81. – P.1779-1783.
- Crispin M. Targeting host-derived glycans on enveloped viruses for antibody-based vaccine design // Curr Opin Virol. – 2015. – Vol.11. – P. 63–69.
- An Y., McCullers J. A., Alymova I., Parsons L. M., Cipollo, J. F. Glycosylation analysis of engineered H3N2 influenza A virus hemagglutinins with sequentially added historically relevant glycosylation sites // Journal of proteome research. – 2015. – Vol. 14, No 9. – P. 3957-3969.
- Hay A. J. Gregory V., Douglas A. R., Lin Y. P. The evolution of human influenza viruses // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. – 2001. – Vol. 356, No 1416. – P. 1861.
- Socan M., Prosenc K., Ucakar V., Berginc N. A comparison of the demographic and clinical characteristics of laboratory-confirmed influenza B Yamagata and Victoria lineage infection // Journal of Clinical Virology. – 2014. – Vol. 61, No 1. – P. 156-160.

References

- Abe Y., Takashita E., Sugawara K., Matsuzaki Y., Muraki Y., Hongo S. (2004) Effect of the addition of oligosaccharides on the biological activities and antigenicity of influenza A/H3N2 virus hemagglutinin. Journal of virology, vol. 78, no 18, pp. 9605-9611.
- Ampofo W. K., Azziz-Baumgartner, E., Bashir, U. et al. (2015) Strengthening the influenza vaccine virus selection and development process: Report of the 3rd WHO Informal Consultation for Improving Influenza Vaccine Virus Selection held at WHO headquarters, Geneva, Switzerland, 1–3 April 2014. Vaccine, vol. 33, no 36, pp. 4368-4382.
- An Y., McCullers J.A., Alymova I., Parsons L.M., Cipollo, J.F. (2015) Glycosylation analysis of engineered H3N2 influenza A virus hemagglutinins with sequentially added historically relevant glycosylation sites. Journal of proteome research, vol. 14, no 9, pp. 3957-3969
- Crispin M. (2015) Targeting host-derived glycans on enveloped viruses for antibody-based vaccine design. Curr Opin Virol, vol. 11, pp. 63–69.
- Glinsky G. V. (2010) Genomic analysis of pandemic (H1N1) 2009 reveals association of increasing disease severity with emergence of novel hemagglutinin mutations. Cell cycle, vol. 9, no 5, pp. 958-970.

- Hay A. J. Gregory, V., Douglas, A. R., & Lin, Y. P. (2001) The evolution of human influenza viruses. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B*, vol. 356, no 1416. – pp. 1861.
- Koel B. F. Mögling R., Chutinimitkul S. et al. (2015) Identification of amino acid substitutions supporting antigenic change of A (H1N1) pdm09 viruses. *Journal of virology*, pp. JVI.02962-14.
- Komissarov A. et al. (2016) Rapid spread of influenza A (H1N1) pdm09 viruses with a new set of specific mutations in the internal genes in the beginning of 2015/2016 epidemic season in Moscow and Saint Petersburg (Russian Federation). *Influenza and other respiratory viruses*, vol. 10, no 4, pp. 247-253.
- Korsun Neli, Angelova S., Gregory V., Daniels R. et al. (2017) Antigenic and genetic characterization of influenza viruses circulating in Bulgaria during the 2015/2016 season. *Infection, Genetics and Evolution*, vol. 49, pp. 241-250.
- Lin J. H. et al. (2011) Molecular epidemiology and antigenic analyses of influenza A viruses H3N2 in Taiwan. *Clinical Microbiology and Infection*, vol. 17, no 2, pp. 214-222.
- Lobova T.G., Prokopets A.V., Komissarov A.B et al. (2012) Evolyutsionnaya izmenchivost virusov grippa B, tsirkulirovavshih v Rossiyskoy Federatsii s 2005 po 2012 g [Evolutionary variability of influenza B viruses circulating in the Russian Federation from 2005 to 2012]. *Virology issues*, vol. 57, no 6.
- Neumann G., Noda T., Kawaoka Y. (2009) Emergence and pandemic potential of swine-origin H1N1 influenza virus. *Nature*, vol. 459, no 7249, pp. 931.
- Osidak L.V., Drinevskiy V.P., Erofeeva M.K. et al. (2009). Gripp kak problema XXI veka [Influenza as a problem of the XXI century]. *Children's infections*, vol. 8, pp. 3-9.
- Ramadhany R. et al. (2012) Tropism of pandemic 2009 H1N1 influenza A virus. *Frontiers in microbiology*, vol. 3, pp. 128.
- Raymond F.L., Caton A.J., Cox N.J. et al. (1986) The antigenicity and evolution of influenza H1 haemagglutinin, from 1950–1957 and 1977–1983: two pathways from one gene. *Virology*, vol. 148, no 2, pp. 275-287.
- Report prepared for the WHO annual consultation on the composition of influenza vaccine for the Northern Hemisphere 2018 – 2019. Worldwide Influenza Centre the Francis Crick Institute Mill Hill Laboratory London. Available online: https://www.who.int/influenza/vaccines/virus/recommendations/2018_19_north/en/
- Skehel J.J., Stevens D. J., Daniels R. S., Douglas A. R., Knossow M. (1984) A carbohydrate side chain on hemagglutinins of Hong Kong influenza viruses inhibits recognition by a monoclonal antibody. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 81, pp. 1779-1783.
- Smagul A.M., Nusupbaeva G.E., Aykimbaev A.M., Berezin V.E., Klivleva N.G. (2018). Nadzornadgrippom i ostrymi respiratornymi infektsiyami v Kazahstane [Surveillance of influenza and acute respiratory infections in Kazakhstan]. *Medicine (Almaty)*, vol. 194, no 8, pp. 25-31.
- Socan M. Prosenc K., Ucakar V., Berginc, N. (2014) A comparison of the demographic and clinical characteristics of laboratory-confirmed influenza B Yamagata and Victoria lineage infection. *Journal of Clinical Virology*, vol. 61, no 1, pp. 156-160.
- WHO, 2018. Influenza (Seasonal). Available online: [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(seasonal\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(seasonal)) (accessed on 12 December 2018).

Саркулова Ж.С.¹, Козыбаева Ф.Е.²

¹PhD докторант, Казахский национальный аграрный университет,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: zhadi_0691@mail.ru

²ГНС, доктор биологических наук, профессор,
Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ РИДДЕРСКОГО ЦИНКОВОГО ЗАВОДА

Исследование загрязнения растений, произрастающих в районах выбросов промышленных предприятий цветной металлургии, является актуальной, так как по пищевой цепи «почва-растения-животные» тяжелые металлы попадают в органы человека, вызывая заболевания с тяжелыми последствиями. Целью исследования является выявить и оценить загрязнение почвы и растений компонентами выбросов цинкового завода.

Были установлены источники загрязнения, зоны влияния выбросов цинкового завода города Риддер ВКО, ареал распространения загрязнителей, состояние почвенного и растительного покрова, территорий, находящихся вокруг цинкового завода. Исследования показали негативное воздействие на почвенный и растительный покров. Поверхность почвы на значительной площади лишена растительности. Аналитические данные позволили определить содержание тяжелых металлов в почве как валовых, так и подвижных их форм. Приоритетными элементами загрязнения являются цинк, свинец, медь и кадмий. Концентрации тяжелых металлов в почве превышают ПДК как валовых, так и подвижных форм. Аккумуляция и распределение тяжелых металлов в вегетативных частях древесно-кустарниковых пород различное. Негативное влияние выбросов завода на растительный покров проявляется присутствием скудной растительности куртинами, сохранившихся отдельных особей ивы и выпавших экземпляров, отсутствием растительности на значительных площадях. Подавляющая часть растений находится в угнетенном состоянии. Под влиянием токсичных выбросов на листьях образуются ожоги, наблюдается усыхание ветвей и осевых побегов культур, ослаблено вегетативное и генеративное развитие.

Ключевые слова: загрязнение, эрозионные процессы, тяжелые металлы, аккумуляция, миграция.

Sarkulova J.S.¹, Kozybaeva F.E.²

¹PhD doctoral, ¹Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: zhadi_0691@mail.ru

²GNS, Doctor of Biological Sciences, Professor, U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry, Kazakhstan, Almaty, e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

Content of heavy metals in plants growing on the territory of influence of emissions of the Reider zinc factory

The study of pollution of plants growing in the areas of emissions from industrial enterprises of non-ferrous metallurgy is relevant, since the heavy metals in the soil-plant-animal chain fall into human organs, causing diseases with serious consequences. The aim of the study is to identify and assess the pollution of soil and plants by emission components of a zinc plant.

The sources of pollution, the zones of influence of the emissions of the zinc plant in the city of Ridder in the EKO, the distribution area of pollutants were determined, the state of the soil and vegetation cover, the territories around the zinc plant. Studies have shown a negative impact on soil and vegetation cover. The surface of the soil over a large area is devoid of vegetation. Analytical data allowed to

determine the content of heavy metals in the soil, both gross and mobile forms. Priority elements of pollution are zinc, lead, copper and cadmium. Concentrations of heavy metals in the soil exceed the MAC for both gross and mobile forms. The accumulation and distribution of heavy metals in the vegetative parts of trees and shrubs is different. The negative impact of plant emissions on the vegetation cover is manifested by the presence of scant vegetation with curtains, preserved individual individuals of willow and fallen specimens, and the lack of vegetation in significant areas. The vast majority of plants are in a depressed state. Under the influence of toxic emissions on the leaves, burns are formed, shrinkage of branches and axial shoots of crops is observed, vegetative and generative development is weakened.

Key words: pollution, erosion processes, heavy metals, accumulation, migration.

Сарқұлова Ж.С.¹, Қозыбаева Ф.Е.²

¹PhD докторант, Қазақ ұлттық аграрлық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail:zhadi_0691@mail.ru

²БҒК, биология ғылымдарының докторы, профессор,
Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

Риддер мырыш зауытының шығарылымдарының әсер ету аумағында өсетін өсімдіктердегі ауыр металдардың мөлшері

Түрлі-түсті металлургия өнеркәсіптік кәсіпорындарының шығарылымдары ауданында өсетін ластанған өсімдіктерді зерттеу өзекті мәселе болып табылады, себебі «топырақ-өсімдік-су» коректік тізбегі бойынша ауыр металдар адам ағзасына түседі де ауыр салдарға әкеліп соқтыратын аурулар туғызады. Зерттеудің мақсаты мырыш зауытының шығарылымдарының компоненттерімен топырақ пен өсімдіктің ластануын анықтау және бағалау болып табылады.

ШҚО Риддер қаласындағы мырыш зауытының шығарылымдарының әсер ету аймағындағы ластаушылар көздері, ластаушылардың таралу ареалы, мырыш зауытының айналасындағы аумақтардағы топырақ және өсімдік жамылғысының жағдайы анықталды. Зерттеулер топырақ және өсімдік жамылғысына жағымсыз әсерлерді көрсетті. Топырақтың беткі қабатының елеулі ауданы өсімдігінен айрылған. Талдау деректері топырақтағы ауыр металдардың жалпы және жылжымалы формаларының мөлшерін анықтауға жағдай жасады. Приоритетті ластаушы элементтер мырыш, қорғасын, мыс және кадмий болып табылады. Топырақтағы ауыр металдардың жалпы және жылжымалы формаларының концентрациясы шектеулі жол берілген мөлшерден асып кетеді. Ағаш-бұталы өсімдіктердің өсімді мүшелеріндегі ауыр металдардың жинақталуы мен жайғасуы әр түрлі. Зауыттың шығарылымдарының өсімдік жамылғысына жағымсыз әсерлері өсімдіктің әр жерде бірлі-жарымды өсуімен, тал өсімдіктерінің жеке дараларының сақталып қалуымен және өсімдіктердің құрғап қалуымен, елеулі ауданда өсімдік жамылғысының болмауынан көрінеді. Өсімдіктің басым бөлігі нашар жағдайда. Ұятты шығарылымдардың әсерінен өсімдік жапырақтары күйіп қалған, дақылдардың негізгі өркендері мен бұтақтары кеуіп кеткен, өсімді және көбейіп дамуы баяулаған.

Түйін сөздер: ластану, эрозия үрдістері, ауыр металдар, аккумуляция, миграция.

Введение

Устойчивый рост основных экономических показателей Казахстана в последние годы во многом обеспечен развитием добывающих и перерабатывающих отраслей. Дальнейшее повышение деловой активности, связанное с разведкой, добычей, переработкой и транспортировкой минеральных ресурсов, неизбежно приводит к интенсификации негативного воздействия на почвенный покров, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, флору, фауну и на здоровье населения. Известно, что в мире нет другой отрасли хозяйства, которую можно было бы сравнить с горнодобывающей промышленностью по силе негативного воздействия на природные ресурсы. Горнодобывающая про-

мышленность в нашей стране характеризуется возрастающими объемами добычи полезных ископаемых открытым способом. К негативным последствиям открытых разработок относится изъятие значительных земельных площадей из сельскохозяйственного оборота и их нарушение при ведении горных работ, изменение гидрогеологических условий района ведения горных работ и его ландшафтов, развитие эрозионных процессов, а также перемешивание пород с выносом на поверхность неплодородных и даже токсичных пород. В процессе горнодобывающего производства образуются и быстро увеличиваются площади, нарушенные горными разработками, отвалами пород и отходов переработки, которые в свою очередь представляют собой бесплодные поверхности, отрицательно влияющие на окру-

жающую природную среду. Все нарушенные земли являются опасным источником заражения больших площадей токсичными элементами и тяжелыми металлами в формах, доступных для животных и человека. Горное производство является самым природоемким. В его процесс вовлечены все виды природных ресурсов: недра, земля, леса, вода, атмосфера. Одни эксплуатируются, другие нарушаются, вызывая те или иные экологические последствия в агроландшафтах [1, 2, 3, 4].

В Восточно-Казахстанской области в начале 2015 года техногенно-нарушенные земли составили 12 602 тыс. га, обработанные земли – 5120 тыс. га. В конце 2015 года техногенно-нарушенные земли составили 12784 тыс. га, увеличились на 182 тыс. га, обработанные земли – 5134 га, увеличились на 14 га [5].

На экологическое состояние и здоровье населения города Риддер оказывает воздействие целый ряд факторов различного генезиса и степени проявления. Их можно объединить в несколько групп. Прежде всего, выделяется группа природных факторов, к которым необходимо отнести природно-климатические и геологические условия, и группа техногенных факторов, среди которых наибольшую роль играют производственная деятельность промышленных предприятий и выбросы транспорта. Среди промышленных предприятий главными загрязнителями являются Риддерский свинцово-цинковый комбинат. Производственные площадки находятся в черте города в пределах промышленной зоны. Производственная деятельность предприятий, оказывающая неизбежное неблагоприятное воздействие на окружающую среду и здоровье населения, является жизненно важной для формирования социально-экономических условий, которые, в свою очередь, оказывают решающее значение на состояние здоровья населения. В связи с этим, изучение воздействия различных факторов на окружающую среду и принятие мер по снижению неблагоприятного воздействия этих факторов необходимо осуществлять с учетом их взаимовлияния. Антропогенное загрязнение почвы химическими элементами отрицательно отражается на растениях. Попадая в растение, тяжелые металлы подавляют нормальный ход метаболических процессов, тормозят развитие, снижают продуктивность, делают непригодной и опасной растительную продукцию для потребления животными и человеком [6, 7].

Почвы являются природным накопителем тяжелых металлов в окружающей среде и основным источником загрязнения сопредельных сред, включая высшие растения. Тяжелые металлы находятся в почве в виде различных химических соединений. В почвенном растворе они присутствуют в форме свободных катионов и ассоциатов с компонентами раствора. В большинстве своем это непрочные соединения, называемые слабыми комплексами. В твердой части почвы тяжелые металлы находятся в форме обменных катионов и поверхностных комплексных соединений, в виде примесей в структурах глинистых минералов, в форме собственных минералов, устойчивых осадков малорастворимых солей [8, 9].

Тяжелые металлы, поступающие на поверхность почвы, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии. Первый период полужизни тяжелых металлов значительно варьируется у различных элементов и занимает весьма продолжительный период времени: для цинка – от 70 до 510 лет; кадмия – от 13 до 110 лет, меди – от 310 до 1500 лет, свинца – от 770 до 5900 лет [10].

В.И. Вернадский указывал на тесную связь между элементарным химическим составом организмов и земной корой [11]. Хорошо известно при этом, что в одних и тех же растениях содержание химических элементов может быть различным. Это зависит от неодинаковых концентраций в почве их подвижных соединений. У растений для сохранения благоприятных для жизнедеятельности концентраций элементов имеется некая защитная система. Но, не смотря на присутствие такой системы, при избыточном поступлении из почвы ионов химических элементов, растения деградируют и погибают. Целью исследования является выявить и оценить загрязнение почвы и растений компонентами выбросов цинкового завода.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются территории, находящиеся под влиянием выбросов предприятий перерабатывающей горнорудной промышленности г. Риддера ВКО. Влияние цинкового завода на окружающие ландшафты. Цинковый завод расположен в черте города (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Карта-схема объекта исследования

Методы исследования – полевые и лабораторно-аналитические. Рекогносцировочный объезд территории, определение источников загрязнения. Определение тяжелых металлов и других химических элементов в почвах и растениях проводилось ядерно-физическими и атомно-абсорбционными методами.

Результаты исследований и их обсуждение

Выбросы цинкового завода отрицательно влияют на окружающую среду. Нарушается почвенный покров, уничтожается растительность и образуются эродированные участки, провалы.

Воздействие выбросов цинкового завода распространяется на большие расстояния. Ареал распространения выбросов завода в окружности составляет 2 км, с особенным влиянием по розе ветров в восточном направлении от завода в сторону города и холмистой горы, которая лишена растительности и изрезана эрозионными бороздами и промоинами. В радиусе 2 км обнаружено сильное влияние выбросов завода на почвенно-растительный покров. На поверхности склона с уклоном 15-20° к речке образовались глубокие промоины, бороздки, канавки, арыки, происходит сплошной смыв верхних слоев черноземной почвы (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Риддерский цинковый завод и эродированные земли

Вокруг обогатительных фабрик вследствие загрязнения почвенного покрова территории лишены растительности (Рисунок 3).

Особенностью выбросов предприятий цветной металлургии является одновременное при-

сутствие в них большого количества тяжелых металлов. Наиболее опасную группу для окружающей среды составляют токсиканты из тяжелых металлов, которые накапливаются в почве и растениях [12, 13].



Рисунок 3 – Участок без растительности (исследуемая территория)

По результатам наших исследований, в районе расположения цинкового завода установлено, что содержание валового свинца в верхнем 10-см слое почвы превышает ПДК в 1,68 раз. Цинка – в 25,46 раз, меди – в 1054,6 раза, кадмия – в 440,9 раз, особенно средняя и нижняя части участка сильно загрязнены тяжелыми металлами, так как территория имеет большой уклон к речке Тихая. Наблюдается высокое содержание тяжелых металлов в почвах. Геохимический аномальные регионы в почве содержат значительное количество химических элементов. Многие виды растений адаптированы к таким условиям, но когда на растения и окружающую среду влияют техногенные выбросы горнорудных заводов и обогатительных фабрик, на больших территориях почвенный покров лишается растительного и древесного покрова. Выбросы предприятий цветной металлургии переносятся на большие расстояния. Отмечается накопление тяжелых металлов в почве и растениях в радиусе 10 – 15 км и дальше от источника загрязнения.

Растения – один из наиболее чувствительных индикаторов техногенного изменения среды. Они показывают изменение экологической обстановки

под воздействием разных факторов и поэтому широко используются при оценке загрязнения окружающей среды [14]. Растительный покров находится под мощным техногенным прессом поллютантов, поступающих из воздуха и загрязненных почв. Часть из них необходима для обменных процессов в растениях, однако увеличение их концентрации становится токсичным для растений, другие металлы, такие как Pb, Cd и т. д., токсичны даже в низких концентрациях [15]. По некоторым данным, загрязнение луговой растительности Pb и Zn фиксируется на расстоянии до 12 км от свинцово-цинкового предприятия [16]. Вблизи цинкового завода (1 км) накопление этих металлов в почве так велико, что возделывание каких-либо культур на корм животным или для принятия их в пищу опасно для здоровья человека и животных.

Тяжелые металлы прочно сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуют труднорастворимые комплексные соединения. Таким образом, идет их накопление в почве. Наряду с этим в почве под воздействием различных факторов происходит постоянная миграция попадающих в нее веществ и перенос их

на большие расстояния [18]. Тяжелые металлы, попадающие в почву с выбросами предприятий, прочно связываются уже в **верхнем слое**. **Максимальное** содержание металлов в **почвах** наблюдается на расстояниях 1–3 км от источников загрязнения [19]. Менее устойчивы к его избытку злаки, устойчивы – бобовые растения. Наименее стойкими к загрязнению свинцом растениями являются виды клена, лук репчатый и ежа сборная. Концентрация свинца выше 10 мг/кг сухой массы является токсичной для большинства культурных растений. Рядом авторов установлено легкое поглощение растениями таких ионов, как Cd, Br, Cs, в то время как Pb медленнее других тяжелых металлов поступает в растения и транспортируется в наземные органы [20, 21].

Различные растения сосредоточивают в себе разное число микроэлементов: в большинстве случаев – избирательно. Так, медь усваивают растения семейства гвоздичных, кобальт – перцы. Высокий коэффициент биологического поглощения цинка характерен для березы карликовой и лишайников, никеля и меди – для вероники и лишайников. Тяжелые металлы являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы. Их токсичность проявляется по-разному. Мно-

гие металлы при токсичных уровнях концентраций ингибируют деятельность ферментов (медь, ртуть). Некоторые из них образуют хелатоподобные комплексы с обычными метаболитами, нарушая нормальный обмен веществ (железо). Такие металлы, как кадмий, медь, железо, взаимодействуют с клеточными мембранами, изменяя их проницаемость [22].

Разные виды растений обладают неодинаковой способностью накапливать свинец, что широко применяется для снижения неблагоприятного воздействия на городские фитоценозы и использования их в качестве перспективных аккумулянтов – фиторемедиантов. Нормирование содержания тяжелых металлов в почве и растениях является чрезвычайно сложным из-за невозможности полного учета всех факторов природной среды. Так, изменение только агрохимических свойств почвы (реакции среды, содержания гумуса, степени насыщенности основаниями, гранулометрического состава) может в несколько раз уменьшить или увеличить содержание тяжелых металлов в растениях. Имеются противоречивые данные даже о фоновом содержании некоторых металлов. Приводимые исследователями результаты различаются иногда в 5-10 раз [12].



Условные обозначения

– Верхняя часть участка
 – Средняя часть участка
 – Нижняя часть участка

Рисунок 4 – Карта-схема опытного участка

Под воздействием выбросов и накопления тяжелых металлов территория подверглась усиленной деградации, со временем образовав техногенную пустыню. Естественная флора ограничивается двумя-тремя видами, а на отдельных участках образуются моноценозы. На территории экспериментального участка сохранились фрагменты травянистого яруса, представленного тремя видами: *выюнок полевой* – *Convolvulus arvensis* L., *пырей ползучий* – *Agropyron repens* и *вейник наземный* – *Calamagrostis epigaeos*. Отсутствие травянистого покрова приводит к деградации почвы, вымыванию поверхностного слоя, образованию характерных канав и небольших оврагов. Проективное покрытие низкое, составляет от 10 до 20%. Возле экспериментального участка сохранились 11- и 23-летние посадки древесно-кустарниковых пород, состоящие из *Populus tremula* L. – *тополь дрожащий*, *Salix alba Tristis* – *ива белая*, *Populus acuminata* Rydb. – *тополь сизый*, *Syringa josikaea* – *сирень венгерская* и *Caragana arborescens* Lam. – *карагана древовидная*. Подавляющая часть растений находится в угнетенном состоянии. Под влиянием токсичных выбросов на листьях образуются ожоги, изменяется жизненная форма в сторону уменьшения габитуса, наблюдается усыхание ветвей и осевых побегов культур, ослаблено ве-

гетативное и генеративное развитие. К примеру, сухие и полусухие ветви в кроне ивы желтой достигают от 30 до 80 %, годовой прирост тополей и сирени венгерской колеблется в пределах 2-6 (9) см.

Наш исследуемый опытный участок имеет с поверхности уклон 15-20°. Поэтому мы условно разделили территорию опытного участка на три части: верхнюю, среднюю и нижнюю (Рисунок 4). Наши данные показывают, что на участке в кустарниковой растительности (нижняя часть исследуемой территории) Pb превышает ПДК в 1241 раз, Zn – в 781 раз, Cu – в 11 раз, Cd – 2695 раз. В средней части участка в растениях тополя лавролистного (*Populus laurifolia*) содержание Pb превышает ПДК в 1580 раз, Zn – в 317 раз, Cu – в 5 раз, Cd – 1345 раз. В верхней части участка в растениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) Pb превышает ПДК в 670 раз, Zn – в 298 раз, Cu – в 5 раз, Cd – 1197 раз. Исследования на содержание тяжелых металлов показали, что в растениях, произрастающих на контрольных участках, расположенных в 25 км на север от завода, превышение содержания тяжелых металлов составляет в травах Pb – в 2,8 раз, Zn – в 3,3 раз, Cu – в 0,6 раз, Cd – 3,3 раз. В кустарниках – Pb в 5,8 раз, Zn – в 3,6 раз, Cu – в 0,4 раз, Cd – 7,7 раз (рисунок 5).

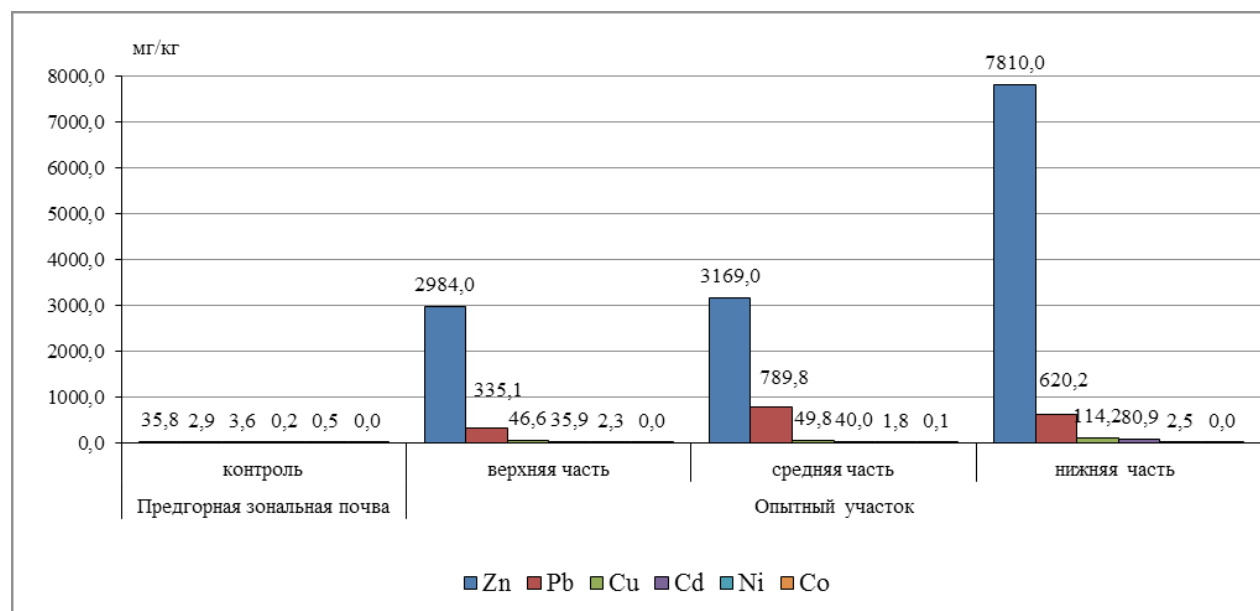


Рисунок 5 – Содержание тяжелых металлов в растениях опытного участка, мг/кг

Результаты факторного дисперсионного анализа данных содержания ТМ в растениях, произрастающих на контрольном и загрязненных участках, показали, что фактическая разница между вариантами больше НСР, значит различия между вариантами существенны. Вычисленные уровни значимости F-критерия дисперсионного анализа показали, что зависимости с высокой степенью достоверности не являются случайными. Рассчитанные значения t-критерия для растений с загрязненных территорий и незагрязненных территорий показали достоверность различий между выборками на 5%-ном уровне значимости (таблица 1 а, б).

Поступление тяжелых металлов в растения может происходить непосредственно из воздуха с

оседающей на листья и хвою пылью и транслокации из почвы: доля тяжелых металлов в составе пыли на поверхности листьев вблизи источника составляет в среднем 30 % от общего содержания в них тяжелых металлов. В понижениях и с наветренной стороны эта доля может достигать до 60 %. По мере удаления от источника роль атмосферного загрязнения заметно уменьшается [12]. У древесных растений значительные количества свинца накапливаются в листьях, коре и побегах [23, 24, 25].

Наши данные показывают, что при содержании в почве 100–500 мг/кг свинца наблюдается скручивание листьев сирени венгерской (*Syringa josikaea* Jacq. fil) и черёмухи обыкновенной (*Padus avium*) (Рисунки 6, 7).



Рисунок 6 – Общее состояние *Syringa josikaea* Jacq. fil на экспериментальном участке



Рисунок 7 – Повреждение листьев *Padus avium* атмосферными выбросами

На опытном участке у высаженных культур характерно слабое облиствление кроны и повреждение краев листовых пластинок под влиянием атмосферных токсичных выбросов. Проведенный анализ состояния искусственных растительных сообществ позволяет констатировать о продолжающемся высоком токсичном влиянии окружающей среды на приживаемость и вегетативное состояние растений. Наилучшая приживаемость отмечена у *Syringa josikae* Jacq. fil., *Syringa amurensis* Rupr., *Syringavulgaris* L., *Syringa wolfii* Schneid., *Ulmus laevis* Pall., *Frangula alnus* Mill. Напротив, слабая приживаемость характерна для *Rosa acicularis* Lindl., *Rosa mollis* Smith, *Betula pendula* Roth, *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Caragana arborescens* Lam., *Symphoricarpos albus* (L.) Blake, *Salix daphnoides* Vill., *Populus laurifolia* Ledeb. В опытных посадках древесные культуры подвержены значительным повреждениям токсичными газами

в виде появления хлоротических пятен и усыхания листьев, почек, молодых побегов, деформации генеративных органов и плодов, изменения цвета коры, связанных с повреждением камбия, преждевременной осенней окраской листвы и т.д. Несмотря на кратковременность проявления влияния карбонизированного биоугля из рисовой шелухи на нейтрализацию токсичных соединений и повышение устойчивости и приживаемости растений, можно констатировать о положительном влиянии. Для улучшения показателей требуется выявить необходимую дозировку биоугля, глубину возделывания и продолжительность влияния. Создание сорбционных барьеров возможно при комплексном применении биоугля с добавлением минеральной подкормки, стимуляторов, фиторегуляторов и др. препаратов, улучшающих физико-химический состав почвы и повышающих устойчивость растений.

Таблица 1 – Результаты факторного дисперсионного анализа данных содержания ТМ в растениях, произрастающих на контрольном и загрязненных участках
 а) Таблица разложения дисперсии ANOVA

Дисперсия	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F-критерий	Полная рендомизация			Рендомизация в блоках		
						Степень влияния по Снедекору	Станд. ошибка	НСР (5%)	F-критерий	Степень влияния по Снедекору	Станд. ошибка
Zn											
Общая	92852160.483	1.0000	11	8441105.5	*****			7.7687	*****		
Фактор	92852024.292	1.0000	3	30950675		1.0000	2.3821			1.0000	2.1048
Сл.фактор	136.191	0.0000	8	17.024							7.2834
Pb											
Общая	1070548.446	1.0000	11	97322.586	50356			5.0121	54315		
Фактор	1070491.756	0.9999	3	356830.585		0.9999	1.5369			0.9999	1.4798
Сл.фактор	56.690	0.0001	8	7.086							5.1208
Cu											
Общая	18713.006	1.0000	11	1701.182							
Фактор	18712.141	1.0000	3	6237.380	57669	0.9999	0.1899	0.6192	75429	1.0000	0.1660
Сл.фактор	0.865	0.0000	8	0.108							
Co											
Общая	0.001	1.0000	11	0.000							
Фактор	0.001	0.8427	3	0.000	14.29	0.8158	0.0022	0.0072	11.111	0.7712	0.0087
Сл.фактор	0.000	0.1573	8	0.000							
Cd											
Общая	9839.271	1.0000	11	894.479	617.1			4.3315			
Фактор	9796.933	0.9957	3	3265.644		0.9952	1.3282		607.61	0.9951	1.3385
Сл.фактор	42.338	0.0043	8	5.292							4.6317
Ni											
Общая	7.176	1.0000	11	0.652							
Фактор	7.146	0.9958	3	2.382	638.0	0.9953	0.0353	0.1150	482.02	0.9938	0.0406
Сл.фактор	0.030	0.0042	8	0.004							0.1404

б) Анализ различия факторных средних

Варианты	Повторности			Средние	Разница
	1	2	3		
Zn					
Контроль	35.81	34.80	36.82	35.81	Контроль
Нижняя часть опытного участка	7812	7810	7808	7810	7774
Средняя часть опытного участка	3177	3162	3169	3169	3134
Верхняя часть опытного участка	2984	2981	2988	2984	2948
Средние	3502	3497	3501	3499.8	3464
Pb					
Контроль	2.920	2.800	3.040	2.920	Контроль
Нижняя часть опытного участка	620.2	621.5	619.0	620.2	617.3
Средняя часть опытного участка	794.5	785.0	789.8	789.8	786.9
Верхняя часть опытного участка	337.1	335.1	333.1	335.1	332.2
Средние	438.7	436.1	436.2	437.01	434.1
Cu					
Контроль	3.560	3.560	3.570	3.563	Контроль
Нижняя часть опытного участка	114.2	114.1	114.3	114.2	110.6
Средняя часть опытного участка	49.79	49.50	50.08	49.79	46.23
Верхняя часть опытного участка	46.00	46.58	47.16	46.58	43.02
Средние	53.38	53.43	53.78	53.528	49.97
Co					
Контроль	0.045	0.040	0.035	0.040	Контроль
Нижняя часть опытного участка	0.035	0.040	0.045	0.040	0.000
Средняя часть опытного участка	0.060	0.055	0.055	0.057	0.017
Верхняя часть опытного участка	0.040	0.040	0.040	0.040	0.000
Средние	0.045	0.044	0.044	0.0442	0.004
Cd					
Контроль	0,230	0,190	0,270	0,230	Контроль
Нижняя часть опытного участка	84,82	76,90	80,86	80,86,	80,63
Средняя часть опытного участка	41,17	40,36	38,55	40,03	39,80
Верхняя часть опытного участка	35,92	37,84	30,00	35,92	35,69
Средние	40.53	38.82	38.42	39.259	39.03
Ni					
Контроль	0.510	0.510	0.500	0.507	Контроль
Нижняя часть опытного участка	2.400	2.470	2.540	2.470	1.963
Средняя часть опытного участка	1.840	1.920	1.760	1.840	1.333
Верхняя часть опытного участка	2.370	2.250	2.310	2.310	1.803
Средние	1.780	1.788	1.777	1.7817	1.275

Заключение

В результате исследования выявили, что основным источником загрязнения является цинковый завод. В зоне влияния выбросов завода проявляются эрозийные процессы в виде сплошного смыва почвы, образования борозд, глубоких промоин и оврагов. Почва вследствие смыва теряет мощность верхнего горизонта. В морфологии почв по горизонтам разрезов проявляется значительное уплотнение. Приоритетными элементами загрязнения являются свинец, медь и цинк. Концентрации тяжелых металлов превышают ПДК. Негативное влияние выбросов завода на растительный покров проявляется присутствием скудной растительности куртинами, сохранившихся отдельных особей ивы и выпавших экземпляров, отсутствием растительности на значительных площадях. Подавляющая часть растений находится в угнетенном состоянии. В опытных посадках древесные культуры подвер-

жены значительным повреждениям токсичными газами в виде появления хлоротических пятен и усыхания листьев, почек, молодых побегов, деформации генеративных органов и плодов, изменения цвета коры, связанных с повреждением камбия, преждевременной осенней окраской листвы и т.д. Несмотря на кратковременность проявления влияния карбонизированного биоугля из рисовой шелухи на нейтрализацию токсичных соединений и повышение устойчивости и приживаемости растений, можно констатировать о положительном влиянии. Для улучшения показателей требуется выявить необходимую дозировку биоугля, глубину возделывания и продолжительность влияния. Создание сорбционных барьеров возможно при комплексном применении биоугля с добавлением минеральной подкормки, стимуляторов, фиторегуляторов и др. препаратов, улучшающих физико-химический состав почвы и повышающих устойчивость растений.

Литература

- Тобратов С.А. Оценка влияния выбросов крупных промышленных объектов на экологическое состояние агроландшафтов: На примере зоны воздействия Рязанской ГРЭС: диссертация кандидата биологических наук: 03.00.16 – Рязань, 2003. – С. 342.
- Кенжалин Ж.Ш., Каримов М.А., Доскеева Р.А., Костюк Т.П. Заболеваемость злокачественными опухолями в Восточно-Казахстанской области и загрязнение окружающей среды канцерогенными тяжелыми металлами // «Медицина и экология». – Караганда. – № 2 (51). – 2009. – С. 35-38.
- Микшевич Н.В., Ковальчук Л.А. Тяжелые металлы в системе «почва-растения-животные» в зоне действия медеплавильного предприятия // Матер. 2-ой всесоюзной международной конференции по ТМ в окружающей среде и охраны природы. – М., 1988. – С. 127-129.
- Каримов М.А., Доскеева Р.А., Койшекенова Г.А., Кайдаров Б.Х., Ахунджанов М.М., Кенжалин Ж.Ш. Загрязнение водоисточников севера и северо-востока канцерогенным полициклическим ароматическим углеводородом бенз(а)пиреном // «Вестник Казахского национального медицинского университета». – Алматы. – № 4. – 2009. – С. 155-160.
- Данные Агентства земельных ресурсов по качественной характеристике земель. – Астана, 2015. – 16 с.
- Бейсеева Г.Б. Техногенді ластанған Риддер кен орнының ландшафтарында өсетін өсімдіктердің құрамындағы ауыр металдар // Вестник КазНУ, серия биологическая, – Алматы, 2010. – №1. – С. 14-18.
- Байсеитова Н.М., Сартаева Х.М. Фитотоксичное действие тяжелых металлов при техногенном загрязнении окружающей среды // «Молодой ученый». 2014. – №2 (61). – С. 382-384.
- Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. – М.: Ойкумена, 2005. – 274 с.
- Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. – 2000. – № 3. – С. 193-201.
- Строгонова М.Н., Мягкова А.Д. Влияние негативных экологических процессов на почвы города (на примере Москвы) // Вестник МГУ, серия почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 76-86.
- Вернадский В.И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры. – Петербург, 1922. – 48 с.
- Байсеитова Н.М., Сартаева Х.М. Накопление тяжелых металлов в растениях в зависимости от уровня загрязнения почв // «Молодой ученый». №2 (61). Февраль. 2014. – С. 379-382.
- Яковченко М.А., Константинова О.Б., Косолапова А.А., Рогова Л.В., Аланкина Д.Н. Исследование содержания тяжелых металлов в почвенном покрове и растительности рекультивированных территорий // Вестник Кузбасского технического университета. 2014, № 3. – С. 116-119.
- Артамонов В.И., Прохоров Б.Б. Растения и чистота природной среды. – М.: «Наука», 1986. – 173 с.
- Baker, A.J.M. (1981) Accumulators and Excluders-Strategies in the Response of Plants to Heavy Metals. *Journal of Plant Nutrition*. – 3. – pp. 643-654. <http://dx.doi.org/10.1007/s12010-012-9657-0>.
- Kloke A., Sauerbeck D.R., Vetter H. (1984). The Contamination of Plants and Soils with Heavy Metals and the Transport of Metals in Terrestrial Food Chains. In: Nriagu J.O. (eds) *Changing Metal Cycles and Human Health*. Dahlem Workshop Reports,

Life Sciences Research Report.- Vol 28. – Springer.– Berlin. – Heidelberg.– pp 113-141. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-642-69314-4_7.

Бейсеева Г.Б. Шығыс Қазақстандағы техногендік- бүлінген жерлердің топырақ-өсімдік-су жүйесіндегі ауыр металдардың биогеохимиялық миграциясы мен аккумуляциясы. Докт. дисс. авторефераты 03.00.27 – топырақтану. – Алматы, 2010. – 48 б.

Садовников Л.К. Влияние промышленных предприятий на окружающую среду// Тезисы докладов «Мониторинг содержания ТМ в почвах естественных и техногенных ландшафтов». – Пушкино, 1984. – С. 163.

Башмаков Д. И. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений / Д. И. Башмаков, А. С. Лукаткин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 236 с.

Воскресенская О. Л., Половникова М. Г. Динамика содержания тяжелых металлов в *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* (Poaceae) и *Trifolium pratense* (Fabaceae) // Растительные ресурсы. – Т. 45. – Вып. 1. – СПб.: Наука, 2009. – С. 77-85.

Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: СанПиН 2.1.7.1287-03. – Введ. 2003-06-15.

Yang QW, Xu Y, Liu SJ, He JF, Long FY. Concentration and potential health risk of heavy metals in market vegetables in Chongqing, China // *Ecotoxicol Environ Saf.* / 2011. – N 8(2). – p. 328-33. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.05.006>.

Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005. – 190 с.

Beiseyeva G., Abuduwali J. (2013). Migration and accumulation of heavy metals in disturbed landscapes in developing ore deposits, East Kazakhstan // *J.AridLand* – 5(2): – pp.180–187. doi: 10.1007/s40333-013-0160-4 jal.xjegi.com; www.springer.com/40333.

Козыбаева Ф.Е., Андроханов В.А., Бейсеева Г.Б., Двуреченский В.Г., Даутбаева К.А. Влияние горно-металлургических предприятий на окружающую среду// *Хабаршы-Вестник серия экологическая*. – Алматы, 2015. – 2/1 (44). – С. 139-144.

References

Artamonov V.I., Prokhorov B. B. (1986) Plants and purity of the natural environment. – M.: «Science», 173 p.

Baiseitova N.M., Sartaeva Kh.M. (2014) Accumulation of heavy metals in plants depending on the level of soil pollution // “Young scientist”, No. 2 (61), pp.379-382.

Baiseitova N.M., Sartaeva Kh.M. (2014) Phytotoxic effect of heavy metals in man-made environmental pollution // *Young Scientist.*, №2 (61), pp. 382-384.

Baker, A.J.M. (1981) Accumulators and Excluders-Strategies in the Response of Plants to Heavy Metals. *Journal of Plant Nutrition*, 3, pp. 643-654. <http://dx.doi.org/10.1007/s12010-012-9657-0>.

Bashmakov D.I., A.S. (2009) Lukatkin. *Ekologo-fiziologichesky aspects of accumulation and distribution of heavy metals at the higher plants*. – Saransk: Mordov publishing house, un-that, 236 p.

Beiseyeva G.B. (2010) *Tehnogendi lastangan Ridder ken ornynyn landshaftarynda osetin osimdikterdin quramyndagi auыр metaldar*. – Bestnik Kaznu.seria biologiceskaya, Almaty, №1, pp.14-18.

Beiseyeva G.B. Shygys Qazakstandagy tehnogendik bulingen jerlerdin topyrak-osimdik-su juiesindegi auыр metaldardyn biohimialyk migratsiasy men akumulatsiasy. *Doct. disser. abtoreferaty 03.00.27 – topyraktanu*. – Almaty. – 2010. – 48 b.

Beiseyeva G., Abuduwali J. (2013). Migration and accumulation of heavy metals in disturbed landscapes in developing ore deposits, East Kazakhstan // *J.AridLand*, 5(2), pp.180–187. doi: 10.1007/s40333-013-0160-4 jal.xjegi.com; www.springer.com/40333.

Data of the Agency of land resources on the qualitative characteristic of lands (2015). – Astana. – 16 p.

Karimov M.A., Doskeeva R.A., Koishekenova G.A., Kaydarov B.Kh., Akhundzhanov M.M., Kenzhalin Z.Sh. (2009) Pollution of water sources in the north and northeast with carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbon benz (a) pyrene // “Bulletin of the Kazakh National Medical University”, Almaty, № 4, pp. 155-160.

Kenzhalin Z.Sh., Karimov M.A., Doskeeva R.A., Kostyuk T.P. (2009) The incidence of malignant tumors in the East Kazakhstan region and environmental pollution with carcinogenic heavy metals. // “Medicine and Ecology”, Karaganda, № 2 (51), pp. 35-38.

Kloke A., Sauerbeck D.R., Vetter H. (1984). The Contamination of Plants and Soils with Heavy Metals and the Transport of Metals in Terrestrial Food Chains. In: Nriagu J.O. (eds) *Changing Metal Cycles and Human Health*. Dahlem Workshop Reports, Life Sciences Research Report.- Vol 28. – Springer.- Berlin. – Heidelberg.- pp 113-141. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-642-69314-4_7.

Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Valkov V.F. (2000) Pollution influence by heavy metals on ecological and biological properties of the chernozem ordinary//*Ecology*, No. 3, pp. 193-201.

Kozybayeva F.E., Androkhonov V. A., Beiseyeva G.B., Dvurechensky V.G., Dautbayeva K. A. (2015) Influence of the mining and metallurgical enterprises on the environment// *Vestnik series ecological*. – Almaty, 2/1 (44), pp. 139-144.

Kulagin A.A., Shagieva Yu.A. (2005) *Woody plants and biological conservation of industrial pollutants*. -M.: Science. – 190 p.

Mikshevich N.V., Kovalchuk L.A. (1988) Heavy metals in the system “soil-plant-animals” in the zone of the copper smelting enterprise // *Mater. 2-nd All-Union International Conference on TM in the Environment and Nature Conservation*. M., pp.127-129.

Sadovnikov L.K. (1984) Influence of the industrial enterprises on the environment//*Theses of reports “Monitoring of maintenance of TM in soils of natural and technogenic landscapes”*. – Pushino, pp. 163.

Sanitary and epidemiologic requirements to quality of the soil: SanPiN 2.1.7.1287-03. – Vved. – 2003-06-15.

Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofieva T.V. *Anthropogenic soils*. – M.: Oykumena.- 2005. – 274 p.

Stroganova M.H., Myagkova A.D. (1996) Influence of negative ecological processes on soils of the city (on the example of Moscow)//*the Bulletin of MSU, a series soil science*, No. 4, pp. 76-86.

Tobratov S.A. (2003). Estimation of influence of emissions of large industrial facilities on an ecological condition of agro-landscapes: On an example of a zone of influence of the Ryazan state district power station: the dissertation of a candidate of biological sciences: 03.00.16 – Ryazan, pp. 342 p.

Vernadsky V.I. (1922) The chemical composition of live substance in connection with crust chemistry. – St. Petersburg. – 48 p.

Voskresenskaya O.L., Polovnikova M.G. (2009) Dynamics of maintenance of heavy metals in *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* (Poaceae) and *Trifolium pratense* (Fabaceae) //Vegetable resources, T. 45, Issue 1. – SPb.: Science, pp. 77-85.

Yakovchenko M.A., Konstantinova O.B., Kosolapova A.A., Rogova L.V., Alankina D.N. (2014) Study of the content of heavy metals in the soil cover and vegetation of the reclaimed territories // Bulletin of the Kuzbass Technical University, No. 3, pp.116-119.

Yang Q.W., Xu Y., Liu S.J., He J.F., Long F.Y. (2011) Concentration and potential health risk of heavy metals in market vegetables in Chongqing, China // Ecotoxicol Environ Saf., N 8(2), pp.328-33. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.05.006>.

**Тулеуханов С.Т.¹, Абдрасулова Ж.Т.², Тусупбекова Г.А.³,
Маутенбаев А.А.⁴, Ерназарова К.Б.⁵, Турметова Г.Ж.⁶**

¹биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: sultan.tuleuhanov@kaznu.kz

²PhD, e-mail: zh.abdrassulova@mail.ru

³медицина ғылымдарының кандидаты, доцент м.а., e-mail: gulmira.tussupbekova@kaznu.kz

⁴биология ғылымдарының кандидаты, доцент, e-mail: askar.mautenbaev@kaznu.kz

⁵2 курс магистранты, e-mail: kamilya_002@mail.ru

⁶техника ғылымдарының кандидаты, Қ.А. Ясауи атындағы

Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан, Түркістан қ., e-mail: gulmir_70@mail.ru

^{1,2,3,4,5} Ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**ГАМК(А)- ЖӘНЕ ГЛУТАМАТТЫ РЕЦЕПТОРЛАРДЫҢ
БАЯУ ПОЛЯРСЫЗДАНУЫНЫҢ АУЫТҚУ ШЕГІНІҢ ӨЗГЕРУІ**

Бума шамасы әрекетінің терминациясы $[Ca^{2+}]_i$ өсімі және Ca^{2+} -тәуелді K^+ -каналының әрекеттілігі есебінен, Ca^{2+} -каналы және оның әрекетсіз шамалы-тәуелділіктердің жабылуынан жүзеге асырылады. Нәтижесінде жарғақша одан ары поляризациясы күшейеді (шекті шаманың 10 мВ-ға төмендейді), ол шама әрекетінің генерациясын басылуына әкеліп соғады, HCN-тәріздес каналдар және Na^{2+} -каналының және шамалы-тәуелді Ca^{2+} -каналының әсерсізденуіне әкеледі. HCN-тәріздес каналдардың белсенділігі артады, жарғақшы баяу полярсызданады және қозудың шекті шамасына жетеді, ол кезде шама әрекетінің екпінді генерациясы басталады, кейін Ca^{2+} -каналы ашылады және кальцийлі шама мен Ca^{2+} -белгісі қайта түрленеді. Осылайша, баяу полярсыздану импульсін анықтайтын кальцийлі каналдар кенеттен синхронды белсенділік кезінде шама әрекетінің жиілігі мен ауытқу шегін басқарады, Na^{2+} -каналының белсенділік және әсерсіздік шартын бақылай алады. Т-үлгілі Ca^{2+} -каналының белсенділігін басу нейрондардың кенеттен синхронды белсенділігі кезінде Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығын азайтады, ол гиперқозу және ишемия кезінде нейрондарға аман қалуына жағдай жасайды. Осылайша, Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығын азайту Ca^{2+} -каналының Т-үлгілі баяулатқыштың әрекеті кезінде осы байланыстардың нейропротекторлы әрекетінің бірден бір себебіне айналуы мүмкін.

Түйін сөздер: кальций импульсі, Ca^{2+} каналы, әрекет потенциалы, генезис, деполяризация.

Tuleukhanov S.T.¹, Abdrasulova Zh.T.², Tussupbekova G.A.³,
Mautenbaev A.A.⁴, Yernazarova K.B.⁵, Turmetova G.Zh.⁶

¹doctor of biological sciences, professor, e-mail: sultan.tuleuhanov@kaznu.kz

²PhD doctor, e-mail: zh.abdrassulova@mail.ru

³candidate of Medical Sciences, acting associate professor, e-mail: gulmira.tussupbekova@kaznu.kz

⁴candidate of biological sciences, assistant professor, e-mail: askar.mautenbaev@kaznu.kz

⁵master degree 2 course, e-mail: kamilya_002@mail.ru

⁶candidate of technical sciences, Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University,
Kazakhstan, Turkestan, e-mail: gulmir_70@mail.ru

^{1,2,3,4,5} Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

**Change in amplitude of slow depolarization
of GABA (A) – and glutamate receptor**

The termination of a bundle of action potentials is performed by increasing $[Ca^{2+}]_i$ and activating Ca^{2+} -dependent K^+ channels, closing potential-dependent Ca^{2+} -channels and inactivating them. As a result, the membrane is even more hyperpolarized (10 mV below the critical potential), which leads to suppression of the generation of action potentials, activation of HCN-like channels and the re-activation of Na^+ – and potential-dependent Ca^{2+} -channels. The activity of HCN-like channels is increasing, the

membrane is slowly depolarizing and reaches the critical potential of the excitation process, during which the generation of the tonic action potentials begins, and then the Ca^{2+} -channel begins to re-generate the process and the process begins. Consequently, calcium channels, which determine the impulse of slow depolarization, control the frequency and amplitude of the potentials of action during spontaneous synchronic activity, regulating the conditions of activation and inactivation of Na^+ channels. The suppression of T-type activity of Ca^{2+} channels decreases the duration of the Ca^{2+} pulse at spontaneous synchronous activity of neurons, which can contribute to the survival of neurons during hyper-excitation and ischemia. Thus, the decrease in the duration of the Ca^{2+} pulse when T-type inhibitors are activated by the Ca^{2+} channel may be one of the well-known neuroprotector effects of these compounds.

Key words: calcium pulse, Ca^{2+} channels, potential of action, genesis, depolarization.

Тулеуханов С.Т.¹, Абдрасулова Ж.Т.², Тусупбекова Г.А.³,
Маутенбаев А.А.⁴, Ерназарова К.Б.⁵, Турметова Г.Ж.⁶

¹доктор биологических наук, профессор, e-mail: sultan.tuleuhanov@kaznu.kz

²PhD доктор, e-mail: zh.abdrassulova@mail.ru

³кандидат медицинских наук, и.о. доцента, e-mail: gulmira.tussupbekova@kaznu.kz

⁴кандидат биологических наук, доцент, e-mail: askar.mautenbaev@kaznu.kz

⁵магистрант 2 курса, e-mail: kamilya_002@mail.ru

⁶кандидат технических наук, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Казахстан, г. Туркестан, e-mail: gulmir_70@mail.ru

^{1,2,3,4,5} Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Изменение амплитуды медленной деполяризации ГАМК(A)- и глутаматными рецепторами

Терминация пачки потенциалов действия происходит за счет роста $[\text{Ca}^{2+}]_i$ и активации Ca^{2+} -зависимых K^+ -каналов, закрытия потенциалзависимых Ca^{2+} -каналов и их инактивации. В результате мембрана еще больше гиперполяризуется (на 10 мВ ниже критического потенциала), что приводит к подавлению генерации потенциалов действия, активации HCN-подобных каналов и реактивации Na^+ - и потенциалзависимых Ca^{2+} -каналов. Активность HCN-подобных каналов возрастает, мембрана медленно деполяризуется и достигает критического потенциала возбуждения, при котором начинается генерация тонических потенциалов действия, а затем открываются Ca^{2+} -каналы и вновь генерируется кальциевый потенциал и Ca^{2+} -сигнал. Следовательно, кальциевые каналы, определяющие импульс медленной деполяризации, управляют частотой и амплитудой потенциалов действия во время спонтанной синхронной активности, регулируя условия активации и инактивации Na^+ -каналов. Подавление активности Т-типа Ca^{2+} -каналов уменьшает длительность Ca^{2+} -импульса при спонтанной синхронной активности нейронов, что может способствовать выживанию нейронов при перевозбуждении и ишемии. Таким образом, уменьшение длительности Ca^{2+} -импульса при действии ингибиторов Т-типа Ca^{2+} -каналов может быть одной из причин известного нейропротекторного действия данных соединений.

Ключевые слова: кальциевый импульс, Ca^{2+} -канал, потенциал действия, генезис, деполяризация.

Кіріспе

Т-үлгілі Ca^{2+} -каналдары буда белсенділігінің генезисінде маңызды роль атқарады. Т-үлгілі Ca^{2+} -каналдарын ашудың және зерттеудің ұзақтылы тарихына көптеген басылымдар арналған [1]. Полярсыздану, осы баяу, төмен шекті ШТКК төмен өткізгіштігімен (8 пСм) шарттасып, козудың шегін төмендете отырып ШӘ іске қосады [2, 3], ШӘ генерация жиілігін және Na^+ -каналының әсерсіздену дәрежесін реттейді [4]. Төмен шекті каналдар баяу полярсыздану кезінде белсендіріледі (-70 мВ-тан, оң шамалар кезінде), кейін тездетіледі және шама-тәуелділік [5, 6] $t \approx 20-50$ мс-тан әсерсізденеді. Осындай

теріс шамалар кезінде тек Т-үлгілі каналдар Ca^{2+} кірісін және нейронның серпін туындатқыштық белсенділігін қамтамасыз ете алады [7]. Салыстыру үшін, дигидропиридинсезімталды L-үлгілі Ca^{2+} -каналы жарғақшадағы жоғары шамасы кезінде белсендіріледі (10 мВ артық), жоғары өткізгіштікпен (25 пСм) және әсерсізденудің өте баяу кинетикасымен ($t \approx 500-2000$ мс) сипатталады [8]. Оның үстіне, олар ұзақтылы полярсыздануды қамтамасыз ететін G-ақуызымен реттеледі [9].

ШТКК полярсызданудан басқа $[\text{Ca}^{2+}]_i$ өседі [10], ол тек нейротрансмиттердің секреция процесі ғана іске қоспайды, сондай-ақ каналдық өзінің жабылуына және оның әсерсізденуіне

әкеледі. Т-үлгілі Ca^{2+} -каналдарын әсерсіздендіру үшін -70 – 85 мВ дейін поляризацияны күшейту қажет [11]. Поляризацияны күшейту, каналдарды әсерсіздендіру және ШӘ будасының терминациясы үшін қажет, ШТКК арқылы жасушаға Ca^{2+} түскен кезде K^{+} -каналына кальцийлі-тәуелді белсенділік есебінен өтуі мүмкін [12]. Т-үлгілі Ca^{2+} -каналының кейбір жасушалары ВК- [13] және СК-үлгілі калий каналдарымен түйіндескен. K^{+} -каналдарының жабылуы калий иондарының жасуша ішіндегі шоғырлануды төмендету арқылы ШӘ будасының терминациясынан кейін жүзеге асырылады.

Шамадан басқа Т-үлгілі кальцийлі каналдарды реттеудің басқа да эндогенді механизмдер бар. $\text{Ca}_v3.2$ үлгілі каналдар СА-МКП, РКС және РКА [14] киназдарды фосфарлану кезінде белсендіріледі. Эндоканабиноидтер [15, 16] және арахидонды қышқыл осы каналдарды баяулатады [17, 18]. G-акуызының $\beta\gamma$ -суббірлігі $\text{Ca}_v3.2$ [19] баяулатады, әсерсіздік шамасының гиперполяризациялық жылжуын шақырады [20]. Gαq/11-мен түйіндескен мускаринді ацетилхолинді рецептерлерді белсендіру, сондай-ақ $\text{Ca}_v3.2$ -мен де іріктеліп түйіндеседі [21].

Көрсетілгендей, Т-каналдар зияндас [22], ауырсу [23], Паркинсон ауруы [24], ишемия кезінде ырғақты реттеуде қатысады. Каналдардың тежегіші осы ауруларды емдегенде қолданылады [25]. Каналдар тежегіштерінің нейтропротекторлық әрекеті, сондай-ақ жасушалық дәрежедегі *in vitro* көрсетілген [26, 27]. Каналдардың белсенділігін реттейтін сигналды жолдарды зерттеу кезінде, әр түрлі Gi -акуыздарымен [28] және сигналды жолдың GMP туындатқыштарымен түйіндесетін Т-үлгілі рецепторларының каналдарын басуға назар аударылады [29].

Даму кезінде ОЖЖ (Орталық жүйке жүйесі) нейрондары көптеген синапстық байланысты жасайды және нейроналды желіні қалыптастырады, онда ШӘ будасының және Ca^{2+} -импульсінің кенеттен бірегейлі белсенділігі пайда болады. ССА бұзылуы көптеген жүйке бұзылуы және нейродегенеративтік аурулар кезінде байқалады [30]. Бұзылудың негізгі себебі болып поляризация табылады (себебі, қозуды анықтайтын көптеген каналдар, шамалы-тәуелді). Егер межелік жанындағы поляризациялық разряд жиілігін арттыруы мүмкін болса, онда шамадан тыс поляризация Na^{+} -каналының әрекетсіздігі есебінен белсенділіктің басылуына әкеліп соғады. Сергітетін ШӘ-нен будалық

белсенділікке өтуі ертеректе дофаминергиялық пейсмеркерлік нейрондар үшін суреттелген болатын [31]. Қара субстанцияның дофаминергиялық нейрондарының пейсмеркарлы белсенділігінің ырғақтылығы стриатумде дофаминнің негізділік деңгейін қолдау үшін қажет болады [32, 33] және сонымен қатар Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығымен байланысты осы нейрондардың жоғары осалдығының бірден бір негізгі себебі болып табылады. ШӘ будасы және Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығы осы жағдайда L-үлгілі $\text{Ca}_v1.3$ Ca^{2+} -каналының суббірлігінің электрофизиологиялық қасиетін анықтайды. Алайда, ШӘ буда генезисі және ырғақтарды басқару механизмдерінің жалпы теориясы әзірше жоқ. Қарастырылған жұмыста Ca^{2+} -каналымен және $[\text{Ca}^{2+}]_i$ жасушасында пайда болған ШӘ жиілігі мен ауытқу шегінің баяу поляризациямен тәуелділігі зерттелген болатын. Одан басқа, баяу поляризация импульстерімен, ШӘ берілетін ақпаратты кодтаудың тәсілдері көрсетілген.

Эпилепсия – бас миының ауруының кең тараған түрі. Оны зерттеген ғалымдардың ішінен В.В. Колягин, В.А. Абзолеев бірігіп жүргізген жұмыстарын атап өтуге болады. Зерттеу жұмысы екі түрлі: экологиясы таза және ластанған аймақтарда жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде эпилепсияның жиілігі экологиялық лас аймақтарда жоғары екендігі анықталған [34].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Жарғақша мүмкіндігін өлшеу. Жарғақшалы мүмкіндіктердің және ионды каналдар белсенділігінің өзгерісін талдау үшін жұмыста «whole cell» кескіндемесіндегі электрофизиологиялық тәсілі («пэтч-кламп») пайдаланған. Осы кезде электрофизиологиялық өзгерістер (Molecular Devices, АҚШ) жүйесіне Axio Imager Z1 (Carl Zeiss, Germany) флуорисцентті станция орнатылды, ол Hamamatsu ORCA-Flas жоғары жылдамдықты камерасымен қамсыздалған, ол тірі жасушада оптикалық сипаттамалар және электрофизиологиялық сипаттамаларды бір уақытта зерттеуге мүмкіндік ашып берді.

Токтарды тіркеу үшін Axopatch 200B (Molecular Devices, АҚШ) күшейткіші, АЦП Digidata 1440A мен pClamp10.2 (Molecular Devices, АҚШ) бағдарламалық қамсыздану қолданылған. Жарғақша шамасының өзгерісін токты тіркеу режимінде тіркеген. Электрофизиологияның ақпаратын Clampfit 10.2 бағдарламалық қамсыздану арқылы талдау жүргізді.

Цитозолды кальций дәрежесін өлшеу.

$[Ca^{2+}]_i$ жылдам өлшемін тіркеу үшін, жоғары жылдамдықты монохромды Hamamatsu C9100 CCD-камерамен және сүзгіштерді ауыстырудың жоғары жылдамдықты Leica's Ultra-Fast Wheels (ауыстыру уақыты 10-30 мс) жүйесімен қамсызданған DMI6000 (Leica Microsystems, Германия) инверттелген моторланған микроскоп негізіндегі суреттерді талдау жүйесі қолданылған. Жұмыс үшін Leica HC PL APO 20×/0.7 IMM объективі пайдаланған. Флуорисценцияны қоздырғышының көзі ретінде жоғары қысымды HBO 103 W/2 сынапты шамымен Leica EL6000 тұндырғышы пайдаланылды. $[Ca^{2+}]_i$ дәрежесі белгілі әдістемеге [35, 36] сәйкес қостолқынды Fura-2 (Molecular Probes, АҚШ) зондының көмегімен бағалаған. Гиппокамп жасушаларын бояу үшін Fura-2AM эфирін пайдаланған, ол Хенкс ерітіндісіндегі соңғы шоғырлануы 4 мкМ, құрылуы (мМ-да): NaCl – 156, KCl – 3, $MgSO_4$ – 1, KH_2PO_4 – 1,25, $CaCl_2$ – 2, глюкоза – 10, HEPES – 10, pH 7,4. Әрбір шыныға жасуша мәдениетіне жаңа дайындалған бояғыштың 200 мкл ерітіндісін қосқан және термостатта 37°C-те 40 мин инкубарлаған. Осыдан кейін мәдениетті Хенкс ерітіндісімен L-аргининнің 0,2 мМ қосылуымен жуатын және бояғыштың деэтирификациясын аяқтау үшін 10-15 мин инкубарлаған.

$[Ca^{2+}]_i$ өлшеудің қайталама жұмыстары үшін жоғары жылдамдықты монохромды Hamamatsu ORCA-Flash 2.8. CCD-камерамен жабдықталған Axio Observer Z1 (Carl Zeiss, Германия) моторланған инвертирлі микроскобы негізіндегі суреттерге талдау жүйесі қолданылған болатын. Флуорисценцияны қоздырғышының көзі ретінде Lambda DG-4 Plus (Sutter Instruments, АҚШ) тұндырғышы қолданылған. Fura-2 флуорисценциясын қоздыру және тіркеу үшін қозудың BP340/30 және BP387/15 сүзгіштері бар Filter set 21HE (Carl Zeiss, Германия) жарықсүзгіштерінің жиынтықтары, FT409 жарықбөлгіші және BP510/90 эмиссия сүзгіші қолданылған.

Флуорисценцияны өзгерту үшін арнайы өлшегіш камераға жасуша мәдениеті бар домалақ жабын әйнекке орнатты. Камерадағы орта көлемі 0,5 мл құраған. Реагенттерді қосу және шайылу ортаның көлемін он есе мөлшерде ауыстыру жолымен, 15 мл/мин. жылдамдықта перфузияны қамтамасыз ететін жүйе арқылы жүргізді. Суреттер топтамасы 1-2 с аралығында алынды. Бір қосканалды кадрды алу уақыты 400 мс артық болған жоқ. Тәжірибеде нейрондарды CCA бойынша және KCl 35 мМ аппликациясының қысқа

мерзімді (20 с) шақырылған полярсыздануға жылдам жауап беруі бойынша айқындаған.

Алынған қосканалды (340 және 380 нм-ға Fura-2 қоздыру кезінде) суреттердің уақытша топтамасы «Time Series analyzer» плагинімен ImageJ бағдарламасында өңделді. Осы кезде 340 және 380 нм-ға Fura-2 қоздыру кезінде сигналдардың флуорисценцияның қатынасы ретінде көрсетілетін, дара жасушалардың кальцийлі ауытқу шегіне жауаптары өлшенді. Кестелер мен статистикалық өңделуді тұрғызу үшін Origin 9.1. бағдарламасы пайдаланған. Нәтижелері $\pm$ стандартты ауытқу ($N \pm SD$) ой өрісінде N жасушасының орташа сигналы түрінде, көпшілік жасушалардың типтік Ca^{2+} -жауабы түрінде немесе жекелей нейрон жауабы ретінде көрсетілген. Ақпараттарды бір фазалы ANOVA дисперсионды талдауды және Стьюдент-Ньюман-Кейлс маңыздылық айырмашылықтар тестін қолданумен статистикалық салыстырды, немесе $p \leq 0,05$ кезіндегі айырмашылықтарды айқын деп санайтын Стьюденттің қос критерийін пайдаланған. Барлық алынған ақпараттар аз дегенде үш әр түрлі жабын әйнектен және екі-үш тәуелсіз бөлінген жасушалардан алынған.

Материал. N-метил-D-аспарат, бикукуллин, домойлы қышқыл, L-аргинин Tocris Bioscience (Ұлыбритания) компаниясынан сатып алынған болатын; Хенкстың үйлестірілген тұзды ерітіндісі, нейробазальді орта, B-27, Gibco (АҚШ) өндірген – ұрыққа тән бұқа сарысуы, гентамицин – «Дальхимфарм» (Ресей); полиэтилен 0,1%, L-глутамин, L-глутамат- Sigma-Aldrich (АҚШ); KCl – Химмед (Ресей); Fura – 2AM – Invitrogen (АҚШ). Жануарларға өткізілген барлық зерттеу жұмыстары заңнамалық талаптарына және ИТЭБ РАН және ИБК РАН жануарлармен жұмыс этикасы бойынша Комитетпен мақұлданыуына сәйкес өткізілді.

Жұмыс нейрондардың аралас мәдениетінде және гиппокамп астроциттерін өсірудің әр түрлі кезеңдерінде (суреттерде көрсетілген) орындалды. Жасушалардың өмірге қабілеттілігін Propidium Iodide және Hoechst 33342 зондтарымен қосарлы бояудың көмегімен бағалаған.

Зерттеу нәтижелері және оны талқылау

Жоғарыда көрсетілгендей, Кенеттен синхронды белсенділік (КСБ) нейрондарда Ca^{2+} -каналының импульстерін арттырумен қосарлана жүреді, ол глутамат және ГАМК сияқты нейротрансмиттердің секрециясын тудырады. Сәйкес рецепторлар белсенділігінің өзгеруі КББ

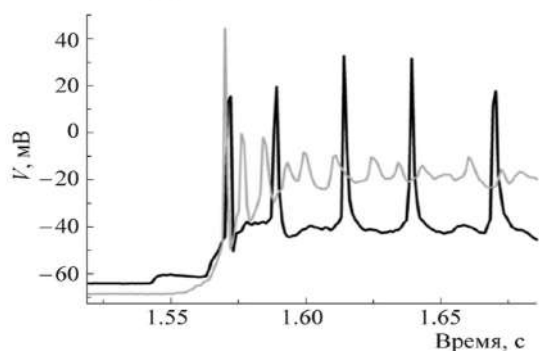
кезінде баяу поляризованудың ауытқу шегін өзгертуі мүмкін. 1, 2-суретте көрсетілгендей, шамалы-реттейтін каналдары (ГАМК(А) рецепторлары және альфа-аминометилизоксазолпроионды қышқылдың (АМРА)) белсенділігіндегі манипуляциялар будадағы ШӘ жиілігі мен ауытқу шегін өзгертеді. 1-суретінде бикукуллин, ГАМК(А) рецепторларын баяулатқыштарының бақылауымен және қатысуымен ШӘ будасының бастапқы көрінісі көрсетілген. ГАМК(А) рецепторын баяулатқышы С1-кіріс тоғын азайту есесінен баяу поляризованудың ауытқу шегін арттырады. Бикукуллин қатысуымен поляризованудың ауытқу шегін арттыру Na^+ -каналының әсерсіздендіру шамасынан жоғары болуынан будадағы ШӘ уақытша басылуына әкеледі.

2-суретінде көрсетілген, АМРА-рецепторларының баяулатқышы квиноксалиндион (2,3 – дигидрокси – 6 – нитро – 7 – сульфамойл – бензо [f] хиноксалин, NBQX) аздаған концентрациясы поляризованудың ауытқу шегін Na^+ -каналын баяулату шамасынан төмен етіп азайтады. Осы кезде баяу поляризованудың максимумында Na^+ -каналын толықтай баяулату болмайды және поляризованудың алдыңғы және артқы фронтында баяулату болған жағдайда будада ШӘ санының артуы, орташа жиіліктер азаюы және ШӘ будасы ұзақтылығының артуы байқалады. Осылайша, баяу поляризовану импульсі параметрлерін өзгерту кезінде ШӘ жиілігі мен ауытқу шегі үзбестен өзгереді.

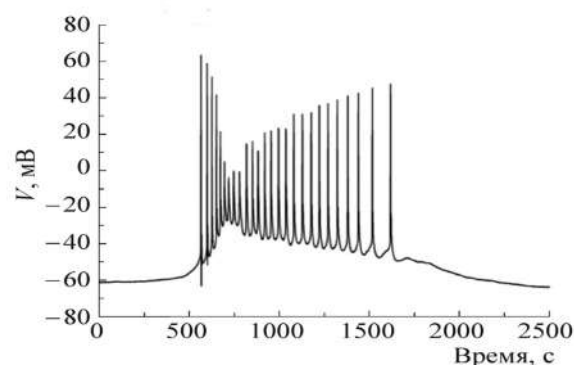
Ca^{2+} -каналының Т-үлгідегі тежегіші гиперполяризацияны тудыратындықтан және жасушадағы Ca^{2+} концентрациясын төмендегендіктен, олардың белсенділігінен туындаған гиперқозу кезінде болжамды нейрокорғаушы әрекетке ие болулары керек. ШТКК баяулатқыштарының қорғаныс әрекеті келесі гиперполяризация ретінде шартталуы мүмкін, осылай улағыш Ca^{2+} -тәуелді процесі баяуланады. Ca^{2+} концентрациясы мен шамасының өзара тәуелділігі пейсмеркерлі нейрондарда айқын байқалады, олар үшін көрсетілгендей, пейсмеркерлі белсенділік кезінде Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығы (ШӘ будасы ұзақтылығымен анықталады) улағыш концентрациялардың ішкі

жасушалық құрылымындағы Ca^{2+} иондарының қоры үшін шекті болып табылады. Әдеттегідей, десенситизацияның, буферлы концентрацияларда кальций байланысты ақуыздардың және ГАМК-тәуелді тежегішінің жоқтығынан, осы нейрондар кальцийлі сигналдың қарқындылығы мен ұзақтылығымен сипатталады. Осыдан Ca^{2+} -сигналы (ШӘ будасы ұзақтылығы) ұзақтылығының азаюы Ca^{2+} улағыштық әрекетін азайтатын тиімді механизмі бола алады, әсіресе КББ жоғары жиіліктері кезінде. 5-суретте көрсетілген, 500 нМ концентрациясындағы Т-каналын тоқтататын ML218 нейрондар поляризованудың ауытқу шегін азайтады және КББ кезінде ШӘ будасының ұзақтылығын төмендетеді. ML218 әрекетінің баяу кинетикасы жасушаға өтудің төмен жылдамдығымен түсіндіріледі. Будалық белсенділікті басудың барлық фазаларын көрсету үшін, бір тәжірибеде бастапқыда жарғақша шамасының тұрақтылығы жоғары жасушалар алынды.

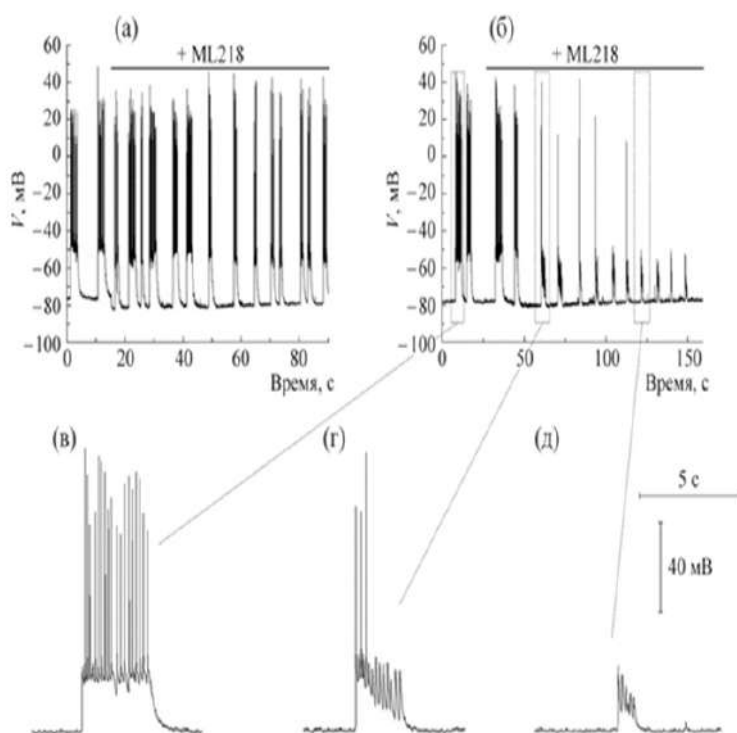
Осы нейрондарда буда арасындағы ӘП-нің сергіткіштік белсенділігі жоқ. 1 мкМ концентрациясында ML218 бар болуы баяу поляризованудың ауытқу шегінің біртіндеп азаюын шақырады, алғашында ол поляризовануды арттыру есебінен бір ӘП дейін буда ұзақтылығын азайтумен ілесіп жүргізіледі. Кейін баяу поляризованудың ауытқу шегі қозу шамасынан төменгі шегіне дейін түседі және ӘП туындауы тоқтатылады. Бірақта ӘП туындауынсыз импульстерінің поляризованудың баяу тербелістері әлі де біраз уақыт жалғасады. Осылайша, Т-үлгілі Ca^{2+} -каналы, нейрондарды мерзімді полярисындай отырып, КББ кезіндегі будалық белсенділік тербелістерін бастамалауға қатысты болады. Т-үлгідегі Ca^{2+} -каналы ӘП жиілігі мен ауытқу шегін модуляциялайды. Поляризовану тоғының артуы ӘП жиілігін арттырады, ал поляризовану Na^+ -каналын әсерсіздендіреді және ӘП ауытқу шегін азайтады. Т-үлгілі Ca^{2+} -каналының белсендіргіштерінің тежегіштері Ca^{2+} импульсінің ұзақтылығын азайтады, ишемия және гиперқозу кезінде олардың нейрокорғаушы әсерін түсіндіруі мүмкін [36]. Осы каналдардың мерзімді реактивациясы туралы сұрақ ашық болып қалауда.



1-сурет – КББ кезінде жарғақшалы нейрон шамасының өзгерісі. (а) – ШӨ будасының бақылауында (қара қисық) және биккуллиннің 10 мкМ қатысуымен (сұр қисық) бастапқы бөлік. Cl^- каналының гиперполяризация белсенділігінің азаюы Na^+ каналының әсерсіздік шамасынан жоғары баяу поляризацияланудың ауытқу шегін (-42 мВ-дан -18 мВ дейін) арттырады, ол импульстің алдыңғы фронтында ШӨ ауытқу шегінің басылуына әкеледі



2-сурет – 500 нМ NBQX қатысуымен AMPA-каналының белсенділігін баяулатуда -25 мВ дейін баяу поляризацияланудың ауытқу шегін азайтады. Поляризациялану импульсінің алдыңғы және артқы фронтында ШӨ тудырудың орташа жиіліктері поляризацияланудың өсу жылдамдығын азайту кезінде өзгереді (3-суретпен салыстыр).



3-сурет – КББ кезінде нейрон шамасының өзгеруі. (а) – өсудің 16-шы тәулігінде гиппокамп мәдениеті. 500 нМ концентрациясындағы Т-каналын тоқтататын ML218 нейрондар поляризацияланудың ауытқу шегін азайтады және КББ кезінде ӘП будасының ұзақтылығын төмендетеді. (б) – 1 мкМ концентрациясында Т-каналының тежегіші ML218 буда ұзақтылығын азайтады, ӘП туындауын басады, жасушаны гиперполяризациялайды, баяу поляризацияланудың ауытқу шегін азайтады. (в) – (д) – 1 мкМ концентрациясында ML218 буда ұзақтылығын азайтады, ӘП туындауын басады, баяу поляризацияланудың ауытқу шегін азайтады. Үздік сызықпен, ML218 әрекетіне дейін және кейін, КББ кезінде, (в) – (д) суреттерінде ӘП будаларының орналасуы көрсетілген

Қорытынды

Кенеттен синхронды белсенділік (КСБ) синхрондылығына қарамастан, бөлек нейрондармен тудырылған Ca^{2+} -импульсінің формасы және ауытқу шегі әр түрлі болады [37]. Әр түрлі жиілікте және ауытқу шегіндегі ЭП бумасын синхронды-лүпілдеуші нейрондар тудырады, осылайша, әр түрлі сигналдарды береді. Бумалық белсенділікті қалыптастыратын механизмдер және Na^{+} - және Ca^{2+} -каналдарын әсерсіздендіру мен белсендірудің шамалы-тәуелділігі есебінен ЭП жиілігі мен ауытқу шегін өзгертуді, нейрондармен берілетін, электр сигналын кодтау механизмі ретінде қарастыруға болады.

ШТКК ашылуымен шартталатын баяу поляризовану кең шектерде ЭП жиілігін ғана өзгерте қоймайды, ол сондай-ақ будалық белсенділікті қалыптастырады, шын мәнінде, ауытқу шегі бойынша автоматты модульденетін, аналогты сигналды (шамалы) сандыққа (ЭП жиілігі) түрлендіреді. ЭП дара қысқа мерзімді импульсінің жиілігі мен ауытқу шегі әр түрлі ұзақтылы ЭП бумасына түрлену механизмі, жаңынталандыруға назарды жинастыру механизмі және осы акпаратты өңдеудің белгіленген белсендіру механизмдері бола алады [38, 39]. Баяу поляризациялық импульсімен жиілік пен ауытқу шегі бойынша ЭП кодтау, нақтылы бірегейлі бумда үлкен акпарат көлемін орналастыру жолын көрсетуі мүмкін, ол сигналдың сенімді берілуіне әкеледі. Нейрондарда Ca^{2+} -сигналдау жүйесінің күрделі болуына байланысты КББ кезінде ұзақтылы ЭП будаларының туындау процесінің басталуы шешілмеген мәселе болып қалуда және Ca^{2+} -каналы әсерсіздігінің дәлді механизмдері көп жағдайда айқын емес болып табылады.

Т-үлгідегі Ca^{2+} -каналының нейрокорға-

ныштық қасиеттері. 5- суретте көрсетілгендей, кальцийлі каналының Т-үлгісі бумдағы ЭП құрылымын ғана анықтамайды, сонымен қатар Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығын реттейді. Белгілі болғандай, КББ кезінде нейрондарда Ca^{2+} тербелістерінің квазисинхрондылығына қарамастан, Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығы бөлек нейрондарда әр түрлі болады. Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығы бірнеше себептермен анықталады – буферлік концентрациясында Ca^{2+} -байланыстырғыш ақуыздың жеткіліксіздігі, ГАМК(А)-рецепторлардың жеткіліксіздігі, Т-үлгілі кальцийлі каналдардың белсенділігі. Бірнеше жұмыстарда көрсетілгендей, КББ жоғары жиілігі кезінде Ca^{2+} -импульсінің ұзақтылығы шекті параметр болып саналады және нейрондардың пейсмеркерлік белсенділігі кезінде. Аса қозу кезінде бірінші кезекте өлген нейрондар, Ca^{2+} импульсінің аса ұзақтылығымен, импульс кезінде Ca^{2+} концентрациясының жылдам өсуімен, дисенситизацияның жоқтығымен, цитозолдан Ca^{2+} баяу тартуымен және буферлі концентрацияларды Ca^{2+} -байланыстырушы ақуыздардың жоқтығымен сипатталады [40]. 1, 2-суретте Т-үлгілі кальцийлі канал тежеуішінің нейрокорғаныштық әсері Ca^{2+} -импульсі ұзақтылығының азаюымен шарттасуы мүмкіндігі көрсетілген, ол пейсмеркерлі нейрондар үшін де, сондай-ақ Ca^{2+} -өткізгішті каинатты және АМРА-рецепторынан тұратын және десенситизациясыз Ca^{2+} импульсімен глутаматқа әрекеттесетін нейрондар үшін шекті сәт болуы мүмкін [41].

ШТКК қатысуымен ЭП будалық белсенділігінің қалыптасуы нейрондармен берілетін электр сигналын түрлендіру/кодтауда зор мүмкіндіктерді ашады. Осы кезде осы түрлендірудегі үлкен рольді Ca^{2+} -импульсінің әр түрлі формасын анықтайтын Ca^{2+} -тасымалдайтын жүйелер мен Ca^{2+} -байланыстырғыш ақуыздар алады.

Әдебиеттер

- Nilius B., Talavera K., Verkhratsky A. T-type calcium channels: the never ending story // *Cell Calcium* – 2006. – Vol. 40, No 2 – P. 81-88.
- Kim D., Song I., Keum S., Lee T., Jeong M.J., Kim S.S., Mc Enery M.W., Shin H.S. Lack of the burst firing of thalamocortical relay neurons and resistance to absence seizures in mice lacking alpha(1G) T-type Ca(2+) channels. // *Neuron*. – 2001. – Vol. 31, No 1. – P. 35-45.
- Song I., Kim D., Choi S., Sun M., Kim Y., Shin H.S. Role of the alpha1G T-type calcium channel in spontaneous absence seizures in mutant mice. // *J Neurosci*. – 2004. – Vol. 24, No 22. – P. 5249-5257.
- Huc S., Monteil A., Bidaud I., Barbara G., Chemin J., Lory P. Regulation of T-type calcium channels: signalling pathways and functional implications. // *Biochim Biophys Acta*. – 2009. – Vol. 1793, No 6. – P. 947-952.
- Proft J., Weiss N. G protein regulation of neuronal calcium channels: back to the future. // *Mol. Pharmacol*. – 2015. – Vol. 87, No 6. – P. 890-906.

- Perez-Reyes E. G protein-mediated inhibition of Cav3.2 T-type channels revisited. // *Mol. Pharmacol.* – 2010. – Vol. 77, No 2. – P. 136-138.
- Sánchez-Alonso J.L., Halliwell J.V., Colino A. ZD 7288 inhibits T-type calcium current in rat hippocampal pyramidal cells. // *Neurosci Lett.* – 2008. – Vol. 439, No 3. – P. 275-280.
- Iyer R., Ungless M.A., Faisal A.A. Calcium-activated SK channels control firing regularity by modulating sodium channel availability in midbrain dopamine neurons. // *Sci Rep.* – 2017. – Vol. 7, No 1. – P. 5248.
- Rehak R., Bartoletti T.M., Engbers J.D., Berecki G., Turner R.W., Zamponi G.W. Low voltage activation of KCa1.1 current by Cav3-KCa1.1 complexes. // *PLoS One.* – 2013. – Vol. 8, No 4. – P. 618.
- Wolfart J., Roeper J. Selective coupling of T-type calcium channels to SK potassium channels prevents intrinsic bursting in dopaminergic midbrain neurons. // *J Neurosci.* – 2002. – Vol. 22, No 9. – P. 3404-3413.
- Xu J., Clancy C.E. Ionic mechanisms of endogenous bursting in CA3 hippocampal pyramidal neurons: a model study. // *PloS One.* – 2008. – Vol. 3, No 4. – P. 2056.
- Wolfe J.T., Wang H., Perez-Reyes E., Barrett P.Q. Stimulation of recombinant Ca(v)3.2, T-type, Ca(2+) channel currents by CaMKIIgamma(C). // *J. Physiol.* – 2002. – Vol. 538, No 2. – P. 343-355.
- Chemin J., Mezghrani A., Bidaud I., Dupasquier S., Marger F., Barrère C., Nargeot J., Lory P. Temperature-dependent modulation of Cav3 T-type calcium channels by protein kinases C and A in mammalian cells. // *J Biol Chem.* – 2007. – Vol. 282, No 45. – P. 310-318.
- Chemin J., Monteil A., Perez-Reyes E., Nargeot J., Lory P. Direct inhibition of T-type calcium channels by the endogenous cannabinoid anandamide. // *EMBO J.* – 2001. – Vol. 20, No 24. – P. 7033-7040.
- Chemin J., Nargeot J., Lory P. Chemical determinants involved in anandamide-induced inhibition of T-type calcium channels. // *J Biol Chem.* – 2007. – Vol. 282, No 4. – P. 2314-2323.
- Talavera K., Staes M., Janssens A., Droogmans G., Nilius B. Mechanism of arachidonic acid modulation of the T-type Ca²⁺ channel alpha1G. // *J Gen Physiol.* – 2004. – Vol. 124, No 3. – P. 225-238.
- Zhang Y., Cribbs L.L., Satin J. Arachidonic acid modulation of alpha1H, a cloned human T-type calcium channel. // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* – 2000. – Vol. 278, No 1. – P. 184-193.
- Wolfe J.T., Wang H., Howard J., Garrison J.C., Barrett P. Q. T-type calcium channel regulation by specific G-protein beta-gamma subunits. // *Nature.* – 2003. – Vol. 424, No 6945. – P. 209-213.
- Tao J., Hildebrand M.E., Liao P., Liang M.C., Tan G., Li S., Snutch T.P., Soong T.W. Activation of corticotropin-releasing factor receptor 1 selectively inhibits Cav3.2 T-type calcium channels. // *Mol Pharmacol.* – 2008. – Vol. 73, No 6. – P. 1596-1609.
- Hildebrand M.E., David L.S., Hamid J., Mulatz K., Garcia E., Zamponi G. W., Snutch T.P. Selective inhibition of Cav3.3 T-type calcium channels by Galphaq/11-coupled muscarinic acetylcholine receptors. // *J Biol Chem.* – 2007. – Vol. 282, No 29. – P. 243-255.
- Nelson M.T., Todorovic S.M., Perez-Reyes E. The role of T-type calcium channels in epilepsy and pain. // *Curr Pharm Des.* – 2006. – Vol. 12, No 18. – P. 2189-2197.
- Todorovic S.M., Jevtovic-Todorovic V. Targeting of Cav3.2 T-type calcium channels in peripheral sensory neurons for the treatment of painful diabetic neuropathy. // *Pflügers Arch.* – 2014. – Vol. 466, No 4. – P. 701-706.
- Kopecky B.J., Liang R., Bao J. T-type calcium channel blockers as neuroprotective agents. // *J Physiol.* – 2014. – Vol. 466, No 4. – P. 757.
- Orestes P., Bojadzic D., Chow R. M., Todorovic S.M. Mechanisms and functional significance of inhibition of neuronal T-type calcium channels by isoflurane. // *Mol Pharmacol.* – 2009. – Vol. 75, No 3. – P. 542-554.
- Spitzer N.C., Olson E., Gu X. Spontaneous calcium transients regulate neuronal plasticity in developing neurons. // *Neurobiol.* – 1995. – Vol. 26, No 3. – P. 316-324.
- Robinson H.P., Kawahara M., Jimbo Y., Torimitsu K., Kuroda Y., Kawana A. Periodic synchronized bursting and intracellular calcium transients elicited by low magnesium in cultured cortical neurons. // *J Neurophysiol.* – 1993. – Vol. 70, No 4. – P. 1606-1616.
- Guzman J.N., Sánchez-Padilla J., Chan C.S., Surmeier D.J. Robust pacemaking in substantia nigra dopaminergic neurons. // *J Neurosci.* – 2009. – Vol. 29, No 35. – P. 111-119.
- Surmeier D.J., Schumacker P.T. Calcium, bioenergetics, and neuronal vulnerability in Parkinson's disease. // *J Biol Chem.* – 2013. – Vol. 288, No 15. – P. 736-741.
- Lieberman O.J., Choi S.J., Kanter E., Saverchenko A., Frier M.D., Fiore G.M., Wu M., Kondapalli J., Zampese E., Surmeier D.J., Sulzer D., Mosharov E.V. α -Synuclein-Dependent Calcium Entry Underlies Differential Sensitivity of Cultured SN and VTA Dopaminergic Neurons to a Parkinsonian Neurotoxin. // *eNeuro.* – 2017. – Vol. 4, No 6. – P. 167-170.
- Surmeier D.J., Obeso J.A., Halliday G.M. Selective neuronal vulnerability in Parkinson disease. // *Neurosci.* – 2017. – Vol. 18, No 2. – P. 101-113.
- Chan C.S., Guzman J.N., Ilijic E., Mercer J.N., Rick C., Tkatch T., Meredith G.E., Surmeier D.J. 'Rejuvenation' protects neurons in mouse models of Parkinson's disease. // *Nature.* – 2007. – Vol. 447, No 7148. – P. 1081-1086.
- Gryniewicz G., Poenie M., Tsien R.Y. A new generation of Ca²⁺ indicators with greatly improved fluorescence properties. // *J Biol Chem.* – 1985. – Vol. 260, No 6. – P. 3440-3450.
- Hayashi H., Miyata H., Terada H., Satoh H., Katoh H., Nakamura T., Kobayashi A. Ca²⁺ waves and intracellular Ca²⁺ concentration in guinea pig and rat myocytes. // *Jpn Heart J.* – 1994. – Vol. 35, No 5. – P. 673-682.
- Колягин В.В. Эпилепсия // Иркутск: РИО ГБОУ ДПО ИГМАПО. – 2013. – № 1. – С. 21-23.

- Nikonenko I., Bancila M., Bloc A., Muller D., Bijlenga P. Inhibition of T-type calcium channels protects neurons from delayed ischemia-induced damage. // *Mol Pharmacol.* – 2005. – Vol. 68, No 1. – P. 84-89.
- Kononov A.V., Ball N.V., Zinchenko V.P., *Biochemistry (Moscow)*. // *Suppl. Ser. A: Membrane and Cell Biology.* – 2011. – Vol. 5, No 2. – P. 162.
- Chevalier M., Lory P., Mironneau C., Macrez N., Quignard J.F. (2006) T-type CaV3.3 calcium channels produce spontaneous low-threshold action potentials and intracellular calcium oscillations. // *Eur J Neurosci.* – 2006. – Vol. 23, No 9. – P. 2321-2329.
- Cooper D.C. The significance of action potential bursting in the brain reward circuit. // *Neurochem.* – 2002. – Vol. 41, No 5. – P. 333-340.
- Swadlow H.A., Gusev A.G., Bezudnaya T. Activation of a cortical column by a thalamocortical impulse. // *J Neurosci.* – 2002. – Vol. 22, No 17. – P. 7766-7773.
- Zinchenko V.P., Turovsky E.A., Turovskaya M.V., et al. *Biochemistry (Moscow)*. // *Suppl. Ser. A: Membrane and Cell Biology.* – 2016. – Vol. 10, No 2. – P. 118.
- Zinchenko V.P., Gaidin S.G., Teplov I.Y., Kosenkov A.M.. *Biochemistry (Moscow)*. // *Suppl. Ser. A: Membrane and Cell Biology.* – 2017. – Vol. 11, No 4. – P. 261.

References

- Chan C.S., Guzman J.N., Ilijic E., Mercer J.N., Rick C., Tkatch T., Meredith G.E., Surmeier D.J. (2007) 'Rejuvenation' protects neurons in mouse models of Parkinson's disease. *Nature*, vol. 447, no 7148, p. 1081-1086.
- Chemin J., Mezghrani A., Bidaud I., Dupasquier S., Marger F., Barrère C., Nargeot J., Lory P. (2007) Temperature-dependent modulation of CaV3 T-type calcium channels by protein kinases C and A in mammalian cells. *J Biol Chem.*, vol. 282, no 45, p. 310-318.
- Chemin J., Monteil A., Perez-Reyes E., Nargeot J., Lory P. (2001) Direct inhibition of T-type calcium channels by the endogenous cannabinoid anandamide. *EMBO J.* vol. 20, no 24, p. 7033-7040.
- Chemin J., Nargeot J., Lory P. (2007) Chemical determinants involved in anandamide-induced inhibition of T-type calcium channels. *J Biol Chem.*, vol. 282, no 4, p. 2314-2323.
- Chevalier M., Lory P., Mironneau C., Macrez N., Quignard J.F. (2006) T-type CaV3.3 calcium channels produce spontaneous low-threshold action potentials and intracellular calcium oscillations. *Eur J Neurosci.*, vol. 23, no 9, p. 2321-2329.
- Cooper D.C. (2002) The significance of action potential bursting in the brain reward circuit. *Neurochem.*, vol. 41, no 5, p. 333-340.
- Gryniewicz G., Poenie M., Tsien R.Y. (1985) A new generation of Ca²⁺ indicators with greatly improved fluorescence properties. *J Biol Chem.*, vol. 260, no 6, p. 3440-3450.
- Guzman J.N., Sánchez-Padilla J., Chan C.S., Surmeier D.J. (2009) Robust pacemaking in substantia nigra dopaminergic neurons. *J Neurosci.*, vol. 29, no 35, p. 111-119.
- Hayashi H., Miyata H., Terada H., Satoh H., Katoh H., Nakamura T., Kobayashi A. (1994) Ca²⁺ waves and intracellular Ca²⁺ concentration in guinea pig and rat myocytes. *Jpn Heart J.*, vol. 35, no 5, p. 673-682.
- Hildebrand M.E., David L.S., Hamid J., Mulatz K., Garcia E., Zamponi G. W., Snutch T.P. (2007) Selective inhibition of Cav3.3 T-type calcium channels by Galphq/11-coupled muscarinic acetylcholine receptors. *J Biol Chem.*, vol. 282, no 29, p. 243-255.
- Huc S., Monteil A., Bidaud I., Barbara G., Chemin J., Lory P. (2009) Regulation of T-type calcium channels: signalling pathways and functional implications. *Biochim Biophys Acta.* vol. 1793, no 6, p. 947-952.
- Iyer R., Ungless M.A., Faisal A.A. (2017) Calcium-activated SK channels control firing regularity by modulating sodium channel availability in midbrain dopamine neurons. *Sci Rep.*, vol. 7, no 1, p. 5248.
- Kim D., Song I., Keum S., Lee T., Jeong M.J., Kim S.S., Mc Enery M.W., Shin H.S. (2001) Lack of the burst firing of thalamocortical relay neurons and resistance to absence seizures in mice lacking alpha(1G) T-type Ca(2+) channels. *Neuron.*, vol. 31, no 1, p. 35-45.
- Kolyagin V.V. (2013) *Epilepsiya [Epilepsy]*. Irkutsk: RIO GBOU DPO IGMAPO, vol 1, pp. 21-23.
- Kononov A.V., Ball N.V., Zinchenko V.P. (2011) *Biochemistry (Moscow)*. *Suppl. Ser. A: Membrane and Cell Biology.*, vol. 5, no 2, p. 162.
- Kopecky B.J., Liang R., Bao J. (2014) T-type calcium channel blockers as neuroprotective agents. *J Physiol.*, vol. 466, no 4, p. 757.
- Lieberman O.J., Choi S.J., Kanter E., Saverchenko A., Frier M.D., Fiore G.M., Wu M., Kondapalli J., Zampese E., Surmeier D.J., Sulzer D., Mosharov E.V. (2017) α -Synuclein-Dependent Calcium Entry Underlies Differential Sensitivity of Cultured SN and VTA Dopaminergic Neurons to a Parkinsonian Neurotoxin. *eNeuro.*, vol. 4, no 6, p. 167-170.
- Nelson M.T., Todorovic S.M., Perez-Reyes E. (2006) The role of T-type calcium channels in epilepsy and pain. *Curr Pharm Des.*, vol. 12, no 18. p. 2189-2197.
- Nikonenko I., Bancila M., Bloc A., Muller D., Bijlenga P. (2005) Inhibition of T-type calcium channels protects neurons from delayed ischemia-induced damage. *Mol Pharmacol.*, vol. 68, no 1, p. 84-89.
- Nilius B., Talavera K., Verkhratsky A. (2006) T-type calcium channels: the never ending story. *Cell Calcium.*, vol. 40, no 2, p. 81-88.
- Orestes P., Bojadzie D., Chow R. M., Todorovic S.M. (2009) Mechanisms and functional significance of inhibition of neuronal T-type calcium channels by isoflurane. *Mol Pharmacol.*, vol. 75, no 3, p. 542-554.

- Perez-Reyes E. (2010) G protein-mediated inhibition of Cav3.2 T-type channels revisited. *Mol. Pharmacol.*, vol. 77, no 2, p. 136-138.
- Proft J., Weiss N. (2015) G protein regulation of neuronal calcium channels: back to the future. *Mol. Pharmacol.*, vol. 87, no 6, p. 890-906.
- Rehak R., Bartoletti T.M., Engbers J.D., Berecki G., Turner R.W., Zamponi G.W. (2013) Low voltage activation of KCa1.1 current by Cav3-KCa1.1 complexes. *PLoS One.*, vol. 8, no 4, p. 618.
- Robinson H.P., Kawahara M., Jimbo Y., Torimitsu K., Kuroda Y., Kawana A. (1993) Periodic synchronized bursting and intracellular calcium transients elicited by low magnesium in cultured cortical neurons. *J Neurophysiol.*, vol. 70, no 4, p. 1606-1616.
- Sánchez-Alonso J.L., Halliwell J.V., Colino A. (2008) ZD 7288 inhibits T-type calcium current in rat hippocampal pyramidal cells. *Neurosci Lett.*, vol. 439, no 3, p. 275-280.
- Song I., Kim D., Choi S., Sun M., Kim Y., Shin H.S. (2004) Role of the $\alpha 1G$ T-type calcium channel in spontaneous absence seizures in mutant mice. *J Neurosci.*, vol. 24, no 22, p. 5249-5257.
- Spitzer N.C., Olson E., Gu X. (1995) Spontaneous calcium transients regulate neuronal plasticity in developing neurons. *Neurobiol.*, vol. 26, no 3, p. 316-324.
- Surmeier D.J., Obeso J.A., Halliday G.M. (2017) Selective neuronal vulnerability in Parkinson disease. *Neurosci.*, vol. 18, no 2, p. 101-113.
- Surmeier D.J., Schumacker P.T. (2013) Calcium, bioenergetics, and neuronal vulnerability in Parkinson's disease. *J Biol Chem.*, vol. 288, no 15, p. 736-741.
- Swadlow H.A., Gusev A.G., Bezdudnaya T. (2002) Activation of a cortical column by a thalamocortical impulse. *J Neurosci.*, vol. 22, no 17, p. 7766-7773.
- Talavera K., Staes M., Janssens A., Droogmans G., Nilius B. (2004) Mechanism of arachidonic acid modulation of the T-type Ca^{2+} channel $\alpha 1G$. *J Gen Physiol.*, vol. 124, no 3, p. 225-238.
- Tao J., Hildebrand M.E., Liao P., Liang M.C., Tan G., Li S., Snutch T.P., Soong T.W. (2008) Activation of corticotropin-releasing factor receptor 1 selectively inhibits $CaV3.2$ T-type calcium channels. *Mol Pharmacol.*, vol. 73, no 6, p. 1596-1609.
- Todorovic S.M., Jevtovic-Todorovic V. (2014) Targeting of $CaV3.2$ T-type calcium channels in peripheral sensory neurons for the treatment of painful diabetic neuropathy. *Pflügers Arch.*, vol. 466, no 4, p. 701-706.
- Wolfart J., Roeper J. (2002) Selective coupling of T-type calcium channels to SK potassium channels prevents intrinsic bursting in dopaminergic midbrain neurons. *J Neurosci.*, vol. 22, no 9, p. 3404-3413.
- Wolfe J.T., Wang H., Howard J., Garrison J.C., Barrett P. Q. (2003) T-type calcium channel regulation by specific G-protein betagamma subunits. *Nature.*, vol. 424, no 6945, p. 209-213.
- Wolfe J.T., Wang H., Perez-Reyes E., Barrett P.Q. (2002) Stimulation of recombinant $Ca(v)3.2$, T-type, $Ca(2+)$ channel currents by $CaMKII\gamma(C)$. *J. Physiol.*, vol. 538, no 2, p. 343-355.
- Xu J., Clancy C.E. (2008) Ionic mechanisms of endogenous bursting in CA3 hippocampal pyramidal neurons: a model study. *PLoS One.*, vol. 3, no 4, p. 2056.
- Zhang Y., Cribbs L.L., Satin J. (2000) Arachidonic acid modulation of $\alpha 1H$, a cloned human T-type calcium channel. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.*, vol. 278, no 1, p. 184-193.
- Zinchenko V.P., Gaidin S.G., Teplov I.Y., Kosenkov A.M.. (2017) *Biochemistry (Moscow). Suppl. Ser. A: Membrane and Cell Biology.*, vol. 11, no 4, p. 261.
- Zinchenko V.P., Turovsky E.A., Turovskaya M.V., et al. (2016) *Biochemistry (Moscow). Suppl. Ser. A: Membrane and Cell Biology.*, vol. 10, no 2, p. 118.

3-бөлім
**БИОЛОГИЯЛЫҚ
АЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Раздел 3
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОХРАНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

Section 3
**ACTUAL PROBLEMS
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

**Baktybayeva L.K.¹, Namaz E.R.², Kalzhan K.M.²,
Berlin Kennet Darrell³, Umbetiyarova L.B.⁴**

¹PhD, associate professor, acting professor of department biophysics and biomedicine,
e-mail: layilia.baktybaeva@kaznu.kz

²student of department biophysics and biomedicine,
e-mail: namaz.elmira@gmail.com, e-mail: kalzhan.kassiyet@gmail.com

³PhD, professor, e-mail: kennet.berlin@okstate.edu

⁴PhD, senior lector of department biophysics and biomedicine, e-mail: lyazzat.umbetiyarova@kaznu.kz

^{1,2,4} al-Farabi Kazakh National university, Kazakhstan, Almaty

³Center for Health Sciences, USA, Oklahoma City

**PHARMACOLOGICAL PROPERTIES
OF ENDEMIC PLANTS GROWING IN THE STEPPES
OF KAZAKHSTAN**

The number of people who suffer from secondary immunodeficiency diseases is increasing. Secondary immunodeficiency diseases develop due to environmental degradation, abuse of various preservatives, stabilizers in foods and long-term storage products, abuse of the use of drugs with a cytostatic effect, the use of antibiotics in the cultivation of cattle and poultry. The compounds were obtained from plants of the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk, *Suaeda microphylla* Pall., *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. Plant extracts were investigated on myelostimulating activity. The compound obtained from plants of the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk by means of water-alcohol extraction without heating showed high myelostimulating activity. It effectively stimulated erythro-, thrombocyto- and leukopoiesis, and in stimulating the leukocyte population, it equally effectively increased the values of granulocyte and agranulocyte leukocytes. The compounds derived from the *Suaeda microphylla* Pall. and *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. showed low myelostimulating activity. It should be noted that the water-alcohol extracts of plants without heating showed higher activity than the extracts that have undergone thermal heating.

Key words: myelostimulating activity, endemic plants, steppes of Kazakhstan.

**Бақтыбаева Л.Қ.¹, Намаз Э.Р.², Қалжан Қ.М.²,
Берлин Кеннет Даррелл³, Умбетиярова Л.Б.⁴**

¹биология ғылымдарының кандидаты, доцент, биофизики және
биомедицина кафедрасының профессоры м.а., e-mail: layla.baktybaeva@kaznu.kz

²студент, e-mail: namaz.elmira@gmail.com, e-mail: kalzhan.kassiyet@gmail.com

³PhD, профессор, e-mail: kennet.berlin@okstate.edu

⁴медицина ғылымдарының кандидаты, биофизика және биомедицина кафедрасының
аға оқытушысы, e-mail: lyazzat.umbetiyarova@kaznu.kz

^{1,2,4} әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³Оклахома Мемлекеттік университеті, Денсаулық Ғылымдар Орталығы, США, Оклахома қ.

**Қазақстанның жазық даласында өсетін
эндемик өсімдіктердің фармакологиялық қасиеттері**

Экологиялық жағдайдың, пайдаланатын өнімдердің сапасының нашарлауы, әр түрлі цитостатикалық әсері бар дәрілік препараттарды мезгілсіз пайдалану нәтижесінде екінші реттік иммунодефицитке шалдыққан адамдардың саны күрт артуда. Каспийлік сояноколосник, кішіжапырақты сведа және тегісжапырақты климакоптера өсімдіктерінен алынған сығындыларға жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде миелостимулдаушы әсері ең жоғары қыздырусыз

су-спирттік экстракттау әдісімен бөлініп алынған каспийлік соляноколосник өсімдігінің сығындысы екендігі анықталды. Ол эритро-, тромбоцито- және лейкопозды эффективті түрде стимулдады, сонымен қатар лейкоциттердің санын көбейту кезінде ол гранулоцитарлы және агранулоцитарлы лейкоциттердің түзілуін бірдей мөлшерде стимулдай алды. Тегісжапырақты климакоптера өсімдігінен алынған сығындының миелостимулдаушы әсері каспийлік соляноколосник өсімдігіне қарағанда бәсеңдеу болды, алайда кішіжапырақты сведа өсімдігінің сығындысынан стимулдаушы әсерінен белсендірек. Өсімдіктердің қыздырусыз алынған су-спирттік экстракттарының белсенділігі термиялық өңдеуден өткен өсімдік сығындыларына қарағанда белсенділігі жоғары екендігін атап айтып кеткен жөн.

Түйін сөздер: миелостимулдаушы белсенділік, эндемик өсімдіктер, Қазақстанның аридті аймағы.

Бақтыбаева Л.Қ.¹, Намаз Э.Р.², Қалжан Қ.М.²,
Берлин Кеннет Даррел³, Умбетиярова Л.Б.³

¹кандидат биологических наук, доцент, и.о. профессора кафедры биофизики и биомедицины, e-mail: layla.baktybaeva@kaznu.kz

²студент, e-mail: namaz.elmira@gmail.com, e-mail: kalzhan.kassiyet@gmail.com

³PhD, профессор, e-mail: kennet.berlin@okstate.edu

⁴кандидат медицинских наук,

старший преподаватель кафедры биофизики и биомедицины, e-mail: lyazzat.umbetiyarova@kaznu.kz

^{1,2,4} Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³Оклахомский Государственный университет, Центр наук о здоровье, США, г. Оклахома

Фармакологические свойства растений эндемиков, произрастающих в степях Казахстана

Число людей, страдающих вторичными иммунодефицитными заболеваниями, увеличивается во всем мире. Прирост населения со вторичными иммунодефицитными заболеваниями происходит из-за ухудшения экологической обстановки, использования стабилизаторов, консервантов, красителей в процессе производства продуктов питания длительного хранения, расширением спектра заболеваний с использованием цитостатических препаратов и использованием антибиотиков при выращивании скота и птицы. Были исследованы на миелостимулирующую активность экстракты, полученные из растений эндемиков Казахстана: соляноколосника прикаспийского, сведа мелколистной и климакоптеры туполистной. Высокую миелостимулирующую активность проявило соединение, полученное из растения соляноколосника прикаспийского путем водно-спиртового экстрагирования без нагревания. Оно эффективно стимулировало эритро-, тромбоцито- и лейкопоз, причем в стимуляции лейкоцитарной популяции он одинаково эффективно повышал значения гранулоцитарных и агранулоцитарных лейкоцитов. Соединения, полученные из растения сведа мелколистной, уступали по активности соединениям, полученным из растения соляноколосника прикаспийского, но были активнее соединений, полученных из растения климакоптеры туполистная. Следует отметить, что водно-спиртовые экстракты растений без нагревания проявляли активность выше, чем экстракты, прошедшие термическую обработку.

Ключевые слова: миелостимулирующая активность, растения эндемики, аридная зона Казахстана.

Introduction

The number of people who suffer from secondary immunodeficiency diseases is increasing. Secondary immunodeficiency diseases develop due to environmental degradation, abuse of various preservatives, stabilizers in foods and long-term storage products, abuse of the use of drugs with a cytostatic effect, the use of antibiotics in the cultivation of cattle and poultry [1]. Various toxic chemical compounds: Sturdart solution, trinitrotoluene, pesticides, especially organochlorine preparations, lindane (gamma-hexachlorocyclohexane) and dichlorodiphenyltrichloroethane also cause

severe pancytopenia. The choice of effective myelostimulating drugs that can restore parameters of peripheral blood in a short period of time is very limited [2]. Thus, pharmacological screening of myelostimulating drugs is relevant. In addition, myelostimulators are widely used in ophthalmology, surgery, cosmetology and biotechnology.

Materials and Methods

The following plant extracts were received for research: EES.SES/N – 50% water-ethyl alcoholic extract of the plant *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk with heating, EES.SEB / N

– 50% water-ethyl alcoholic extract of the plant *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk without heating, CIE.SV – 70% water-ethyl alcohol extract plant *Suaeda microphylla* Pall. without heating, COBE – 70% water-ethyl alcohol extract of *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. with

heating, COFL – 70% water-ethyl alcohol extract of plant *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. without heating, COLE – aqueous extract of the plant *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. without heating (Table 1).

Table 1 – Active compounds obtained by water and water-

ethyl extraction of plants

№	Drug code	Plant	Chemical composition of plants
1	EES.SES/N 50% water-ethyl alcohol extract of a plant with heating	<i>Halostachys caspica</i> (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk	Flavanoids, free organic acids, amino acids, alkaloids, saponins, tannins
2	EES.SEB/N 50% water-ethyl alcohol extract of a plant without heating	<i>Halostachys caspica</i> (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk	Flavanoids, free organic acids, amino acids, alkaloids, saponins, tannins
3	CIE.SV 70% water-ethyl alcohol extract of a plant without heating	<i>Suaeda microphylla</i> Pall.	Flavonoids, free organic acids, amino acids, alkaloids, saponins, coumarins
4	COBE 70% water-ethyl alcohol extract of a plant without heating	<i>Climacoptera obtusifolia</i> (Schrenk) Botsch.	Flavanoids, free organic acids, amino acids, alkaloids, saponins, tannins
5	COLE Aqueous extract of the plant without heating	<i>Climacoptera obtusifolia</i> (Schrenk) Botsch.	Flavanoids, free organic acids, amino acids, alkaloids, saponins, tannins
6	COFL 70% water-ethyl alcohol extract of a plant without heating	<i>Climacoptera obtusifolia</i> (Schrenk) Botsch.	Flavanoids, phenolic acids

Healthy, mature animals of laboratory rats of both sexes, 10–15 weeks of age, weighing 210–280 g, were used in the work. The scatter in the groups according to the initial body weight did not exceed $\pm 10\%$. The animals were received simultaneously from one nursery – the biological clinic of the Faculty of Biology and Biotechnology of the Al-Farabi Kazakh National University. Before and during the experiment, the control and experimental animals were kept in the same standard conditions, 6 animals per cage. All types of experiments were carried out in compliance with the chronobiological principles of work and in accordance with the “Rules for conducting pre-clinical (non-clinical) research on biologically active substances” [8]. Blood sampling was performed from the orbital vein of rats anesthetized with weak ether anesthesia at 09.00 in the morning. A blood test was performed on a hematological analyzer for laboratory animals “Abacus junior VET” (manufactured by Diatech, Denmark). The blood leukogram was monitored by microscopic examination of a smear stained by Romanovsky-Giemsa on an SA3300C microscope for microscopy and digital micrograph under immer-

sion (magnification 7x100) with 500 cells on each smear [6]. Myelosuppression was induced by administering cytostatic compound benzopyrene at a dose of 30 mg / kg body weight of the animal dissolved in saline in a volume of 0.5 ml three times with an interval of 24 hours [5, 7]. Then, on the 6, 8, 10 day of the observation, once time in day, intramuscularly was injected: to the 1st group – the EEC.SES/N compound at a dose of 5 mg / kg (for all test compounds, physiological saline was the solvent), in a volume of 0.5 ml, The 2nd group – compound EES.SEB/N at a dose of 5 mg / kg in a volume of 0.5 ml, the 3rd group – compound CIE.SV at a dose of 5 mg / kg in a volume of 0.5 ml, the 4th group – compound COBE in a dose of 5 mg / kg in a volume of 0.5 ml; in group 5, compound COFL in a dose of 5 mg / kg in a volume of 0.5 ml; in group 6, compound COLE in a dose of 5 mg / kg in in volume of 0, 5 ml, the 7th group the drug is compared pantohepatogen the dose 0, 4 mg / kg in a volume of 0, 5 ml, 8th group – placebo (saline) in a volume of 0 5 ml and 9th group of animals was intact. Statistical data processing was performed with casting the Student’s confidence interval.

Results and Discussion

Already on the 1st day after administration, it was possible to register severe immunosuppression with lesions of leukocyte cells and erythrocyte cells. For control of the level of damage to the blood-forming pools was taken the 3rd day after the administration of the immunosuppressant. After analyzing the hemogram of blood, it was found that the leukocyte pool suffered greatly. The total leukocyte index from the level of intact animals $(9.15 \pm 1.36) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood dropped to $(2.37 \pm 0.16) \cdot 10^9 / \text{L}$ by 3.86 times ($p \leq 0.05$). In the leukogram, the absolute and relative values of agranulocytic and granulocytic leukocytes decreased. Among agranulocytes, the absolute values of lymphocytes from $(5.46 \pm 0.18) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood dropped 3.41 times to $(1.60 \pm 0.2) \cdot 10^9 / \text{L}$, while the relative values from index of intact animals $(68.03 \pm 12.3)\%$ of blood fell only 1.44 times to $(47.2 \pm 1.8)\%$ of blood. A similar trend was observed with respect to other subpopulations of cells.

Absolute values fell by more than 2 times, and relative values decreased by less than 1.5 times. For example, the absolute values of monocytic cells from the value $(0.5 \pm 0.02) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood decreased to the value $(0.12 \pm 0.10) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood, i.e. 4.17 times ($p \leq 0.05$), while the relative value $(6.28 \pm 1.24)\%$ fell only to $(4.9 \pm 1.3)\%$, which was only 1.28 times the difference in the meanings. Granulocyte cells with $(3.64 \pm 1.22) \cdot 10^9 / \text{L}$ fell to $(0.65 \pm 0.3) \cdot 10^9 / \text{L}$, i.e. 5.6 times ($p \leq 0.01$). The relative value of granulocytes from $(40.0 \pm 8.36)\%$ decreased 1.52 times, reaching a value $(26.18 \pm 4.5)\%$. In the blood leukogram absolute values are more important in the diagnosis than the relative values of the blood leukogram. Changes in the values of erythrocyte and platelet cells were recorded, but more than 2-fold reduction was not registered. The level of erythrocyte cells $(6.5 \pm 1.56) \cdot 10^{12} / \text{L}$ of blood reached the value of $(4.93 \pm 1.3) \cdot 10^{12} / \text{L}$ of blood, i.e. a decrease was observed 1.32 times. Hemoglobin levels fell 4.51 times. In intact animals, it was $(140.7 \pm 16.7) \text{ g} / \text{L}$ of blood. After intoxication fell to $(90.75 \pm 12.0) \text{ g} / \text{L}$ of blood. But the hematocrit value from the value $(39.8 \pm 6.3)\%$ fell to 2.88 times ($p \leq 0.05$) times, reaching the value $(21.21 \pm 2.58)\%$. A critical decrease was observed among platelets. The level of intact animals was $(660.25 \pm 42.3) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood and with an artificially induced immunosuppressive syndrome was $(70.5 \pm 43.2) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood, which amounted to more than 9.36-fold decrease ($p \leq 0.01$). Having caused an artificial immunosuppressive syndrome, animals were

treated with new compounds of plant origin. The compounds were obtained from the following plants: *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk, *Suaeda microphylla* Pall., *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. The compounds were obtained by water – ethyl and water extraction of plants, with and without heating. After the introduction of the studied compounds, the following results were obtained on the basis of which it is possible to isolate the most active compound EES.ESB/N. This compound was distinguished by a high myelostimulating activity in the series of compounds obtained from other plants and in the series of compounds obtained from the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey. ex Schrenk. In the group with administration of EEC.SEB/N the level of leukocytes was $(6.9 \pm 0.4) \cdot 10^9 / \text{L}$ with a control value $(2.79 \pm 0.93) \cdot 10^9 / \text{L}$ ($p \leq 0.05$) and with a value at intact animals $(10.4 \pm 0.19) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood. In the blood leukogram, both in relative and absolute values, positive changes have occurred. The relative value of lymphocytes increased 1.4 times to $(70.1 \pm 2.3)\%$ against the control value $(50.65 \pm 14.65)\%$ and with the value of intact animals $(73.0 \pm 3.8)\%$ (Figure 1). More significant changes can be seen in the change in the absolute values of lymphocytes with the indicator $(4.8 \pm 0.05) \cdot 10^9 / \text{L}$ opposites to control value $(1.6 \pm 0.9) \cdot 10^9 / \text{L}$, which is a 3-fold difference ($p \leq 0.05$) and with the value of intact animals $(7.6 \pm 0.1) \cdot 10^9 / \text{L}$ (Figure 1). Positive dynamic was observed in the granulocyte leukocyte series, but within 8-10%.

Compound EEC.SEB/H reliably stimulated myelopoiesis of erythrocyte, platelet and leukocyte cell generation. Stimulation of erythropoiesis was effective and the level of erythrocytes on the 7th day of observation reached the value $(7.43 \pm 0.1) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood against the control indicator $(3.67 \pm 0.1) \cdot 10^9 / \text{L}$ of blood and with the value of intact animals $(7.5 \pm 0.28) \cdot 10^9 / \text{L}$ (Figure 2). The hemoglobin level reached the value of healthy animals $(121.0 \pm 1.0) \text{ g/L}$ with the control value $(96.0 \pm 1.0) \text{ g/L}$ and the value of intact animals $(140.7 \pm 4.3) \text{ g/L}$. And the hematocrit level was also very high $(37.8 \pm 0.91)\%$ against the control value $(28.1 \pm 0.84)\%$ and the value of intact animals $(39.8 \pm 0.91)\%$. The recovery in the leukocyte pool was not as intense as in the platelet (Figure 2). With the value of platelets after administration of benzopyrene $(70.5 \pm 4.3) \cdot 10^9 / \text{L}$, the level of platelets after administration of EEC.ESB/N increased to $(691.2 \pm 11.0) \cdot 10^9 / \text{L}$ against the control value $(447.0 \pm 5.1) \cdot 10^9 / \text{L}$ and values of intact animals $(660.0 \pm 25.0) \cdot 10^9 / \text{L}$. Similar changes occurred in terms of thrombocrit, average platelet volume and platelet distribution.

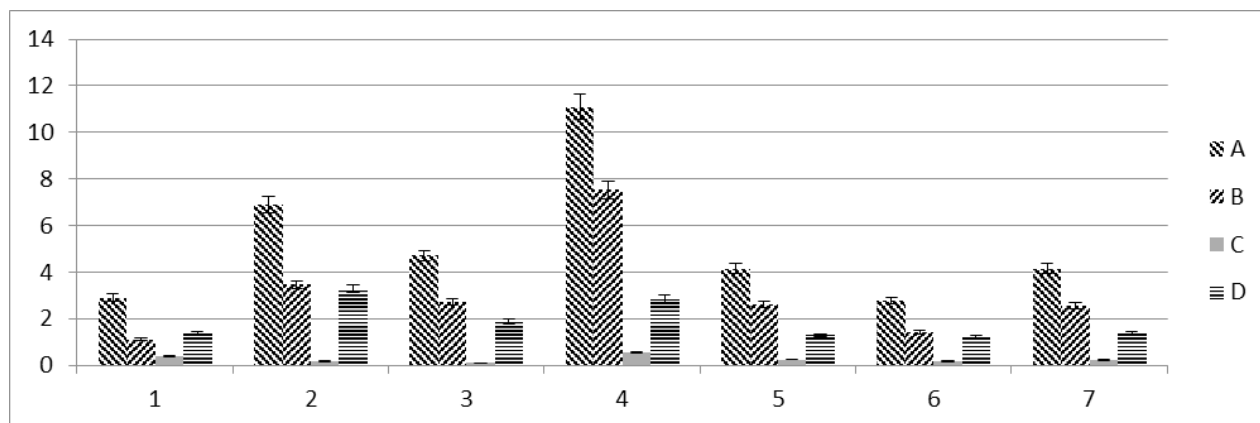


Figure 1 – Peripheral blood hemogram: total leukocyte indicators, $\cdot 10^9 / L$ (A), absolute lymphocyte evidence, $\cdot 10^9 / L$ (B), absolute monocytic eosinophilic indicators, $\cdot 10^9 / L$ (C), and absolute granulocytic indicators, $\cdot 10^9 / L$ (D). 1-data of the group with the introduction of the compound EES.SES/N, 2-data of the group with the introduction of the compound EES.SEB/N, 3-data of the group with the introduction of the compound CIE.SV, 4-data of intact animals, 5-data of the control group with pantohepatogen, 6-placebo group data with the introduction of nat. solution. The abscissa axis – the number of groups, the axis of ordinate- blood indicators.

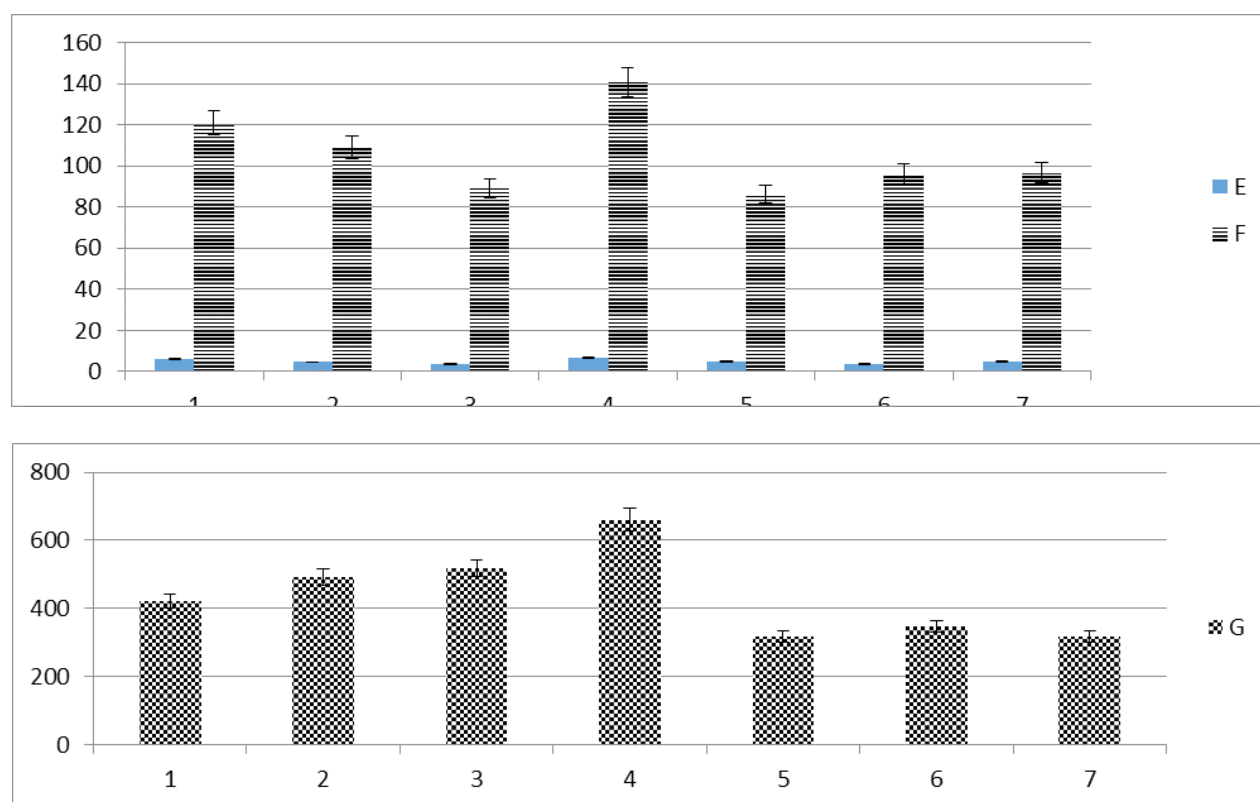


Figure 2 – Peripheral blood hemogram: total erythrocyte indicators, $\cdot 10^{12} / L$ (E) and hemoglobin index, g / L (F), total platelet indicators, $\cdot 10^9 / L$. 1-data of the group with the introduction of the compound EES.SES / N, 2-data of the group with the introduction of the compound EES.SEB/N, 3-data of the group with the introduction of the compound CIE.SV, 4-data of intact animals, 5-data of the control group with the introduction pantohepatogen, 6-placebo group data with the introduction of nat. solution. The abscissa axis – the number of groups, the axis of ordinate – blood indices.

When benzopyrene intoxication was observed a sharp decrease in blood parameters: erythrocyte, leukocyte, platelets. So immediately after the administration of benzopyrene the level of erythrocytes was $(4.93 \pm 0.5) \cdot 10^9/\text{L}$ with hemoglobin $(90.75 \pm 12.0) \text{ g/L}$, hematocrit $(21.21 \pm 7.79)\%$. After 7th days in the control group with the introduction of saline solution, the level of erythrocytes was $(3.67 \pm 0.1) \cdot 10^9/\text{L}$ with hemoglobin $(96.0 \pm 1.0) \text{ g/L}$, hematocrit $(28.1 \pm 0.84)\%$, i.e. not registered positive dynamics in the erythrocyte pool. A similar pattern was observed in the leukocyte cell pool. Immediately after intoxication, the level of leukocytes was $(2.37 \pm 0.16) \cdot 10^9/\text{L}$ of blood. After 7th days the level of leukocytes was $(2.79 \pm 0.93) \cdot 10^9/\text{L}$ with absolute lymphocytic index $(1.6 \pm 0.2) \cdot 10^9/\text{L}$ and absolute agranulocytes index $(1.5 \pm 0.9) \cdot 10^9/\text{L}$ and absolute granulocytes index $(0.65 \pm 0.3) \cdot 10^9/\text{L}$. Similar pattern was observed in the erythrocyte pool of cells. However, in the platelet pool of cells from a critical value $(70.5 \pm 4.3) \cdot 10^9/\text{L}$ of blood immediately after intoxication, the level of platelets after 7 days increased to $(447.0 \pm 51.0) \cdot 10^9/\text{L}$.

In a series of compounds derived from various plants, only compounds derived from plant *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk can effectively stimulate myelopoiesis of blood at benz(a)piren myelosuppression. Among series of compounds obtained from one plant of the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk only compound obtained from plant without heating (EEC.SEB/N) that showed high activity compared to the extract of the plant with heating (EES.SES/N). The next compound investigated on myelostimulating activity was a compound obtained from the plant *Suaeda microphylla* Pall., which received the code CIE.SV. It was inferior in activity to the compounds obtained from the plant *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk, but exceeded in activity at the compounds obtained from the plant *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. The compound CIE.CV very effectively stimulated platelet cell proliferation. The level of platelets after treatment was $(718.2 \pm 21.0) \cdot 10^9/\text{L}$ with a control value $(447.0 \pm 51.0) \cdot 10^9/\text{L}$ and the value of intact animals was $(660.0 \pm 25.0) \cdot 10^9/\text{L}$, i.e. platelet count exceeded the value of intact animals. Erythrocyte recovery with a rate of $(5.27 \pm 0.1) \cdot 10^{12} / \text{L}$, especially hemoglobin $(86.0 \pm 1.02) \text{ g/L}$, was not very effective (Figure 3). It should be noted that the recovery of leukocytes was slow, but

with a significant increase in lymphocytic index. With a total leukocyte index $(4.7 \pm 0.2) \cdot 10^9/\text{L}$, the relative lymphocyte count was $(78.2 \pm 5.5)\%$ with an absolute value $(3.7 \pm 0.05) \cdot 10^9/\text{L}$ (Figure 3). At the same time, in intact animals the relative value of lymphocytes was $(73.0 \pm 3.8)\%$ with an extreme variation $(70-75)\%$, and the absolute value was $(7.6 \pm 0.1) \cdot 10^9/\text{L}$, i.e. CIE.SV compound very effectively and quickly stimulated the proliferation and release of lymphocytic cells into peripheral blood.

In a series of activity of the newly synthesized compounds, the compounds obtained from the plant *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. were in third place. Among three compounds more active was the COFL compound. It stimulated erythrocyte- thrombocyte- and leukopoiesis. During the stimulation of erythropoiesis, the level of erythrocytes reached the value $(5.94 \pm 0.12) \cdot 10^9/\text{L}$ of blood with the control value $(3.67 \pm 0.1) \cdot 10^9/\text{L}$ (Figure 4). The hemoglobin level was $(99.0 \pm 0.1) \text{ g/L}$ with a control value $(96.0 \pm 1.0) \text{ g/L}$, i.e. despite an increase in the erythrocyte pool, hemoglobin levels did not increase. It could also be noted in other values of the erythrocyte pool: the average volume of erythrocytes, the average hemoglobin content, the width of the distribution of erythrocytes, etc. The values in the group of administration of the compound COFL did not differ from the control values. Similar changes were observed in the platelet pool. There was an increase in the total platelet count to $(881.0 \pm 86.0) \cdot 10^9/\text{L}$ of blood, which was 2-fold difference from the control value $(447.0 \pm 51.0) \cdot 10^9/\text{L}$ of blood. The value of the total leukocyte index increased to $(5.1 \pm 0.18) \cdot 10^9/\text{L}$ (Figure 4). But the absolute value of the lymphocytic population was $(58.11 \pm 5.0)\%$ with the control value $(50.65 \pm 14.65)\%$ and the value of intact animals $(73.0 \pm 3.8)\%$. The absolute and relative values of granulocytes did not differ from the control group: $(43.2 \pm 1.86)\%$ against $(43.35 \pm 9.3)\%$ and $(2.1 \pm 0.03) \cdot 10^9/\text{L}$ against $(1, 13 \pm 0.13) \cdot 10^9/\text{L}$, respectively. According to the studied compounds, it can be concluded that the compounds as effective.

Having caused an artificial immunosuppressive syndrome, animals were treated with new compounds of plant origin. The compounds were obtained from the following plants: *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk, *Suaeda microphylla* Pall., *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. The compounds were obtained by water – ethyl and water extraction of plants, with and without heating.

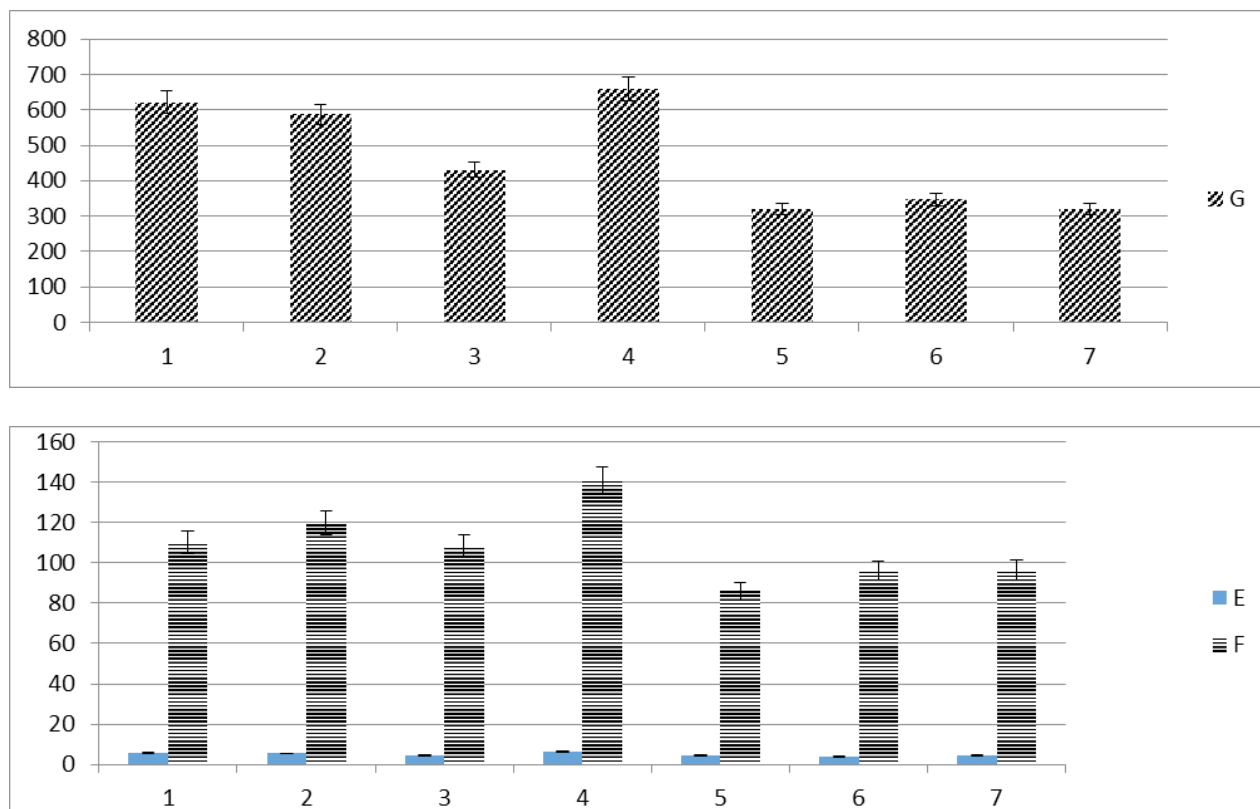


Figure 3 – Peripheral blood hemogram: total erythrocyte indicator, $\cdot 10^{12}/L$ (E) and hemoglobin index, g / L (F), total platelet indicator, $\cdot 10^9 / L$. 1-data of the group with the introduction of the compound COFL, 2-data of the group with the introduction of the compound COBE, 3-data of the group with the introduction of the compound COLE, 4-data of the intact animals, 5-data of the control group with the introduction of pantohepatogen, 6-data of the placebo group with the introduction of physical solution. Abscissa axis – numbers of groups, axis of ordinats – blood indicators.

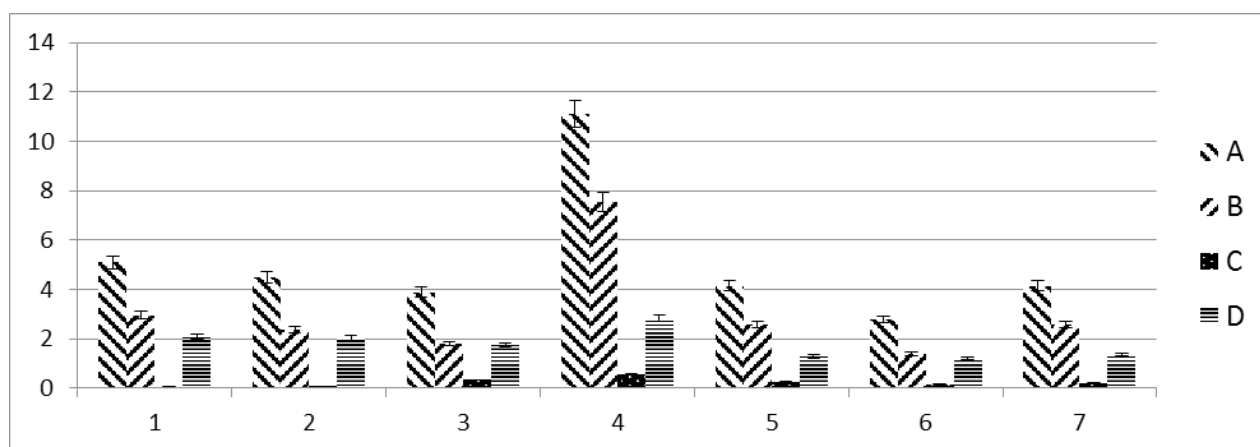


Figure 4 – Peripheral blood hemogram: total leukocyte indicator, $\cdot 10^9 / L$ (A), absolute lymphocyte evidence, $\cdot 10^9 / L$ (B), absolute monocyte eosinophilic indicator, $\cdot 10^9 / L$ (C), and absolute granulocytic indicator, $\cdot 10^9 / L$ (D). 1-data of the group with the introduction of the compound COFL, 2-data of the group with the introduction of the compound COBE, 3-data of the group with the introduction of the compound COLE, 4-data of the intact animals, 5-data of the control group with the introduction of pantogematogen, 6-data of the placebo group with the introduction of physical solution. The abscissa axis – the number of groups, the axis of ordinate- blood indices.

Thus, among the activity of compounds derived from plants of the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk, *Suaeda microphylla* Pall., *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. the most active ones obtained from the plant *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk should be distinguished. In a series of compounds obtained from the plant of the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk should be isolated extract EEC. SEB/N, not passed thermal heating. It effectively stimulated erythropoiesis, thrombocytopoiesis, and leukopoiesis, it equally effectively increased the values of granulocyte and agranulocyte leukocytes.

The extract obtained from the same plant of the *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk, but which the last heating (EEC.SES/N) practically did not stimulate platelet and leukocyte cell proliferation. The next most active was the extract obtained from *Suaeda microphylla* Pall.- CIE. SV. It was inferior in activity to the compounds obtained from the plant *Halostachys caspica* (Pall) C.A.Mey.ex Schrenk, but it was more active than the compounds obtained from the plant *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. Compounds extracted from plant *Climacoptera obtusifolia* (Schrenk) Botsch. did not stimulate leuko- and erythropoiesis.

Литература

- Алмазов В.А., Афанасьев Б.В., Зарицкий А.Ю., Шишков А.Л. Лейкопения. – М., 1981. – С. 208-240.
 Астрахан В.И., Гарин А.М., Личиницер М.Р. Общая характеристика и классификация побочного действия противоопухолевых лекарств. В кн.: Побочное действие лекарственных средств. – М., 1976. – С. 207 – 213.
 Баранов А.Е., Бриллиант М.Д., Воробьев А.И. Лечение цитостатической болезни // Тер. арх. – 1975. – № 6. – С. 79 – 87.
 Файнштейн Ф.Э. Цитостатическая болезнь и агранулоцитозы. В кн.: Болезни системы крови. – Ташкент: Медицина, 1980. – С. 460 – 469.
 Fujisaki F., Aki H., Naito A., Fukami E., Kashige N., Miake F., Sumoto K. Synthesis of new 5-substituted hydantoins and symmetrical twin-drug type hydantoin derivatives // Chem. Pharm. Bull. – 2014. – P. 429-448.
 Giemsa, G. Eine Vereinfachung und Vervollkommnung meiner Methylenazur-Methylenblau-Eosin-Färbemethode zur Erzielung der Romanowsky-Nochtschen Chromatinfärbung // Centralbl. f. Bakt. – 1904. – P.308–311
 Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 19 ноября 2009 года № 745 «Об утверждении Правил проведения доклинических (неклинических) исследований биологически активных веществ».
 Pedregal C., Trigo G.G., Espada M. Utilisation des plans factoriels fractionnaires pour l'étude de la réaction de Bucherer-Bergs: synthèse de la cyclohexanespirohydantoine // J. Heterocyclic Chem. – 1984. – P. 1527-1531
 Kharkevich D.A. Pharmacology // GEOTAR-MED, Moscow (in Russian) ISBN. – 2010. – P. 429-438.
 Воробьев А.И., Бриллиант М.Д., Баранов А.Е. Цитостатическая болезнь (к вопросу о лекарственных агранулоцитозах) // Тер. арх. – 1975. – № 6 – С. 3-11.
 Воробьев А. И., Бриллиант М. Д. Терапия осложнений цитопенического синдрома. В кн.: Патогенез и терапия лейкозов. – М.: Медицина, 1977. – С. 153-163.

References

- Almazov V.A., Afanasyev B.V., Zaritsky A.Y., Shishkov A.L. (1981) Lejkopeniya [Leukopenia]. Medicine, Russia. pp. 208-240.
 Astrakhan V.I., Garin A.M., Lichinitser M.R. (1976) Obshchaya harakteristika i klassifikaciya pobochno go dejstviya protivopuholevykh lekarstv. V kn.: Pobochnoe dejstvie lekarstvennykh sredstv [General characteristics and classification of the side effects of anticancer drugs. In the book: Side effects of drugs]. Medicine, Russia. pp. 207 – 213
 Baranov A.E., Brilliant M.D., Vorobiev A.I. (1975) Lechenie citostaticheskoy bolezni [Treatment of cytostatic disease] Ter Arch., № 6, pp. 79 – 87.
 Fainshtein F.E. (1980) Citostaticheskaya bolezni i agranulocitozy. V kn.: Bolezni sistemy krovi [Cytostatic disease and agranulocytosis. In the book: Diseases of the blood system]. Medicine, Uzbekistan. pp.460 – 469.
 Fujisaki F., Aki H., Naito A., Fukami E., Kashige N., Miake F., Sumoto K. (2014) Synthesis of the new 5-substituted-hydantoins and symmetrical twin-drug type-hydantoin derivatives. Chem Pharm Bull. pp. 429-438.
 Giemsa G.(1904) Eine Vereinfachung und Vervollkommnung meiner Methylenazur-Methylenblau-Eosin-Färbemethode zur Erzielung der Romanowsky-Nochtschen Chromatinfärbung. Centralbl. f. Bakt. pp.308–311.
 Kharkevich D.A., (2010) Pharmacology. GEOTAR-MED, Russia, ISBN 978-5-9704-1568-9. pp.25-29
 Prikaz Ministra zdravooohraneniya Respubliki Kazahstan ot 19 noyabrya 2009 goda № 745 «Ob utvzhrzhenii Pravil provedeniya doklinicheskikh (neklinicheskikh) issledovaniy biologicheskikh aktivnykh veshchestv» [Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated November 19, 2009 N. 745 “O-n approval of the Rules for conducting preclinical (non-clinical) studies of biologically active substances”]
 Pedregal C., Trigo G.G., Espada M. (1984) Utilisation des plans, factoriels fraction of the reaction of Bucherer-Bergs: synthèse de la cyclohexanespirohydantoine. J Heterocyclic Chem. pp. 1527-1531
 Vorobyov A.I., Brilliant M.D., Baranov A.E.(1975) Citostaticheskaya bolezni (k voprosu o lekarstvennykh agranulocitozah) [Cytostatic disease (on the issue of medicinal agranulocytosis)] Ter Arch. pp. 3-11.
 Vorobyov A.I., Brilliant M.D. (1977) Terapiya oslozhnenij citopenicheskogo sindroma. V kn.: Patogenez i terapiya lejkozov [Therapy of complications of the cytopenic syndrome. In the book: Pathogenesis and therapy of leukemia]. Medicine, Russia, pp.153 – 163.

Inelova Z.¹, Nesterova S.², Yerubaeva G.³, Zaparina Ye.⁴, Aitzhan M.⁵

¹Acting Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, e-mail: Zarina.Inelova@kaznu.kz

²Professor, Doctor of Biological Sciences, e-mail: svetlana.nesterova.2012@mail.ru

³Acting Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, e-mail: g.yerubayeva@turanedu.kz

⁴trainee researcher, e-mail: zaparina.elena06@gmail.com

⁵first year doctoral student, e-mail: mentay1000@gmail.com

^{1,4,5}Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²Turan University, Kazakhstan, Almaty

³Research Institute of Ecology, Kazakhstan, Almaty

ECOLOGICAL ANALYSIS OF PLANTS IN ALMATY REGION (Enbekshikazakh and Talgar districts)

This article presents the results of a study obtained during an ecological analysis of the flora of the Almaty region (using the example of Talgar and Enbekshikazakh regions). Plants are a vulnerable component of biota, as they are the primary link in the food chain and play a major role in absorbing various pollutants due to their attachment to the soil substrate. Plants grow and develop under the influence of a variety of factors. Natural settlement of plants leads to the formation of plant communities, which can be used to judge about the state of biodiversity of a particular region. In this regard, the inventory and analysis of the flora of any region have been, is and will always be relevant. One of the global tasks of our time is to study the problems and preserve biological diversity. The aim of the work was to conduct an ecological analysis of the flora of Almaty region (on the example of Talgar and Enbekshikazakh districts), reflecting the characteristics of the environment and a variety of living conditions. Flora was studied using traditional methods of floristic and field geobotanical studies. The distribution of plant species of Almaty region by life forms showed that the predominant are perennials (1009 species or 65.5%), annuals (266 species or 17.3%) and shrubs (101 species or 6.5%). The smallest part of species belongs to biennial plants (80 species or 5.2%), trees (46 species or 3%), and suffrutices (17 species or 1.1%), a small number are semi-frutex (9 species or 0.6%), dwarf semishrub (8 species or 0.5%), lianas (4 species or 0.2%) and 1 species, which is 0.01% of the total number of trees. As a result of the ecological analysis of the flora of Almaty region, which is based on the classification of groups in relation to soil moisture, revealed that the majority are mesoxerophytes (770 species or 49.9%), xerophytes (309 species, which is 20.05%), mesophytes (278 species or 18.04% of the total number of species), xeromesophytes (154 species or 9.9%). A smaller part of the flora of the region is composed of hygromesophytes (16 species of ili1, 03 %) and mesohygrophytes (14 species, which is 0.9%).

Key words: flora, Almaty region, ecological analysis, life forms, ecological groups.

Инелова З.А.¹, Нестерова С.Г.², Ерубеева Г.К.³, Запарина Е.Г.⁴, Айтжан М.⁵

¹биология ғылымдарының кандидаты, доцент міндетін атқарушы, e-mail: Zarina.Inelova@kaznu.kz

²биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: svetlana.nesterova.2012@mail.ru

³биология ғылымдарының кандидаты, доцент міндетін атқарушы, e-mail: g.yerubayeva@turan-edu.kz

⁴стажер-зерттеуші, e-mail: zaparina.elena06@gmail.com

⁵1 курс докторанты, e-mail: mentay1000@gmail.com

^{1,4,5}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²Университеті «Тұран», Қазақстан, Алматы қ.

³Экология мәселелер жөніндегі ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

Алматы облысының өсімдіктерін экологиялық талдау (Талғар және Еңбекшіқазақ аудандары бойынша)

Берілген мақалада Алматы облысында (Талғар және Еңбекшіқазақ аудандары бойынша) жүргізілген өсімдіктерінің экологиялық анализінің зерттеу нәтижелері көрсетілген. Өсімдіктер – биотаның осал компоненті, өйткені олар трофикалық тізбектің бастапқы буыны болып

табылады және субстратқа бекітілуі салдарынан әртүрлі ластаушы заттарды сіңіруде негізгі рөл атқарады. Өсімдіктер әртүрлі факторлар кешенінің әсерінен өсіп, дамиды. Өсімдіктердің табиғи қоныстануы нақты өңірдің биоәртүрлілігінің жай-күйі туралы айтуға болатын өсімдік қоғамдастықтарының пайда болуына әкеп соғады. Осыған байланысты кез келген аймақтың флорасын инвентаризациялау және талдау әрдайым өзекті болды және болады. Қазіргі заманның жаһандық міндеттерінің бірі биологиялық алуантүрліліктің проблемаларды зерттеу және оны сақтау болып табылады. Жұмыстың мақсаты – Алматы облысының флорасына экологиялық талдау жасау (Талғар және Еңбекшіқазақ аудандары). Флораны зерттеу кезінде дәстүрлі далалық геоботаникалық зерттеу әдістері пайдаланылды. Алматы облысындағы өсімдіктердің тіршілік түрлері бойынша таралуында көпжылдықтар (1009 түр немесе 65,5%), біржылдықтар (266 түр немесе 17,3%) және бұталар (101 түр немесе 6,5%) басым болғанын көрсетті. Зерттелінген түрлердің аз бөлігі екіжылдықтарға (80 түр немесе 5,2%), ағаштарға (46 түр немесе 3%) және жартылай бұталарға (17 түр немесе 1,1%), өте аз мөлшерде бұташалар (9 түр немесе 0,6%), жартылай бұташалар (8 түр немесе 0,5%), лианалар (4 түр немесе 0,2%) және 1 түр жалпы мөлшердің 0,01% ағашқа жатады. Топырақтың ылғалдылығына байланысты Алматы облысының (Талғар және Еңбекшіқазақ аудандары) флорасының басым бөлігін мезоксерофиттер (770 түр немесе 49,9 %), ксерофиттер (309 түр немесе 20,05 %), мезофиттер (278 түр немесе 18,04 %), ксеромезофиттер (154 түр немесе 9,9 %) құрайды. Аймақтың аз бөлігі гигромезофиттермен (16 түр немесе 1,03 %), мезогигрофиттерден (14 түр немесе 0,9 %) тұрады.

Түйін сөздер: Алматы облысы, экологиялық анализ, тіршілік формалары, экологиялық топтар.

Инелова З.А.¹, Нестерова С.Г.², Ерубайева Г.К.³, Запарина Е.Г.⁴, Айтжан М.Ү.⁵

¹кандидат биологических наук, и.о. доцента, e-mail: Zarina.Inelova@kaznu.kz

²Доктор биологических наук, профессор, e-mail: svetlana.nesterova.2012@mail.ru

³кандидат биологических наук, исполняющий обязанности доцента, e-mail: g.yerubayeva@uran-edu.kz

⁴стажер-исследователь, e-mail: zaparina.elena06@gmail.com

⁵докторант 1 курса, e-mail: mentay1000@gmail.com

^{1,4,5}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Университет «Туран», Казахстан, г. Алматы

³Научно-исследовательский институт проблем экологии, Казахстан, г. Алматы

Экологический анализ растений Алматинской области (на примере Талгарского и Енбекшиказахского районов)

В данной статье представлены результаты исследования, полученные в ходе проведения экологического анализа флоры Алматинской области (на примере Талгарского и Енбекшиказахского районов). Растения – уязвимый компонент биоты, так как они являются первичным звеном в трофической цепи и выполняют основную роль в поглощении разнообразных загрязнителей вследствие их прикрепленности к субстрату. Растения растут и развиваются под воздействием комплекса различных факторов. Естественное заселение растений приводит к образованию растительных сообществ, по которым можно судить о состоянии биоразнообразия конкретного региона. В связи с этим инвентаризация и анализ флоры любого региона были, есть и будут всегда актуальными. Одной из глобальных задач современности является изучение проблем и сохранение биологического разнообразия. Целью работы было провести экологический анализ флоры Алматинской области (на примере Талгарского и Енбекшиказахского районов), отражающий характерные особенности среды и разнообразные условия существования. Флора изучалась с использованием традиционных методов флористических и полевых геоботанических исследований. Распределение видов растений Алматинской области (Талгарского и Енбекшиказахского района) по жизненным формам показало, что преобладающими являются многолетники (1009 видов, или 65,5%), однолетники (266 видов, или 17,3%) и кустарники (101 вид, или 6,5%). Наименьшая часть видов относится к двулетникам (80 видов, или 5,2%), деревьям (46 видов, или 3 %), и полукустарникам (17 видов, или 1,1%), незначительное количество составляют кустарнички (9 видов, или 0,6%), полукустарнички (8 видов, или 0,5%), лианы (4 вида, или 0,2%) и 1 вид, что составляет 0,01% от общего количества приходится на долю дерева. В результате экологического анализа флоры Алматинской области, в основу которого принята классификация групп по отношению к влажности почв, выявлено, что большую часть составляют мезоксерофиты (770 видов, или 49,9 %), ксерофиты (309 видов, что составляет 20,05 %), мезофиты (278 видов, или 18,04 % от общего количества видов), ксеромезофиты (154 вида, или 9,9 %). Меньшую часть флоры региона составляют гигромезофиты (16 видов, или 1,03 %) и мезогигрофиты (14 видов, что составляет 0,9%).

Ключевые слова: Алматинская область, экологический анализ, жизненные формы, экологические группы.

Introduction

In recent decades, all studies on flora and vegetation have focused on the conservation of biodiversity at different levels of its structural organization (species, population, cenotic, ecosystem, landscape) [1-4].

Kazakhstan, as a party to the Convention on the conservation of biological diversity, has its obligations to preserve biological diversity. In accordance with the UN Convention on biodiversity, the first stage for conservation is inventory [5].

In recent years, the study of biodiversity of terrestrial plants of Almaty region has been devoted to a number of scientific works and conducted numerous field studies [6-11].

The flora of Kazakhstan, including the flora of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh district), is characterized by a rich gene pool and unique reserves of useful plants, primarily wild species with medicinal properties, a significant part of which is promising for the study of chemical composition and biologically active substances, which are high-tech and competitive products, which are in increasing demand in the world market [12].

Plants are a vulnerable component of biota, as they are the primary link in the food chain and play a major role in the absorption of a variety of pollutants due to their attachment to the soil substrate. Plants grow and develop under the influence of a complex of different factors. Natural settlement of plants leads to the formation of plant communities, which can be judged on the state of biodiversity in a particular region [13-18].

In this regard, the inventory and analysis of the flora of any region, in particular the Almaty region (Talgat, Enbekshikazakh districts), were, and will always be relevant. The problem of the study and conservation of biological diversity is a global task of our time. This is especially important for the natural complex of Almaty region (Talgat, Enbekshikazakh districts), which is characterized by a rich Fund of biological diversity.

Materials and methods

A list of field expedition research routes for the study of the flora of Almaty region (on the example of Talgat and Enbekshikazakh districts) (figure 1) for the period of 2018 has been developed.

The material of the research was the herbarium material of the Department of biodiversity and bio-resources of the al-Farabi Kazakh National University, as well as its own collections of species composition of plants carried out for the period of 2018.

Classical methods of floristic and geobotanical studies were used. Several expeditions were conducted to Almaty (Talgat and Enbekshikazakh regions) region, including spring, summer and autumn periods. As a result, more than 2000 herbarium sheets of higher vascular plants were collected. Treatment, determination and comparison of plants were carried out using morphological and geographical method.

In the field, the flora was studied using traditional methods of floristic research.

In determining the herbarium samples were used as sources of "Flora of Kazakhstan", "Illustrated determinant of plants of Kazakhstan", the definition of families and genera was carried out with the help of "Flora of Kazakhstan" M.S. Baitenov [19-21].

The location of species and supraspecific categories in the flora and floristic spectrum carried out according to the system of A. L. Takhtajan [22]. The spelling of Latin names, the nomenclatural changes of the taxa were verified in accordance with S. K. Cherepanov [23].

Results and discussions

As a result of the analysis of the species composition of plants, compiled on the basis of own and literary data, the flora of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh district) includes 554 genera and 1541 species from 114 families [7,21, 24].

Plants grow and develop under the influence of a complex set of factors simultaneously acting on them, causing adaptive reactions. The struggle for moisture was the main impetus for the evolution of the plant world, as evidenced by the history of the formation of modern flora of different regions of the globe (since the Cretaceous period) [25].

So, in relation to water, the following ecological groups are distinguished: hydrophytes, hygrophytes, mesophytes, xerophytes [26].

Since the flora of the study area is constantly changing and depends on the water regime, we have identified 6 groups in the study area: mesohygrophytes, hygromesophytes, mesophytes, mesoxerophytes, xeromesophytes and xerophytes (table 1).

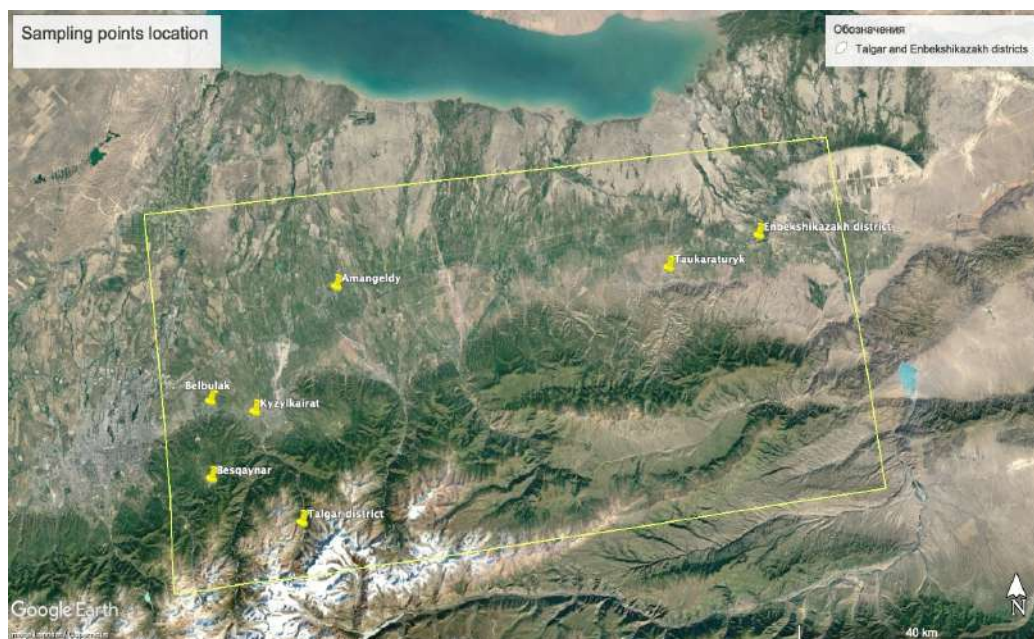


Figure 1 – Sampling points location

Table 1 – Distribution of flora species in Almaty region (Talgar and Enbekshikazakh districts) according to habitat types

Ecological type	Type of place of growth	Number of species	% of the total number of species
Mesoxerophytes	From a periodic lack of moisture	770	49,9
Xerophytes	With strong lack of moisture	309	20,05
Mesophytes	With sufficient moisture	278	18,04
Xeromesophytes	With periodic dryness	154	9,9
Hygrophytes	Periodically over a highly supersaturated	16	1,03
Mesohygrophytes	Periodically a highly supersaturated	14	0,9
Total:		1541	100

As a result of the ecological analysis of the flora of Talgar and Enbekshikazakh districts, which is based on the classification of groups in relation to soil moisture, revealed that most plants were of the mesoxerophytes (770 species or 49.9 %). These are the plants adapted to conditions slightly less than average on the amount of moisture in the soil. They are intermediate between xerophytes and xeromesophyte [27-28]. Mesoxerophytes typical for sand and clay mining areas, and of riparian forests. This is *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Bess., *Papaver pavoninum* Schrenk and others.

The second place is occupied by xerophytes (309 species, 20.05 %), plant species adapted to live in conditions with periodically insufficient moisture or with a constant lack of moisture. They are adapted to life in conditions of low water supply.

Xerophytes are plants of dry habitats that can tolerate a significant lack of moisture – in soil and in atmospheric. To this group belong species mountain territories, of the dry steppes. They have various adaptations to the conditions of lack of moisture: a highly developed root system, developed a water supply system (i.e., the leaves have a dense arrangement of veins), strongly reduced leaf blades, have powerful cover tissues (thick-walled, multi-layered epidermis with outgrowths and hairs that form a thick “felt” pubescence) [29]. Xerophytes include *Ephedra equisetina* Bunge and other plants.

The third ecological type – are mesophytes (278 species or 18.04 %) – species adapted to life in conditions of average water supply (average soil and air humidity). Plants of this ecological group are typical for floodplains of rivers and tugay. This

species such as *Clematis songarica* Bunge, *C. glauca* Willd., *Thalictrum alpinum* L., *Th. simplex* L., and others. The same group includes ephemera and ephemeroids [30], which form the spring flora.

The fourth place are occupied xeromesophytes. This is an intermediate ecological type between mesophytes and mesoxerophytes in the flora of the Trans-Ili Alatau. They are in the flora of the study region 154 species or 9.9 %. These are plants adapted to conditions with moisture reserves in the soil slightly below average. Xeromesophytes live in conditions with periodically dry habitats. These are *Delphinium camptocarpum* Fish. Et C.A. Mey., *Hypecoum parviflorum* Kar. et Kir., *H. Trilobum* Trautv. and other plants.

A smaller part of the flora of the region is composed of hygromesophytes (16 species or 1.03 %) and mesohygrophytes (14 species or 0.9%). Hygromesophytes are *Potentilla supine* L., *Veronica anagallis-aquatic*, *Cyperus glomeratus* L. and other plants.

Thus, the conducted ecological analysis of the flora of the region showed us all the variety of ecological types. The dominance of mesoxerophytes, xerophytes and mesophytes indicates the intracontinental position of the study region.

We have analyzed the life forms of flora of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh district). Under the life form means a set of adult individuals of this species in certain growing conditions, with a kind of common appearance (habitus),

including above-ground and underground organs (underground shoots and root system). The analysis of life forms of species of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh district) is presented in the figure 2. Among the plants growing in this area there are perennial, biennial, annual, suffrutices, shrubs, dwarf semishrubs, semifrutex, trees, saplings and lianas. The distribution of plant species of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh districts) by life forms showed that the predominant are perennial (1009 species or 65, 5%), annual (266 species or 17.3%) and shrubs (101 species or 6.5%). The smallest part of species belongs to biennial (80 species or 5.2%), trees (46 species or 3%), and suffrutices (17 species or 1.1%), a small number are semifrutex (9 species or 0.6%), dwarf semishrubs (8 species or 0.5%), lianas (4 species or 0.2%) and 1 species – saplings, which is 0.01% of the total number of studied plant species.

The analysis of life forms according to I. G. Serebryakov showed that the basis of the flora of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh districts) are herbaceous polycarpics of 1086 species, which is 70.5% of the total, monocarpics are represented by 266 species or 17.3%, shrubs are represented by 101 species or 6.5%, trees – 47 species, which is 3%, the share of suffrutices and dwarf semishrubs accounts for 1.6 % (45 species), shrubs-9 species or 0.6%, the smallest number of plant species is represented by Saprophytic and parasitic herbaceous perennials-7 species or 0.4 %.

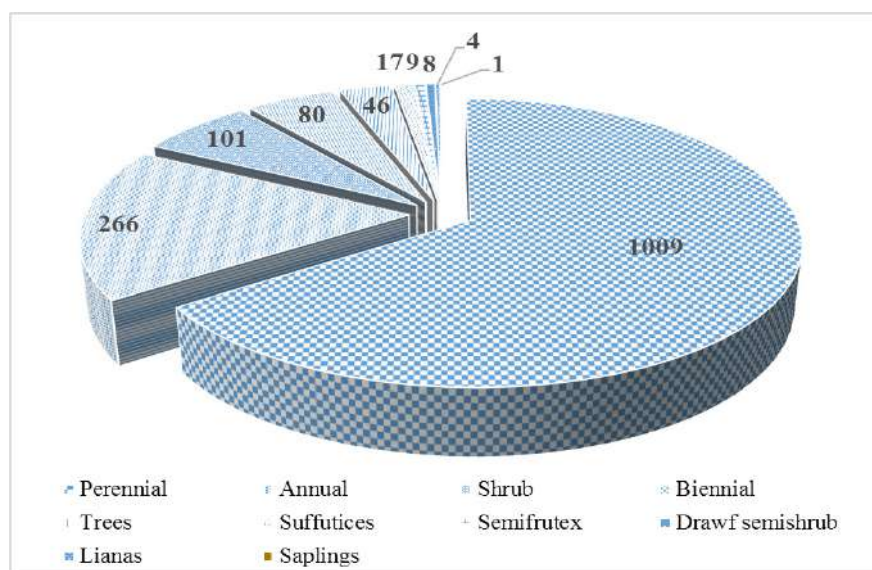


Figure 2 – Life forms of plants of Almaty region

Table 2 – Distribution of species of flora of Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh district) by I. G. Serebryakov

Life-form	Number of species	% of the total number of species
I. Trees (sapling)	47	3,0
II. Shrub	101	6,5
III. Semifrutex	9	0,6
IV. Suffrutices and dwarf semishrub	25	1,6
V. Herblike polycarpous	1086	70,5
VI. Saprophytic and parasitic herbaceous perennial	7	0,4
VII. Herbaceous polycarpics	266	17,3
Total	1541	100

Table 3 – Distribution of flora species of Almaty region by “biological types” of K. Raunkier

«Biological types» of Raunkier	Number of species	% of the total number of species
Phanerophytes	152	9,86
Chamaephytes	34	2,21
Hemicryptophytes	921	59,77
Cryptophytes	188	12,20
Therophytes	246	15,96
Total:	1541	100

According to the classification of K. Raunkier [31], the distribution of plant species of Almaty (Talgat and Enbekshikazakh districts) region by life forms showed that the vast majority are hemicryptophytes (921 species, which is 59.77% of the total), followed by therophytes (246 species or 15.96%), cryptophytes (188 species or 12.20%), phanerophytes (152 species or 9.86%), chamaephytes (34 species or 2.21 %) (Table 4).

Conclusion

Thus, on the basis of research and analysis of the results of the data the following conclusions.

Based on the analysis of literature data, viewing the herbarium Fund of the Institute of Botany and Phytointroduction of Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan, as well as their own research on the study and collection of plants in the Almaty region (Talgat and Enbekshikazakh district) for the first time compiled annotated list of flora, including 1541 species belonging to 554 genera and 114 families.

6 ecological groups of plants, among which the leading place is occupied by mesoxerophytes (770 species), which is typical for this territory is identified.

The analysis of life forms of Almaty region (on the example of Talgat and Enbekshikazakh districts) showed all the variety of life forms with the predominance of herbaceous polycarpics and monocarpic herbs, which is a typical feature of the studied flora.

According to the system of K. Raunkier, the overwhelming number of species belongs to the groups of hemicryptophytes (921 saw 59.77%) and therophytes (246 species or 15.96 %).

Due to the fact that flora is a defining part of ecosystems and is subject to changes over time, it serves as an indicator of changes, and its current state is the result of phenomena that occurred earlier under the influence of natural and anthropogenic factors. Therefore, it is necessary development of monitoring and forecasting of the situation in order to improve it.

References

- Lebedeva N.V., Krivolutsky D.A., Puzachenko Yu.G. Geography and monitoring of biodiversity. – M.: Scientific and methodological center. – 2002. – P. 432–435.
- Bracken MES, Friberg SE, Gonzalez-Dorantes CA, Williams SL. Functional consequences of realistic biodiversity changes in a marine ecosystem // *Ecol. Lett.* – 2008. – P.924–928.
- Isbell F et al. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services // *Nature*. – 2011. – 477p.
- Reich PB, Tilman D, Isbell F, Mueller K, Hobbie SE, Flynn DFB, Eisenhauer N. Impacts of biodiversity loss escalate through time as redundancy fades. *Science*. – 2012. – No 336. –P.589–592
- Convention on Biological Diversity: approved. UN June 9, 1992.
- Ivashchenko A.A. Nature reserves and national parks of Kazakhstan. – Almaty: Almaty Kitap. – 2006. – P.284.
- Ivashchenko A.A. Materials for the flora of the Ile-Alatau National Park and adjacent territories // *Tr. Ile-Alatau National Park*. – Astana. – 2015. – No 1. – P.29-71.
- Ivashchenko A.A. Rare plants and plant communities of the Ile-Alatau National Park: distribution and state // *Scientific. journals Terra*. – 2012. – No 2. – P.53-65.
- Baytulin I.O., Ogar N.P., Nesterova S.G., Inelova Z.A. Flora Ileisk Alatau. – Almaty: Kazakh university. – 2017. – P.196 p.
- Inelova Z., Nesterova S., Kokoreva I. Plant biodiversity in Aksay gorge of Trans-Ili Alatau. First European Symposium // *Research, conservation and management of biodiversity in the European seashores (RCMBES)*, Primarsko. – 2017. –P.49.
- Nesterova S., Kokoreva I., Inelova Z., Yerubayeva G. «Effect of recreational activities on the main plant communities of the Trans-Ili Alatau» // 17-th International multidisciplinary scientific geoconference (SGEM), Ecology and Environmental Protection, Albena, Bulgaria. –2017. –No 52. – P.289-296.
- Grudzinskaya L.M., Gemedzhieva N.G. List of officinalplants of Kazakhstan. – Almaty, 2012. – P. 139.
- Cunningham S.D., Ow D.W. Promises and Prospects of Phytoremediation // *Plant Physiol.* – 1996. – Vol. 110. – P. 715-719.
- Barkley T. Floristic studies in contemporary botany. Madroño. – 2000. –No 47. –P.253-258.
- Hudaberdi M., Nurbay A. The Features of the Vegetation and the Eco-Geography of the Taklamakan Desert in Xinjiang // *China, Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*. – 2000. –Vol. 121 –P.52-61.
- Handa IT et al. Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes // *Nature*. – 2014. –Vol. 509. – P. 218–221.
- Hillebrand H, Matthiessen B. Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research // *Ecol. Lett.* –2009. – Vol. 12. –P.1405–1419.
- Yasuhara M, Doi H, Wei C-L, Danovaro R, Myhre SE. Biodiversity– ecosystem functioning relationships in long-term time series and palaeoecological records: deep sea as a test bed // *Phil. Trans. R. Soc.* – 2016. – 371p.
- Pavlov N.V. Flora of Kazakhstan. – Alma-Ata: Science, 1956-1967. – Vol. 1-9.
- Goloskokov V.P. Illustrated determinant of plants of Kazakhstan. – Alma-Ata: Science, 1969-1972. – Vol.1-2.
- Baitenov M.S. Flora of Kazakhstan. – Almaty: Science, 2001. – Vol. 1-2.
- Tahtajan A.L. Magnoliophyte system. – L.: Science, 1987. – 439 p.
- Cherepanov S.K. Vascular plants of the USSR. – L.:Science, 1981. – 509 p.
- Baitenov MS, Kudabayeva G.M., Myrzakulov P.M., Toguzakov B.ZH. Flora of the Alma-Ata Reserve. – Alma-Ata: Gylym, 1991. – 154 p.
- Chunbo H., ZhixiangZh., Changhui P. How is biodiversity changing in response to ecological restoration in terrestrial ecosystems // *Science of the Total Environment*. – 2018. – 9 p.
- Lotova L.I. Botany. Morphology and anatomy of higher plants. – M.: Kom Kniga, 2007. – P. 295-306.
- Serebryakov I.G. Ecological morphology of plants. – M.: High School, 1962. – 377 p.
- Archibold O. Ecology of World Vegetation. – London: Chapman and Hall. – 1995. – 510p.
- Michael H. «Xeromorphic» // *The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms*, Clive King, Cambridge University Press, 2001. – 156 p.
- Serebryakov I.G. Ecological groups and life forms of plants. – Moscow, 1978. – P. 431-461.
- Raunkier C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press. – 1934. – 632 p.

References

- Archibold O. (1995) Ecology of World Vegetation. London: Chapman and Hall, P.510.
- Baitenov MS, Kudabayeva G.M., Myrzakulov P.M., Toguzakov B.ZH. (1991) Flora Alma-Atinskogo zapovednika [Flora of the Alma-Ata Reserve]. Alma-Ata: Gylym, 154 p.
- Baitenov M.S. (2001) Flora Kazahstana [Flora of Kazakhstan]. Almaty: Lent, vol.1, pp.245-251.
- Barkley T. (2000) Floristic studies in contemporary botany. Madroño, vol.47, pp.253-258.
- Baytulin I.O., Ogar NP, Nesterova S.G., Inelova Z.A. (2017) Flora Ileyskogo Alatau [Flora of the Trans Ili Alatau]. Almaty: Kazakh university, 196 p.
- Bracken MES, Friberg SE, Gonzalez-Dorantes CA, Williams SL. (2008) Functional consequences of realistic biodiversity changes in a marine ecosystem. *Ecol. Lett.*, vol.47, pp.924–928.
- Cherepanov S.K. (1981) Sosudistyye rasteniya SSSR. [Vascular plants of the USSR]. L.:Science, 509 p.

- Chunbo H., Zhixiang Zh., Changhui P. (2018) How is biodiversity changing in response to ecological restoration in terrestrial ecosystems? *Science of the Total Environment*, 9p.
- Cunningham S.D., Ow D.W. (1996) Promises and Prospects of Phytoremediation. *Plant Physiol.*, vol. 110, pp. 715-719.
- Inelova Z., Nesterova S., Kokoreva I. (2017) Plant biodiversity in Aksay gorge of Trans-Ili Alatau. First European Symposium .Research, conservation and management of biodiversity in the European seashores (RCMBES), Primarsko, vol 52, P.49.
- Goloskokov V.P. (1969-1972) *Illyustrirovannyiy opredelitel rasteniy Kazakhstana* [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan]. Alma-Ata: Science, no 1-2.
- Grudzinskaya L.M., Gemedzhieva NG (2012) *Spisok lekarstvennyih rasteniy Kazakhstana* [List of medicinal plants in Kazakhstan]. Almaty, P.139.
- Handa I.T et al. (2014) Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. *Nature*, vol. 509, pp. 218 – 221.
- Hillebrand H, Matthiessen B. (2009) Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research. *Ecol. Lett.*, vol. 12, pp.1405– 1419.
- Hudaberdi M., Nurbay A. (2000) The Features of the Vegetation and the Eco-Geography of the Taklamakan Desert in Xinjiang, China, *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. Ecol. Lett* vol. 121, pp.52-61.
- Isbell F et al. (2011) High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, 477p.
- Ivashchenko A.A. (2006) *Zapovedniki i natsionalnyie parki Kazakhstana* [Nature reserves and national parks of Kazakhstan]. Almaty: Almaty Kitap, 284 p.
- Ivashchenko A.A. (2015) Materialyi k flore Ile-Alatauskogo natsionalnogo parka i privileyuschiy territoriy. [Materials on the flora of the Ile-Alatau National Park and adjacent territories]. Astana, no 1, pp. 29-71.
- Ivashchenko A.A. (2012) Redkie rasteniya i rastitelnyie soobshchestva Ile-Alatauskogo natsionalnogo parka: rasprostraneniye i sostoyaniye [Rare plants and plant communities of the Ile-Alatau National Park: distribution and state]. *Scientific. journals Terra*, vol 2, pp 53-65.
- Konventsiya o biologicheskoy raznoobrazii [Convention on Biological Diversity] UN 9 June 1992.
- Lebedeva N.V., Krivolutsky D.A., Puzachenko Yu.G. (2002) *Geografiya i monitoring bioraznoobraziya* [Geography and monitoring of biodiversity]. M:Scientific and scientific-methodical center, 432 p
- Lotova L.I (2007) *Botanika. Morfologiya i anatomiya vysshih rasteniy* [Botany. Morphology and anatomy of higher plants]. Moscow: Com Book, pp. 295-306.
- Michael H. (2001) *Xeromorphic. The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms*, Clive King, Cambridge University Press, 156 p.
- Nesterova S., Kokoreva I., Inelova Z., Yerubayeva G. (2017): «Effect of recreational activities on the main plant communities of the Trans-Ili Alatau» 17-th International multidisciplinary scientific geoconference (SGEM),. Ecology and Environmental Protection, Albena, Bulgaria, vol. 52, pp. 289-296.
- Pavlov N.V. (1956-1967) *Flora Kazakhstana* [Flora of Kazakhstan] Alma – Ata: Science, no 1-9.
- Raunkier C. (1934) *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, Clarendon Press, P. 632.
- Reich PB, Tilman D, Isbell F, Mueller K, Hobbie S.E, Flynn DFB, Eisenhauer N. (2012) Impacts of biodiversity loss escalate through time as redundancy fades. *Science*, vol.336, pp.589– 592.
- Serebryakov I.G (1962) *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy* [Ecological morphology of plants]. Moscow: High School, P.377.
- Tahtajyan A.L. (1987) *Sistema magnoliomitov* [Magnoliophyte system]. L.: Science, 439 p.
- Serebryakov I.G (1978) *Ekologicheskie gruppy i zhiznennyye formy rasteniy* [Ecological groups and life forms of plants]. Moscow, pp. 431-461.
- Yasuhara M, Doi H, Wei C-L, Danovaro R, Myhre SE. (2016) Biodiversity– ecosystem functioning relationships in long-term time series and palaeoecological records: deep sea as a test bed. *Phil. Trans. R. Soc.*, 371p.

Sadyrova G.A.

Doctor of Biological Sciences, assoc. professor
of the UNESCO Department for Sustainable Development,
Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty, e-mail: gulbanu-s@mail.ru

**ANALYSIS OF BIODIVERSITY OF VASCULAR PLANTS
OF THE BAUM GROVE OF ALMATY**

The article provides an analysis of the biodiversity of the flora of Baum grove in Almaty. In the Baum grove, we identified 122 species of plants belonging to 93 genera and 43 families. Of the 122 species, 43 species are trees, 16 species are shrubs and 63 species are herbaceous plants. Analysis of the leading families of the entire flora of the Baum grove showed that the largest families are: Asteraceae, Rosaceae, Poaceae, Fabaceae, Aceraceae, Oleaceae, Brassicaceae, Pinaceae, Ulmaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae and Salicaceae. Analysis of the largest genera of the entire flora of the grove showed that the largest genera of the grove are: Acer, Fraxinus, Ulmus and Artemisia. Of the 59 tree-shrub species found in the grove, 22 species represent the local natural flora of Kazakhstan, which belong to 14 families and 20 genera. The remaining 37 species are introduced species belonging to 21 families and 28 genera. The introducents found in trees and shrubs in the grove of the Baum Grove in Almaty have different centers of origin. Among the trees and shrubs introduced, most of all in the Baum Grove are species from North America and the Palearctic. The analysis of the taxonomic structure showed the absence in the Baum grove of Almaty of lycopodiales, equisetums and ferns.

Key words: Baum grove, biodiversity, flora, Almaty city.

Садырова Г.А.

биология ғылымдарының докторы, профессор м.а.,
«Тұрақты даму жөніндегі ЮНЕСКО» кафедрасы,
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: gulbanu-s@mail.ru

**Баум тоғайы флорасының тамырлы өсімдіктерінің
биоәртүрлілігін талдау**

Мақалада Баум тоғайы флорасының биоалуантүрлілігі көрсетілген. Тоғайда негізгі орман құраушыларына қатты жапырақты, жұмсақ жапырақты және қылқан жапырақты ағаштар болып табылады. Баум тоғайында 122 өсімдіктері 93 туыстарына және 43 тұқымдастарына жататыны анықталды. Өсімдіктердің 122 түрдің 43 түрі ағашқа, 16 түрі бұталарға және 63 түрі шөпті өсімдіктерге жатады. Баум тоғай флорасының жетекші тұқымдастарының талдауы Asteraceae, Rosaceae, Poaceae, Fabaceae, Aceraceae, Oleaceae, Brassicaceae, Pinaceae, Ulmaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae, Salicaceae ең ірі тұқымдастары болып табылатындығын көрсетті. Тоғайда кездесетін 59 ағаш-бұта түрлерінің 22 түрі Қазақстанның табиғи флорасына, сонымен қатар олар 14 тұқымдас пен 20 туыстарына жатады. Өсімдіктердің 37 түрі 21 тұқымдас пен 28 туыстарына интродуценттер ретінде болып жатады. Алматы қаласы Баум тоғайының ағаш-бұта екпелерінде кездесетін интродуценттердің орталықтарының шығу тегілері әртүрлі. Түр байлығы бойынша ең көп кездесетін ағаш-бұтақ интродуценттерінің арасында Солтүстік Америка және Палеарктикада өсетін түрлері жатады. Таксономиялық құрылымның талдауы Алматы қаласының Баум тоғайында плаун, тамыр жұлын және папоротниктердің жоқтығын көрсетті.

Түйін сөздер: Баум тоғайы, биоәртүрлілік, флора, Алматы қ.

Садырова Г.А.

доктор биологических наук,
и.о. профессора кафедры «ЮНЕСКО по устойчивому развитию»,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: gulbanu-s@mail.ru

Анализ биоразнообразия сосудистых растений флоры рощи Баума

В статье приводится анализ биоразнообразия флоры рощи Баума г. Алматы. В роще Баума нами выявлено 122 вида растений, относящихся к 93 родам и 43 семействам. Из 122 выявленных видов 43 вида относятся к древесным, 16 видов к кустарникам и 63 вида к травянистым растениям. Анализ ведущих семейств всей флоры рощи Баума показал, что самыми крупными семействами являются: Asteraceae, Rosaceae, Poaceae, Fabaceae, Aceraceae, Oleaceae, Brassicaceae, Pinaceae, Ulmaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae и Salicaceae. Анализ крупнейших родов всей флоры рощи показал, что самыми крупными родами рощи являются: *Acer*, *Fraxinus*, *Ulmus* и *Artemisia*. Из 59 древесно-кустарниковых видов встречающихся в роще 22 вида представляют местную природную флору Казахстана, которые относятся к 14 семействам и 20 родам. Остальные 37 видов являются интродуцентами, относящимися к 21 семейству и 28 родам. Интродуценты, встречающиеся в древесно-кустарниковых насаждениях рощи Баума г. Алматы, имеют различные центры происхождения. Среди древесно-кустарниковых интродуцентов, больше всего в роще Баума встречаются виды из Северной Америки и Палеарктики. Анализ таксономической структуры показал отсутствие в роще Баума г. Алматы плауновидных, хвощей и папоротников.

Ключевые слова: Роща Баума, биоразнообразие, флора, г. Алматы.

Introduction

Currently, urbanization is one of the main trends of human development. The increase in population, the increase in the number of cities and territories that they occupy, has taken a global scale. Today, up to 60% of the population lives in cities around the world, whereas in comparison with 1950, the urban population was only less than 30%. The city has a huge impact on the natural environment and all its components, changing the climate, topography, hydrological regime, soil cover, flora and fauna. In large cities, under the influence of various anthropogenic factors, there is a change in the natural environmental conditions, the species composition and their ratio. Plants are an integral part of ecosystems; therefore, the study of urban flores and the peculiarities of their formation is one of the current trends in modern floristics [1]. In connection with the active growth of cities, building new territories, changing landscapes and transforming natural ecosystems, the question arises about the sustainability of transformed ecosystems and their functioning in new, unusual conditions. Therefore, at the present stage it is necessary to study various aspects of the functioning of urban landscapes in order to prevent the complete destruction of already modified ecosystems. Normal human life, his health and life expectancy depends on the sustainable functioning of the urban ecosystem. The city suffers because of a strong pollution of air, a large influx of rural popula-

tion into the city, increasing overpopulation of certain urban areas, the desire of the population to live closer to the city center, and not on its outskirts. The city of Almaty is located in the center of the Eurasian continent, in the south-east of the Republic of Kazakhstan. Almaty is unique in its physiographic and climatic characteristics, forming the ecological features of its territory. The city of Almaty is located in the foothills of the Zailiysky Alatau, the total area of which is more than 683.51 square kilometers. It is located in the valley of the Bolshaya and Malaya Almatinka rivers and their tributaries flowing from the Zailiysky Alatau glaciers and mountain gorges in the zone of increased seismicity and mudflow danger. The population of the city of Almaty as of June 1, 2018 is 1 806 833 people [2, 3].

In the last decade, the growth of new buildings in the city of Almaty has strengthened the processes of anthropogenic impact on urban flora. The existing experience of the green construction of the city of Almaty does not fully take into account the specificity of the environmental conditions of various areas of the city and the level of their technogenic pollution, and the state of plantings in residential and industrial areas and the resistance of vegetation to the effects of the urban environment remain insufficiently studied. Interest in the study of urban flora in major cities around the world has increased markedly, as evidenced by the large number of works on this issue [4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18]. But there are very few special scientific

studies and summarizing works on the flora of the cities of Kazakhstan, including in the city of Almaty [19, 20]. To date, the flora of the largest metropolis of the country has not been the object of a special floristic study, so the need arose for its detailed scientific research using modern techniques. In cities, as nowhere else, the processes of moving plant species are activated. It is the cities that are the centers of concentration of adventive plants, and often it is from the cities that the introduction of invasive species begins in other regions and areas.

Grove "Baum" is a park area in Almaty, is based on the site of a natural forest in the years 1892-1894 near the big Almaty village, on an area of up to 150 acres. The grove is named after the famous forest organizer Semirechye E.O. Baum, who advocated that every locality of the Semirechye region had a state grove or orchard [21,22]. In 1874, E.O. Baum arrived in Verny and was actively involved in the transformation of Verny into a garden city. At the same time, Baum turned to the city government with a request to take the land belonging to the Cossack village, to bookmark an amusement park. He received agreement, and to the north of Bolshaya Stanitsa, a huge green massif with a length of 3.5 km in the meridional direction and 0.4-0.6 km in latitude appeared. Vernensky forest grove, later named after Baum in memory of the great merits in gardening the city. Breeding Vernensky grove began in 1868 with a small Cossack grove, laid in accordance with the order 1867. By the 1890s, the Verny forest grove became one of the main bases of the Semirechye forestry. The grove served for the reproduction of a growing forest (cultivation of fruit and ornamental trees and shrubs, berries and vegetables) and the cutting of dead forest (harvesting for fuel and economic needs of lumber). She defended the city from the dusty steppe winds [3]. Coniferous, fruit, and ornamental trees and shrubs were introduced in the grove. One of the remarkable places of the grove "Baum" – oak alley. Oaks along it have more than a century of age and were planted during the life of E. Baum (Figure 1).

In Soviet times, with the development of the urban area, the Baum grove was significantly trimmed, primarily with the punching of new avenues of Suyunbai and S. Seyfullin, along which buses, trams and railway transport (the so-called "gorvetka" between Almaty I and Almaty II).

In 2006, the territory of the grove was renewed, where more than 30,000 trees were planted, however, the territory has not been landscaped to date.

In 2008, the territory of the grove was included in the Ile-Alatau National Park, which

will preserve the oldest green area of the megapolopolis [3].

Grove "Baum" is located at an altitude of about 750 meters above sea level. It is delineated by clear boundaries: from the east – a railway line, from the south and north – residential buildings, from the west – a river. The terrain has a slight slope from south to north about 50 meters by 3 kilometers. The grove stretched from south to north for 3.5 km and a width of about 900 meters at its widest point. Along the river along the western contour of the map, the relief is cut up with logs and gullies, in some places there are marshlands on the river [3].

Currently, the grove "Baum" – is a favorite vacation spot of city residents. The total area of the grove of "Baum" is 73 hectares. The coordinates of the grove: N 43 ° 18'28 ", E 76 ° 57'1" (Figure 1).

Materials and research methods

The main methods of studying the urbanized (urban) flora of the Nauryzbai and Turksib districts of Almaty were the generally accepted classical methods of botanical and floristic research: the traditional route-reconnaissance method was used in the field. The collection and processing of herbarium material was carried out according to the generally accepted method. Copies of woody, shrub and herbaceous plants were collected in herbarium folders describing collection sites (recorded using GPS), dates and a collector. The collection and processing of herbarium material was carried out according to the standard technique of A.K. Skvortsov [23]. In the process of determining the herbarium, multivolume reports were used as sources: "Trees and Shrubs of the USSR" [24], "Flora of Kazakhstan" [25], "Trees and Shrubs of Kazakhstan" [26], "Plants of Central Asia" [27], "The determinant of plants in Central Asia" [28], "Key to Central Asian plants" [29], "Illustrated determinant of plants of Kazakhstan" [30]. To clarify the species and generic names, the latest reports of S.K. Cherepanov [31], S.A. Abdulina [32], A.L. Tahtajyan [33]. The types of the ranges of the studied plant species were identified by us according to the classifications developed by E.P. Lavrenko, A.I. Tolmachev, R.V. Kamelin, V.P. Goloskokov, [34, 35, 36].

On the territory of the "Baum" grove, the main forest-forming species are hard-leaved, soft-leaved and coniferous trees. For hardwood species include: *Ulmus pumila* L., *Ulmus laevis* Pall., *Quercus robur* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall,

Fraxinus sogdiana Bunge, *Fraxinus excelsior* L., *Acer tataricum* L., *Acer mono* Maxim. ex Rupr., *Acer semenovii* Regel & Herder, *Acer saccharum* Marshall, *Elaeagnus oxycarpa* Schltdl., and etcetera. Softwood species include: *Betula pendula* Roth, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Populus nigra* L., *Salix arbuscula* L., *Tilia cordata* Mill., *Morus nigra* L., *Morus alba* L. Conifers include: *Pinus sylvestris*

L., *Pinus pallasiana* D. Don, *Larix sibirica* Ledeb., *Juniperus communis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco., as well as other tree species: *Acacia albida* Delile, *Armeniaca vulgaris* L., *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai, *Crataegus sanguinea* Pall., *Catalpa speciosa* (Warder ex) Warder ex Engelm., *Rhus typhina* L., *Padus avium* Mill., *Sorbus sibirica* Hedl., *Malus domestica* Borkh.



Figure 1 – Oak Alley in the “Baum” grove

Research results and discussion

In the “Bauma” grove, we identified 122 species belonging to 93 genera and 43 families.

Of the 122 species of vascular plants registered on the territory of the Baum Grove, 43 species belong to trees, 16 species to shrubs and 63 species to grassy plants [19, 20].

Of the 59 tree-shrub species found in the grove, 22 species represent the local natural flora of Kazakhstan, which belong to 14 families and 20 genera. The remaining 37 species are introduced species belonging to 21 families and 28 genera.

The ratio of introducents (37; 30.3%) between the occurring tree and shrub living forms is 27 species (trees) (22.1%) and 10 species (shrubs) or 8.20%, respectively. From tree species – 16 tree species represent the natural flora of Kazakhstan (13 hardwood and 3 conifers), which belong to 10 families and 15 genera. The largest numbers are represented by the family: Rosaceae which contains

3 species (*Padus avium* Mill., *Crataegus sanguinea* Pall., *Armeniaca vulgaris* L.), the family Pinaceae 3 species (*Pinus sylvestris* L., *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L.), the family Ulmaceae 2 species (*Populus italica* (Du Roi) Moench., *Populus nigra* L.), family Salicaceae 2 species (*Populus nigra* L., *Populus italica* (Du Roi) Moench.).

The remaining families: *Betulaceae*, *Elaeagnaceae*, *Facaceae*, *Aceraceae*, *Juglandaceae*, *Oleaceae* contain 1 species each. Of woody plants, 27 species are introductions. These include plants grown in the soil outside the range of their natural distribution. Of these, 2 conifers (Pinaceae, Cupressaceae) and 20 hardwoods (Fabaceae, Ulmaceae, Rosaceae, Salicaceae, Bignoniaceae, Aceraceae, Tiliaceae, Moraceae, Hippostanaceae, Anacardiaceae), which consist of 18 genera and 12 families. The largest number of species among tree introductions are represented by the families: Rosaceae (6 species – *Pyrus communis* L., *Crataegus sanguinea* Pall., *Sorbus aucuparia*

L., *Malus domestica* Borkh., *Prunus domestica* L., *Cerasus vulgaris* Mill.), *Aceraceae* (4 species), *Moraceae* (2 species), *Fabaceae* (2 species), *Oleaceae* (2). The remaining 7 families: *Ulmaceae*, *Cupressaceae*, *Salicaceae*, *Bignoniaceae*, *Pinaceae*, *Tiliaceae*, *Hippocastanaceae* are represented by one species. The largest genera among tree introductions are: *Acer* which contains 4 species (*Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer saccharum* Marshall., *Acer mono* Maxim.), *Fraxinus* contains 2 species (*Fraxinus lanceolata* Borkh., *Fraxinus excelsior* L.) The genus *Morus* contains 2 species each (*Morus nigra* L., *Morus alba* L.). The shrubs of introducents in the Baum Grove, there are 10 species represented by 10 genera and 8 families.

The introducents found in trees and shrubs in the grove of the Baum Grove in Almaty have different centers of origin. Among the tree-shrub species introduced into the species richness are species from North America (10.6%) (*Acacia albida*, *Acer saccharinum*, *Acer negundo*, *Crataegus horrida*, *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Fraxinus excelsior* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco., *Catalpa bignonioides* Walter., *Gleditsia triacanthos* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Rhus typhina* f. *laciniata* Rehder., *Parthenocissus quinquefolia* Planch., *Symphoricarpos rivularis* Suskd.), Palaeartic (6.2%) (*Crataegus sanguinea* Pall., *Pyrus communis*

L., *Viburnum opulus* L., *Sambucus nigra* L., *Salix purpurea* L.). A small percentage of species belong to Eurasia (5.0%) (*Frangula alnus*, *Acer platanoides* L., *Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Acer mono* Maxim.), Asia (3,28%) (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Salix babylonica* L., *Morus nigra* L., *Morus alba* L.), Caucasus and Crimea (3,28%) (*Ulmus glabra* Huds., *Amelanchier spicata* (Lam.) K. Koch., *Pinus pallasiana*, *Amelanchier spicata*), Holarctic (2,5%) (*Swida alba* (L.) Opiz., *Aesculus hippocastanum* L., *Grossularia uva-crispa*), Mediterranean (1.6%) (*Ligustrum vulgare* L., *Syringa vulgaris* L.), Central Asia and the Caucasus (*Cydonia oblonga* Mill.) And Front Asia (*Prunus domestica* L.).

The analysis of the taxonomic structure showed the absence in the Baum grove of Almaty of lycopodiales, equisetums and ferns.

Analysis of the leading families of the whole flora of the Bauma grove showed (Figure 2) that the largest families are: *Asteraceae* (13; 10.6%), *Rosaceae* (13; 10.6%), *Poaceae* (15; 12.3%), *Fabaceae* (6; 5.0%), *Aceraceae* (5; 4.0%), *Oleaceae* (5; 4.0%), *Brassicaceae* (5; 4.0%), *Pinaceae* (4; 3.2%), *Ulmaceae* (3; 2.4%), *Chenopodiaceae* (3; 2.4%), *Cupressaceae* (3; 2.4%), *Salicaceae* (3; 2.4%). These 12 families account for 59.0% (72 species) of the entire flora of the Baum grove.

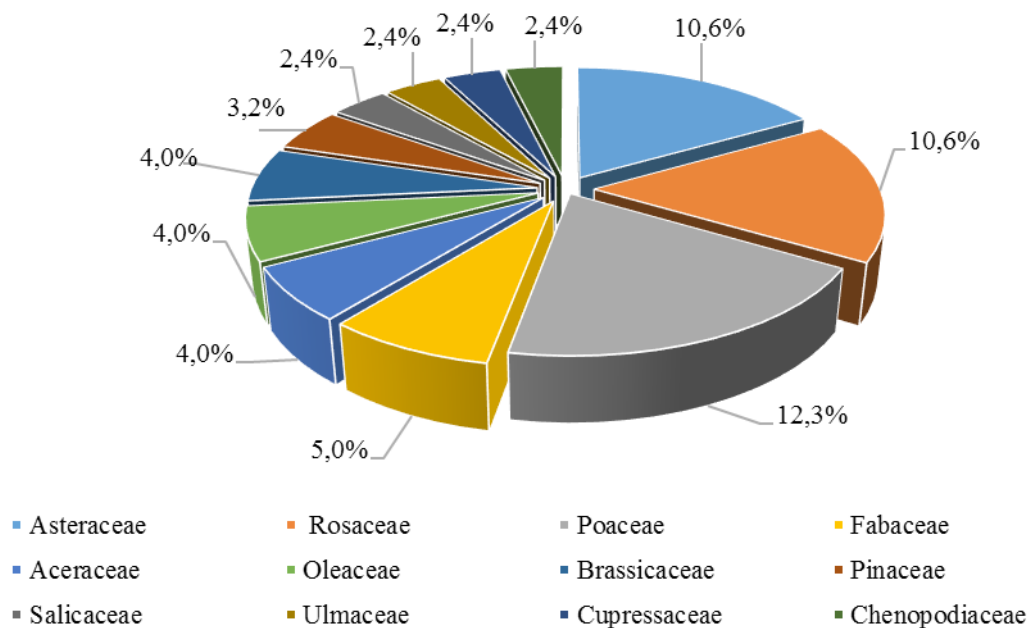


Figure 2 – The spectrum of the largest families of the grove “Baum”

The following 8 families contain two types of each: *Polygonaceae* (2; 1.6%), *Plantaginaceae* (2; 1.6%), *Anacardaceae* (2; 1.6%), *Moraceae* (2; 1.6%), *Malvaceae* (2; 1.6%), *Urticaceae* (2; 1.6%), *Betulaceae* (2; 1.6%), *Chenopodiaceae* (2; 1.6%) (Table 1).

Table 1 – Leading families of the flora of the grove “Baum”

Families	Number of genera	Number of species	% of the total number of species
1 <i>Asteraceae</i>	10	13	10,6
2 <i>Rosaceae</i>	12	13	10,6
3 <i>Poaceae</i>	12	15	12,3
4-5 <i>Fabaceae</i>	5	6	5,0
4-5 <i>Aceraceae</i>	1	5	4,0
6-7 <i>Oleaceae</i>	3	5	4,0
6-7 <i>Brassicaceae</i>	5	5	4,0
8 <i>Pinaceae</i>	3	4	3,2
9-10 <i>Cupressaceae</i>	2	3	2,4
9-10 <i>Chenopodiaceae</i>	3	3	2,4
9-10 <i>Ulmaceae</i>	2	3	2,4
9-10 <i>Salicaceae</i>	2	3	2,4
11-12 <i>Moraceae</i>	1	2	1,6
11-12 <i>Anacardaceae</i>	2	2	1,6
11-12 <i>Caprifoliaceae</i>	2	2	1,6
11-12 <i>Polygonaceae</i>	2	2	1,6
11-12 <i>Malvaceae</i>	2	2	1,6
11-12 <i>Urticaceae</i>	1	2	1,6
11-12 <i>Plantaginaceae</i>	2	2	1,6
11-12 <i>Betulaceae</i>	2	2	1,6
Total:	72	94	77,0

The remaining 23 families contain only one species in their composition, which is 18.8% of the total species composition of the flora of the “Baum” grove. These include: *Fagaceae*, *Papaveraceae*, *Amaranthaceae*, *Ranunculaceae*, *Tiliaceae*, *Simaroubaceae*, *Viburnaceae*, *Rhamnaceae*, *Sambucaceae*, *Cannabiaceae*, *Vitaceae*, *Caprifoliaceae*, *Solanaceae*, *Balsaminaceae*, *Apiaceae*, *Primulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Bignoniaceae*, *Convolvulaceae*, *Celastraceae*, *Buxaceae*, *Cornaceae*, *Juglandaceae*, *Elaeagnaceae*.

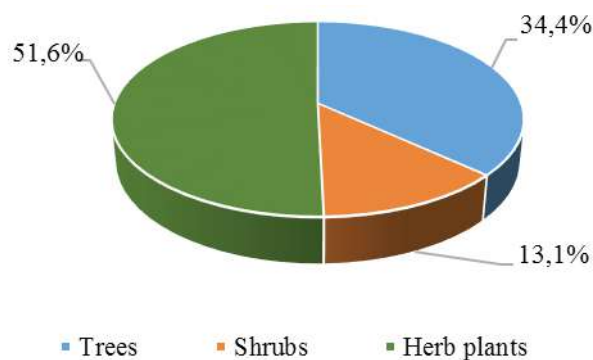
Analysis of the largest genera of the flora of the “Baum” grove showed that the large genera of the grove are: *Acer* (5; 4.0%), *Fraxinus* (3; 2.4%), *Ulmus* (3; 2.4%), *Artemisia* (3; 2.4%). The following genera contain 2 species each and constitute 1.6%.

These include: *Tilia*, *Pinus*, *Trifolium*, *Festuca*, *Plantago*, *Poa*, *Populus*, *Urtica* and *Chenopodium* (table 2). These 15 genera account for 22.1% of the total flora of the grove. The remaining 78 genera contain one species each.

These include: *Picea*, *Armeniaca*, *Acacia*, *Betula*, *Pyrus*, *Quercus*, *Larix*, *Platycladus*, *Sorbus*, *Juglans*, *Tilia*, *Salix*, *Catalpa*, *Thuja*, *Cydonia*, *Ailanthus*, *Prunus*, *Cerasus*, *Gleditsia*, *Aesculus*, *Cotinus*, *Rhus*, *Corylus*, *Viburnum*, *Ligustrum*, *Syringa*, *Caragana*, *Amelanchier*, *Parthenocissus*, *Frangula*, *Euonymus*, *Juniperus*, *Lonicera*, *Rosa*, *Sambucus*, *Salix*, *Symphoricarpos*, *Swida*, *Ambrosia*, *Cirsium*, *Hyoscyamus*, *Convolvulus*, *Polygonum*, *Capsella*, *Rumex*, *Lycopus*, *Lactuca*, *Sonchus*, *Elytrigia*, *Potentilla*, *Onopordon*, *Setaria* and others.

Table 2 – The largest kind of flora of the grove “Baum”

Genera	Number of species	% of the total number of species
1 <i>Acer</i>	5	4,1
2-3 <i>Ulmus</i>	3	2,4
2 -3 <i>Artemisia</i>	3	2,4
2-3 <i>Fraxinus</i>	3	2,4
2-3 <i>Poa</i>	3	2,4
4-5 <i>Pinus</i>	2	1,6
4-5 <i>Crataegus</i>	2	1,6
4-5 <i>Morus</i>	2	1,6
4-5 <i>Populus</i>	2	1,6
4-5 <i>Trifolium</i>	2	1,6
4-5 <i>Urtica</i>	2	1,6
4-5 <i>Plantago</i>	2	1,6
4-5 <i>Festuca</i>	2	1,6
4-5 <i>Arctium</i>	2	1,6
4-5 <i>Chenopodium</i>	2	1,6
Total:	27	22,1

**Figure 3** – Composition of life forms of the flora of the grove “Baum”

Woody species in the grove of “Bauma”, there are 42 species, or 34.4%. Shrubs in the grove “Bauma” there are 16 species or 13.1%. Of these, 5 spe-

cies from the local flora and 11 species are introduced species (Figure 3). Herbaceous plants, there are 63 species or 51.6%.

*Morus nigra**Euonymus europaea**Ailanthus altissima**Fraxinus lanceolata***Figure 4** – Trees species growing in Baum Grove

Conclusion

On the territory of the “Baum” grove, the main forest-forming species are hard-leaved, soft-leaved and coniferous trees [Figure 4]. The hardwood species include: *Ulmus pumila* L., *Ulmus laevis* Pall., *Quercus robur* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Fraxinus sogdiana* Bunge, *Fraxinus excelsior* L., *Acer tataricum* L., *Acer mono* Maxim. ex Rupr., *Acer semenovii* Regel & Herder, *Acer saccharum* Marshall, *Elaeagnus oxycarpa* Schltdl., and others.

Softwood species include: *Betula pendula* Roth, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Populus nigra* L., *Salix arbuscula* L., *Tilia cordata* Mill., *Morus nigra* L., *Morus alba* L.

Conifers include: *Pinus sylvestris* L., *Pinus pallasiana* D. Don, *Larix sibirica* Ledeb., *Juniperus communis* L., *Platyclusus orientalis* (L.) Franco., And other tree species: *Acacia albida* Delile, *Armeniaca vulgaris* L., *Chaenomeles speciosa*

(Sweet) Nakai, *Crataegus sanguinea* Pall., *Catalpa speciosa* (Warder ex) Warder ex Engelm., *Rhus typhina* L., *Padus avium* Mill., *Sorbus sibirica* Hedl., *Malus domestica* Borkh.

In the “Baum” grove, we identified 122 species belonging to 93 genera and 43 families. The remaining 78 genera contain one species each. The analysis of the taxonomic structure showed the absence in the Baum grove of Almaty of lycopodiales, equisetums and ferns. An analysis of the leading flora families of the “Baum” grove showed (Figure 2) that the largest families are: *Asteraceae* (13; 10.6%), *Rosaceae* (13; 10.6%), *Poaceae* (15; 12.3%), *Fabaceae* (6; 5.0%), *Aceraceae* (5; 4.0%), *Oleaceae* (5; 4.0%), *Brassicaceae* (5; 4.0%), *Pinaceae* (4; 3.2%), *Ulmaceae* (3; 2.4%), *Chenopodiaceae* (3; 2.4%), *Cupressaceae* (3; 2.4%), *Salicaceae* (3; 2.4%). These 12 families account for 59.0% (72 species) of the entire flora of the “Baum” grove. Analysis of the largest genera of the flora of the “Baum” grove showed that the large genera of the grove are: *Acer* (5; 4.0%), *Fraxinus* (3; 2.4%), *Ulmus* (3;

2.4%), *Artemisia* (3; 2.4%). The following genera contain 2 species each and constitute 1.6%. These include: *Tilia*, *Pinus*, *Trifolium*, *Festuca*, *Plantago*, *Poa*, *Populus*, *Urtica* and *Chenopodium*. These 15 genera account for 22.1% of the total flora of the grove.

Of the 59 tree-shrub species found in the grove, 22 species represent the local natural flora of Kazakhstan, which belong to 14 families and 20 genera. The remaining 37 species are introduced

species belonging to 21 families and 28 genera. The introducents found in trees and shrubs in the grove of the Baum Grove in Almaty have different centers of origin. Among the tree-shrub species introduced into the species richness are species from North America (10.6%), Palaearctic (6.2%). A small percentage of species belongs to Eurasia (5.0%), Asia (3.28%), the Caucasus and the Crimea (3.28%), the Holarctic (2.5%), the Mediterranean (1.6%), Central Asia and Caucasus and Front Asia.

Литература

- Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Очерк системы основных понятий флористики // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. – Ленинград, 1987. – С. 242–266.
- Алма-Ата. Энциклопедия. – Алма-Ата, 1983. – С. 12.
- Казахская ССР (Краткая энциклопедия). – Алма-Ата, 1988. – Т. 2. – С. 69-71.
- Graf Annerose. Flora und vegetation der friedhofe in Berlin (West) // Verh. Berlin, bot. ver. 1986.5, pp. 209-210.
- Duchoslav M. Flora and vegetation of stony walls in East Bohemia (Czech Republic) // Preslia. 2002. T. 74 (1). pp. 1-25.
- Galera H., Sudnik-Wojcikowska B. The flora of the Palace of Culture and Science in Warsaw // Acta Soc. Bot. Pol. 69 (1), 2000. pp. 41-54.
- Hruska K. A comparative analysis of the urban flora in Italy // Braun-Blanquetia. 3 (2). 1989. pp. 45-50.
- Beesley S., Wilde J. Urban flora of Belfast. Belfast: Institute of Irish Studies, University of Belfast, 1997. 200 p.
- Trzcinska-Tacik H. Flora synantropijna Krakowa. 1979. Ser. A, 3. 278 p.
- Ping-Sheng H. The characteristics of the flora of Shanghai // Rheede. 1992. Vol. 2, № 1. pp. 52-54.
- Sowa R., Warcholinska U. Flora synantropijna Radowska // Spraw. czyni. I pos. nauk. LTN. 1981. Vol. 35, № 7. pp. 1-8.
- Sudnik-Wojcikowska B. Dynamik der Warschauer Flora in der letzten 150 Jahren II Gleditschia. 1987. Bd. 15, Hf. 1. pp. 7-23.
- Sukopp H. Verluste der Berliner Flora während der letzten hundert Jahre II Sitzungsber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde. Berlin. 1966. Bd. 6, Hf. 1 3. pp. 126-136.
- Williamson M. Biological Invasions. London: Chapman and Hall, 1996. 244 p.
- Zimmermann F. Beobachtungen der Flora im Bereich von Berlin (west) in den Jahren 1947 bis 1981 II Verh. Berlin Bot. Ver. 1981. Bd. 1. pp. 1240-1242.
- Carolin R. C., Tindale M. D., Beadle N. C. W. Flora of the Sydney region (4th ed.). Chatswood NSW: Reed. 1994.
- Dickson J. H. The changing flora of Glasgow: Urban and rural through the centuries. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2001.
- Tonteri T. Haila Y. Plants in a boreal city: Ecological characteristics of vegetation in Helsinki and its surroundings, southern Finland // Ann. Bot. Fenn. 1990. Vol. 4. № 27. pp. 337-352.
- Sadyrova G.A. Analysis of urban flora of the city of Almaty (Kazakhstan) // OnLine Journal of Biological Sciences. ISSN16084217-USA-Scopus. 10.3899/ojbsci.2018.148.
- Садырова Г.А. Урбанизированная флора города Алматы (Иллюстрированный каталог растений). – Алматы, 2017. – 263 с.
- Лухтанов А.А. Город Верный и Семиреченская область. – Алматы, 2014. – 380 с.
- Парки и скверы города Алматы. 1917-1991 гг. (Сборник архивных документов). – Алматы, 2008. – 478 с.
- Скворцов А.К. Гербарий. – М., 1977. – 199 с.
- Деревья и кустарники СССР. – М.: Мысль. 1966. – 637 с.
- Флора Казахстана. – Алма-Ата, 1956 – 1966. Т.Т. 1 – 9.
- Деревья и кустарники Казахстана. – Алма-Ата, 1966. – Т.Т. 1-2.
- Растения Центральной Азии / под ред. В.И. Грубова. – М.: -Л., 1963 -1989. – Вып. 1 – 9.
- Определитель растений Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1968 – 1993. – Т.Т. 1-10.
- Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата, 1962 – 1975. – Т.Т. 1 – 2.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
- Абдулина С.А. Сосудистые растения Казахстана. – Алматы, 1998. – 188 с.
- Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – М.: -Л., 1987. – 439 с.
- Лавренко Е.М., Никольская Н.И. Ареалы некоторых центральноазиатских и северотуранских видов пустынных растений и вопрос о ботанико-географической границе между Средней Азией и Центральной Азией // Ботанический журнал. – 1963. – № 48 (12). – С. 1741 – 1761.
- Толмачев А.И. Введение в географию растений. – Ленинград, 1974. – 244 с.

Камелин Р.В. Флора Сырдарьинского Каратау // Материалы к флористическому районированию Средней Азии. – Ленинград, 1990. – 145 с.

Голоскоков В.П. Флора и растительность высокогорных поясов Заилийского Алатау. – Алма-Ата, 1949. – 203 с.

References

- Abdulina S.A. (1998) *Sosudistyye rasteniya Kazakhstana* [Vascular plants of Kazakhstan], Almaty, 188 p.
- Alma-Ata. Entsiklopediya [Alma-Ata. Encyclopedia] (Alma-Ata, 1983). pp. 12.
- Beesley S., Wilde J. (1997) *Urban flora of Belfast*. Belfast: Institute of Irish Studies, University of Belfast. 200 p.
- Carolin R. C., Tindale M. D., Beadle N. C. W. (1994) *Flora of the Sydney region* (4th ed.). Chatswood NSW. Reed. 245 p.
- Cherepanov S.K. (1995) *Sosudistyye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv, v predelakh byvshego. SSSR* [Vascular plants of Russia and neighboring states, within the former USSR], SPb., 990 p.
- Derev'ya i kustarniki SSSR (1966) [Trees and shrubs of the USSR], Moskva, 637 p.
- Derev'ya i kustarniki Kazakhstana (1966) [Trees and shrubs of Kazakhstan], Alma-Ata, vol. 1-2.
- Dickson J. H. (2001) *The changing flora of Glasgow: Urban and rural through the centuries*. Edinburgh. Edinburgh University Press.
- Duchoslav M. (2002) *Flora and vegetation of stony walls in East Bohemia (Czech Republic)*. Preslia, vol. 74 (1). pp. 1-25.
- Flora Kazakhstana (1956-1966) [Flora of Kazakhstan], Alma-Ata, vol. 1 – 9.
- Galera H., Sudnik-Wojcikowska B. (2000) *The flora of the Palace of Culture and Science in Warsaw*. Acta Soc. Bot. Pol. vol. 69 (1), pp. 41-54.
- Graf Annerose (1986) *Flora und vegetation der friedhöfe in Berlin (West)*. Verh. Berlin, bot. ver. vol. 5, pp. 209-210.
- Goloskokov V.P. (1949) *Flora i rastitel'nost' vysokogornyykh poyasov Zailiyskogo Alatau* [Flora and vegetation of alpine zones of Zailiysky Alatau], Alma-Ata, 203 p.
- Hruska K. (1989) *A comparative analysis of the urban flora in Italy*. Braun-Blanquetia. Vol. 3 (2), pp. 45-50.
- Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Kazakhstana (1962 – 1975) [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan], Alma-Ata, vol. 1 – 2.
- Kamelin R.V. (1990) *Flora Syrdar'inskogo Karatau, Materialy k floristicheskemu rayonirovaniyu Sredney Azii* [Flora of the Syrdarya Karatau, Materials for floristic zoning of Central Asia], Leningrad, 145 p.
- Kazakhskaya SSR. Kratkaya entsiklopediya (1988) [Kazakh SSR. Short Encyclopedia]. Alma-Ata, vol. 2, pp. 69-71.
- Lavrenko Ye.M., Nikol'skaya N.I. (1963) *Arealy nekotorykh tsentral'noaziatskikh i severoturanskikh vidov pustynnykh rasteniy i vopros o botaniko-geograficheskoy granitse mezhdru Sredney Aziyey i Tsentral'noy Aziyey* [The ranges of some Central Asian and Northern Turkish species of desert plants and the question of the botanical-geographical border between Central Asia and Central Asia]. Botanicheskiy zhurnal. 48 (12), pp. 1741 – 1761.
- Lukhtanov A.A. (2014) *Gorod Vernyy i Semirechenskaya oblast'* [City Verny and Semirechensky region]. Almaty, 380 p.
- Opredelitel' rasteniy Sredney Azii (1968 – 1993) [The determinant of plants in Central Asia], Tashkent, vol.1-10.
- Parki i skvery goroda Almaty, 1917-1991, (2008) [Parks and squares of the city of Almaty. (Collection of archival documents)]. Sbornik arkhivnykh dokumentov, Almaty, 478
- Ping-Sheng H. (1992) *The characteristics of the flora of Shanghai*. Rheedeia. vol. 2, pp. 52-54.
- Rasteniya Tsentral'noy Azii (1963 -1989) [Plants of Central Asia], M.:L., vol. 1 – 9.
- Sadyrova G.A. (2018) *Analysis of urban flora of the city of Almaty (Kazakhstan)*. OnLine Journal of Biological Sciences. ISSN16084217-USA-Scopus. 10.3899/ojbsci. 148 p.
- Sadyrova G.A. (2018) *Urbanized flora of the Almaty city (Illustrated catalog of plants)* Almaty, 263 p.
- Skvortsov A.K. (1977) *Gerbariy* [Herbarium], Moskva, 199 p.
- Sowa R., Warcholinska U. (1981) *Flora synanthropijna Radowska. Spraw. czyny. I pos. nauk. LTN*. Vol. 35, № 7. pp. 18.
- Sudnik-Wojcikowska B. (1987) *Dynamik der Warschauer Flora in der letzten 150 Jahren II Gleditschia*. Bd. 15, Hf. 1. pp. 720-723.
- Sukopp H. (1966) *Verluste der Berliner Flora während der letzten hundert Jahre II Sitzungsber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde*. Berlin. Bd. 6, Hf. 1 3. pp. 126-136.
- Takhtadzhyan A.L. (1987) *Sistema magnoliofitov* [Magnoliophyte system], L., 439 p.
- Tolmachev A.I. (1974) *Vvedeniye v geografiyu rasteniy* [The ranges of some Central Asian and Northern Turkish species of desert plants and the question of the botanical-geographical border between Central Asia and Central Asia], Leningrad, pp. 240-244.
- Tonteri T. Haila Y. (1990) *Plants in a boreal city: Ecological characteristics of vegetation in Helsinki and its surroundings, southern Finland*. Ann. Bot. Fenn. Vol. 4. № 27. pp. 337-352.
- Trzcinska-Tacik H. (1979) *Flora synantropijna Krakowa*. Ser. A, 3, 278 p.
- Williamson M. (1966) *Biological Invasions*. London. Chapman and Hall. 244 p.
- Yurtsev B. A., Kamelin R. V. (1987) *Ocherk sistemy osnovnykh ponyatiy floristiki. Teoreticheskiye i metodicheskiye problemy sravnitel'noy floristiki* [Essay on the system of basic concepts of floristics. Theoretical and methodological problems of comparative floristics]. Leningrad, pp. 242–266.
- Zimmermann F. (1981) *Beobachtungen der Flora im Bereich von Berlin (west) in den Jahren 1947 bis 1981 II Verh. Berlin Bot. Ver.* Bd. 1. pp. 1240-1242.

**Избастина К.С.¹, Курманбаева М.С.²,
Молдақарызова А.Ж.³,
Базарғалиева А.А.⁴, Какишева Г.Т.⁵, Таракова К.А.⁶**

¹PhD-докторантураның студенті, e-mail: izbastina.k@gmail.com

²биология ғылымдарының докторы, профессор м.а., биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының меңгерушісі, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

³биология ғылымдарының кандидаты, молекулалық биология және медициналық генетика кафедрасының оқытушысы, e-mail: aijan202@mail.ru

⁴биология ғылымдарының кандидаты, биология кафедрасының доценті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан, e-mail: aliya_baz@inbox.ru

⁵молекулалық биология және медициналық генетика кафедрасының оқытушысы, e-mail: kakisheva.g@mail.ru

⁶молекулалық биология және медициналық генетика кафедрасының оқытушысы, e-mail: ktarakova@gmail.com

^{1,2,3}эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

^{3,5,6}С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы қ., Қазақстан

**АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
ANTHEMIS TROTZKIANA CLAUS
ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖАСТЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ
МЕН ОНТОГЕНЕТИКАЛЫҚ КҮЙІ**

Мақалада Ақтөбе облысы жағдайындағы сирек кездесетін түр *Anthemis troztkiana* Claus ценопопуляцияларының (ЦП) онтогенетикалық күйін, сандық және жастық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу барысында *Anthemis troztkiana* Claus онтогенезінде 3 кезең және 6 онтогенетикалық күйі анықталған. Ценопопуляциялардың негізгі көрсеткіштері есептеліп, онтогенетикалық құрылымы сипатталған.

Жастық индексі (Δ) және энергетикалық тиімділік индексі (ω) бағалауы бойынша 1-популяцияның 3 ценопопуляциясында жастық индексі шамалас 0.40-0.44, энергетикалық тиімділік индексі 0.51-ден 0.74 -ке дейін ауытқыған, 1 ЦП $\Delta = 0.40$, $\omega = 0.68$, 2 ЦП $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.51$ және 3 ЦП $\Delta = 0.42$, $\omega = 0.74$. 2 – популяциядағы 4, 5 және 6 ценопопуляцияларда *Anthemis troztkiana* көрсеткіштері салыстырмалы түрде жоғары. 4 ЦП $\Delta = 0.43$, $\omega = 0.76$, 5 ЦП $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.74$ және 6 ЦП $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.75$ және 3- популяция 6, 7 және 8 ЦП аумағында жастық индексі басқа 2 популяциямен салыстырғанда жоғары көрсеткішке ие 0.54-0.63, ал 7-ценопопуляцияда энергетикалық тиімділік индексі өте төмен $\omega = 0.48$, 7 ЦП $\Delta = 0.56$, $\omega = 0.48$, 8 ЦП $\Delta = 0.54$, $\omega = 0.70$ және 9 ЦП $\Delta = 0.63$, $\omega = 0.68$.

Ақтөбе облысы жағдайындағы зерттелген сирек кездесетін *Anthemis troztkiana* Claus түрінің жастық индексі (Δ) және энергетикалық тиімділік индексі (ω), яғни «дельта-омега» мәндері және қалпына келу, ауыстыру, қартаю көрсеткіштері келтірілген.

Түйін сөздер: онтогенетикалық күйі, жастық құрылымы, ценопопуляция, *Anthemis troztkiana* Claus.

Izbastina K.S.¹, Kurmanbayeva M.S.², Moldakaryzova A.Zh.³,
Bazargaliyeva A.A.⁴, Kakisheva G.T.⁵, Tarakova K.A.⁶

¹PhD-student, e-mail: izbastina.k@gmail.com

²Doctor of Biological Sciences, acting professor, head of department of Biodiversity and Bioresources, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

³Candidate of Biological Sciences, lecturer of department of molecular biology and medicine genetics, e-mail: aijan202@mail.ru

⁴Candidate of Biological Sciences, assistant professor, e-mail: aliya_baz@inbox.ru

⁵Lecturer of department of molecular biology and medicine genetics,

K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Kazakhstan, Aktobe, e-mail: kakisheva.g@mail.ru

⁶Lecturer of department of molecular biology and medicine genetics, e-mail: ktarakova@gmail.com

^{1,2,3}Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

^{3,5,6}Asphendiyarov Kazakh National Medical University, Kazakhstan, Almaty

Ontogenetic condition and age structure of *Anthemis trotskiana* claus coenopopulation in the conditions of Aktobe region

The article presents the results of study of the ontogenetic state, the number and age range coenopopulations of the rare species *Anthemis trotskiana* Claus in the conditions of Aktobe region. During the study of the ontogenesis of *Anthemis trotskiana* Claus 3 periods and 6 ontogenetic states were identified. The main coenopopulation indicators are calculated and the ontogenetic structure of this species is characterized.

According to the age index (Δ) and energy efficiency index (ω) in 3 cenopopulations in the 1st population, the number is approximately 0.40–0.44, the energy efficiency index ranges from 0.51 to 0.74, 1 CP $\Delta = 0.40$, $\omega = 0.68$, 2 CP $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.51$ and 3 CP $\Delta = 0.42$, $\omega = 0.74$. In the 2nd population, the *Anthemis trotskiana* indicators at 4, 5 and 6 coenopopulations are relatively high. 4 CP $\Delta = 0.43$, $\omega = 0.76$, 5 CP $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.74$ and 6 CP $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.75$, and in 3 populations 6, 7 and 8 CP the age index is higher 0.54–0.63 compared with the other two populations, and the efficiency index of the 7th coenopopulation is rather low $\omega = 0.48$, 7 CP $\Delta = 0.56$, $\omega = 0.48$, 8 CP $\Delta = 0.54$, $\omega = 0.70$ and 9 CP $\Delta = 0.63$, $\omega = 0.68$.

Under the conditions of the Aktobe region, during the study of the rare species *Anthemis trotskiana* Claus the age index (Δ) and energy efficiency index (ω), i.e. the delta omega values, as well as the recovery, replacement and aging index have been described.

Key words: ontogenetic condition, age structure, coenopopulation, *Anthemis trotskiana* Claus.

Избастина К.С.¹, Курманбаева М.С.², Молдакарызова А.Ж.³,
Базаргалиева А.А.⁴, Какишева Г.Т.⁵, Таракова К.А.⁶

¹студент PhD-докторантуры, e-mail: izbastina.k@gmail.com

²доктор биологических наук, и.о. профессора, зав. кафедрой биоразнообразия и биоресурсов, e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

³кандидат биологических наук, преподаватель кафедры молекулярной биологии и медицинской генетики, e-mail: aijan202@mail.ru

⁴кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Актыбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, Казахстан, г. Актобе, e-mail: aliya_baz@inbox.ru

⁵преподаватель кафедры молекулярной биологии и медицинской генетики, e-mail: kakisheva.g@mail.ru

⁶преподаватель кафедры молекулярной биологии и медицинской генетики, e-mail: ktarakova@gmail.com

^{1,2,3}Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

^{3,5,6}Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Казахстан, г. Алматы

Онтогенетическое состояние и возрастная структура ценопопуляций *Anthemis trotskiana* claus в условиях Актыбинской области

В статье представлены результаты изучения онтогенетического состояния, численности и возрастного спектра ценопопуляций (ЦП) редкого вида *Anthemis trotskiana* Claus в условиях Актыбинской области. В ходе исследования онтогенеза *Anthemis trotskiana* Claus было выделено 3 периода и 6 онтогенетических состояний. Вычислены основные ценопопуляционные показатели и охарактеризована онтогенетическая структура данного вида.

По оценке индекса возрастности (Δ) и индекса энергетической эффективности (ω) в 3-х ценопопуляциях в 1-й популяции численность приблизительно 0.40–0.44, индекс энергетической эффективности колеблется от 0.51 до 0.74, 1 ЦП $\Delta = 0.40$, $\omega = 0.68$, 2 ЦП $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.51$ и 3 ЦП $\Delta = 0.42$, $\omega = 0.74$. Во 2-ой популяции показатели *Anthemis trotskiana* в 4, 5 и 6-ценопопуляциях относительно высокие. 4 ЦП $\Delta = 0.43$, $\omega = 0.76$, 5 ЦП $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.74$ и 6 ЦП $\Delta = 0.44$, $\omega = 0.75$ и в 3 популяции 6, 7 и 8 ЦП возрастной индекс выше 0.54–0.63 по сравнению с двумя другими

популяциями, а индекс эффективности 7-й ценопопуляции довольно низкий $\omega = 0.48$, 7 ЦП $\Delta = 0.56$, $\omega = 0.48$, 8 ЦП $\Delta = 0.54$, $\omega = 0.70$ и 9 ЦП $\Delta = 0.63$, $\omega = 0.68$.

В условиях Актюбинской области при изучении редкого вида *Anthemis trotzkiana* Claus были описаны индекс возрастности (Δ) и индекс энергетической эффективности (ω), то есть значений дельта-омега, а также индекс восстановления, замещения и старения.

Ключевые слова: онтогенетическое состояние, возрастной спектр, ценопопуляция, *Anthemis trotzkiana* Claus.

Кіріспе

Өсімдіктер қорларын ұтымды пайдалану жабайы өсімдіктердің түрлерінің популяцияларын кешенді зерттеуге негізделген. Түрлердің таралу аймағы шегіндегі ресурстық көрсеткіштеріндегі айырмашылық облыстың әртүрлі географиялық жағдайларында және әкімшілік аймақтарда деректерді жинау және далалық зерттеулер жүргізу қажеттігін анықтайды. Қазақстанның әр облысы және аудандары үшін қорғауды қажет ететін өсімдік түрлерінің қазіргі тізімін жасап, олардың ғылымдағы және практикадағы бағалығын көрсету қажет [1].

Биологиялық әртүрлілікті білуде түрлердің ценопопуляцияларының жастық, онтогенетикалық құрылымын зерттеу ең негізгі тәсілдердің бірі. Осы орайда, биоалуантүрлілікті анықтауда белгілі бір аймақтардағы өсімдік түрлерінің пайдалығына байланысты зерттеп қоймай, бағалы түрлердің табиғи популяцияда өсуі мен демографиясын ескеруді талап етіледі. Алынған нәтижелерге сәйкес географиялық орнының қолайлы сипатын, ортаға бейімделуін және санының азаюына себебін талқылаумен қатар, оларды қорғау шараларын ұйымдастыруға бағыт береді [2-4].

Соңғы жылдары елімізде әртүрлі өсімдік бірлестіктерінде өсетін сирек және эндем түрлерді популяциялық деңгейде зерттеулер кеңінен жүргізіліп келеді [5-9].

Борлы түзілістердің өсімдік жамылғысында кешенді зерттеу жүргізу, еліміздің батысында орналасқан борлы түзілістер аймағындағы бірегей табиғи кешеннің тұтастығын қорғау және ондағы сирек кездесетін эндемикалық өсімдіктердің популяциясын сақтау мақсатында туындап отыр [10-12]. Сирек түр *Anthemis trotzkiana* Claus борлы шөгінділерде өсетін Поволжье – батыс қазақстандық эндем [13-14]. Сәндік көпжылдық шөптесін өсімдікті зерттеу үлкен қызығушылық тудырады, алғашқы қарағанда морфологиялық тұрғыдан көз тарта-

тын, ерекше экологиялық жағдайға (борлы субстрат) бейімделген түр [15-19].

Табиғи фитоценоздардағы белгілі бір түр популяцияларының қазіргі жағдайларын бағалауда, олардың ценопопуляцияларының құрылымын білу маңызды. Түр ценопопуляциясы құрылымын зерттегенде түрдің кеңістіктегі құрылымы мен онтогенетикалық құрылымын анықтау міндетті [20-24].

Белгілі бір аумақтағы өсімдік популяциясының жай-күйін бағалауда онтогенетикалық құрылымы өте құнды көрсеткіштердің бірі. Кеңістіктегі құрылым өсімдік популяциясы дарақтарының саны мен тығыздығын зерттеу, онтогенезі мен жастық құрылымдағы жасын анықтау арқылы жүзеге асырылады [25]. Өсімдіктердің жасына байланысты тіршілік күйлерін сипаттау үшін биоморфологиялық, анатомиялық және экологиялық белгілерін қолдануға болады [26]. Жұмыстың мақсаты Ақтөбе облысындағы сирек түр *Anthemis trotzkiana* Claus ценопопуляцияларының жастық құрылымы мен онтогенетикалық күйін және демографиялық жағдайын зерттеу болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу материалы ретінде *Anthemis trotzkiana* Claus өсімдігінің ценопопуляцияларындағы әртүрлі жастық күйіндегі дарақтар зерттелді. Әр ценопопуляцияның демографиялық құрылымын, тығыздығын және жастық құрамын зерттеуде осы өсімдік түрінің популяция аймағы бірнеше учаскеде көлемі 10x100 м болатын трансекта салынды, сол трансекталардың арақашықтығы 10-20 метр сайын әрқайсысы 1 м² болатын 90 сынақ алаңы салынды. 9 ценопопуляция (ЦП) аймақтарынан табылған *Anthemis trotzkiana* өсімдігінің 1002 дарақтың жастық күйі Т.А. Работнов (1950) [27] және А.А. Уранов (1975) [28] ұсынған критерийлер жиынтығына сәйкес анықталды.

1-кесте – *Anthemis troitzkiana* өсімдігі ценопопуляцияларының экология-ценодикалық сипаттамасы

Популяция	Ценопопуляция				Фитоценоз типі			Топырағы	
	Нөмері	Ауданы, м²	GPS координаттары, теңіз деңгейінен биіктігі	Орналасқан жері, топырақ типі	Аты	Проекция-лық жабыны, %	Түрлік құрамы	Орташа сығарылды, 0-30 см	Орташа pH мөлшері, 0-30 см
I	1	1757	N: 49°22' 08.7", E: 54°31' 23.4", теңіз деңгейінен биіктігі 628 м.	Ақтөбе облысының Ойыл ауданы Көктоғай ауылының оңтүстік-батысында орналасқан Ақшатау борлы тауының оңтүстік экспозициясында, тік жарлы 80° болып келеді. Топырақ жамылғысы қалдықты карбонатты ашық-күрең (борлы). Топырақтың беткі қабаты қатты.	Өгізкөзді-бұйырғылды-соран жусанды (ass. <i>Artemisia salsoloides</i> Willd. - <i>Anabasis cretacea</i> Pall. - <i>Anthemis troitzkiana</i> Claus)	15-20	<i>Anthemis troitzkiana</i> Claus., <i>Anabasis cretacea</i> Pall., <i>Camphorosma monspeliaca</i> L., <i>Zygophyllum pinnatum</i> , <i>Trinia hispida</i> Hoffm., <i>Linaria cretacea</i> Fisch. ex Spreng., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Scabiosa isetensis</i> L., <i>Lagochilus acutibobus</i> (Ledeb.) Fisch. & C.A. Mey., <i>Crambe tataria</i> Sebeok., <i>Nanophyto erinaceum</i> (Pall.) Bunge.		
	2	1800	N: 49°22' 15.6", E: 54°31' 13.9", теңіз деңгейінен биіктігі 593 м.	Ақтөбе облысының Ойыл ауданы Көктоғай ауылының оңтүстік-батысында орналасқан Ақшатау борлы тауының солтүстік және солтүстік батыс экспозициясында жарлы болып келген. Тік жар 45-50° көлбеу, жоғарыдан аққан жаңбыр суының салдарынан қатты тілімденген. Топырағы қалдықты-карбонатты ашық-күрең (борлы). Қиыршық тасты борлы топырақта атмосфералық ылғалдылық сақталған.	Өгізкөзді-әртірлі шөпті-жусанды (ass. <i>Artemisia Lessingiana</i> Bess. - <i>Artemisia salsoloides</i> Willd. - <i>Gypsophila diffusa</i> Fisch. et Mey. - <i>Galatella tatarica</i> - <i>Anthemis troitzkiana</i> Claus)	20-30	<i>Anthemis troitzkiana</i> Claus., <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench., <i>Camphorosma monspeliacum</i> L., <i>Centaurea sibirica</i> L., <i>Gypsophila diffusa</i> Fisch. et Mey., <i>Artemisia Lessingiana</i> Bess., <i>Galatella tatarica</i> , <i>Allium globosum</i> M.Bieb., <i>Scabiosa isetensis</i> L., <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Poa bulbosa</i> L.	2,3	7,79
	3	2450	N: 49°26' 13.7", E: 54°38' 19.4", теңіз деңгейінен биіктігі 551 м.	Ақтөбе облысының Ойыл ауданы Көктоғай ауылының оңтүстік-батысында орналасқан Ақшатау борлы тауының жоғарғы бөлігі, яғни таудың басы жалпақ, жүруге ыңғайлы. Жонды-төбенің биіктігінде өсімдіктер түрі өте аз. Қалдықты-карбонатты ашық-күрең (борлы) топырақ сақталған. Жакын арада жауған жауын-шашыннан кейінгі топырақтың беткі қабаты қатты.	Өгізкөзді-триниялы - түйебабды (ass. <i>Zygophyllum</i> L. - <i>Trinia hispida</i> Hoffm. - <i>Anthemis troitzkiana</i> Claus)	10 -15	<i>Anthemis troitzkiana</i> Claus., <i>Zygophyllum pinnatum</i> , <i>Limonium cretacea</i> (Willd.), <i>Anabasis cretacea</i> (Pall.) Bge., <i>Silene suffrutescens</i> Bieb., <i>Poa bulbosa</i> L., <i>Trinia hispida</i> Hoffm.		
	4	1900	N: 50°17' 54.0", E: 56°05' 17.9", теңіз деңгейінен биіктігі 951 м.	Ақтөбе облысының Қобда ауданы Бестау ауылының маңындағы Бестау борлы тау тізбегінің солтүстік-батыс бөлігін экспозициясында алады, 60-70° көлбеу.	Өгізкөзді-соран жусан-бозсары қотароты (ass. <i>Scabiosa</i>)	15-20	<i>Anthemis troitzkiana</i> Claus., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Zygophyllum pinnatum</i> , <i>Ephedra distachya</i> L., <i>Linaria cretacea</i> Fisch., <i>Trinia hispida</i>		

Популяция	Ценопопуляция				Фитоценоз типі			Топырағы	
	Немері	Ауданы, м ²	GPS координаттары, теңіз деңгейінен биіктігі	Орналасқан жері, топырақ типі	Аты	Проекция-лық жабыны, %	Түрлік құрамы	Орташа ылғалд., в. 0-30 см	Орташа pH мөлшері, 0-30 см
II	5	2100	N: 50°17'55.5", E: 56°05'20.7", теңіз деңгейінен биіктігі 998 м.	Борлы қабааттардан тұратын қыратты төбелер кішігірім сайлармен тілімделген. Қалдықты-карбонатты күңгірт-күрең топырақтар (борлы) сазды, борлы жыныстардың негізінде қалыптасқан.	<i>ochroleuca</i> L.- <i>Artemisia salsoloides</i> Willd.- <i>Anthemis trotzkiana</i> Claus)		Hoffm., <i>Gypsophila diffusa</i> Fich.et Mey., <i>Centaurea sibirica</i> L., <i>Allium globosum</i> M.Bieb., <i>Scabiosa ochroleuca</i> L., <i>Barbarea vulgaris</i> .		
				Ақтөбе облысының Қобда ауданы Бестау ауылының маңындағы Бестау борлы тау тізбегінің күн шығыс бөлігін толық қамтыған және таудың етегіне дейін созылған. Жотаның көлбеулігі 45-50°, өте тік. Борлы жотаның жарық тұсының тарамдары мен бөліктері тасты (борлы) болып келеді. Топырағы қалдықты-карбонатты күңгірт- күрең. Құддлаған жардың төменгі жағы тілімденген.	Өгізкөзді-түйебабан - триния –сүттігені (ass. <i>Euphorbia segueriana</i> Neck – <i>Trinia hispida</i> Hoffm. - <i>Zygophyllum macropterum</i> C. A. Mey - <i>Anthemis trotzkiana</i> Claus)	20-25	<i>Anthemis trotzkiana</i> Claus, <i>Veronica incana</i> L., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Linara cretacea</i> Fisch., <i>Galium ruhenicum</i> Willd., <i>Zygophyllum pinnatum</i> , <i>Helichrysium arenarium</i> (L.) Moench, <i>Echinops Meyeri</i> (DC) Ilijin., <i>Scabiosa ochroleuca</i> L., <i>Euphorbia segueriana</i> Neck., <i>Centaurea sibirica</i> L., <i>Barbarea vulgaris</i> .	2,4	8,41
				Ақтөбе облысының Қобда ауданы Бестау ауылының маңындағы Бестау борлы тау тізбегі етегінен бастап <i>Anthemis trotzkiana</i> Claus өскен, таудың басына дейін біркелкі өскен. Таудың басы жаппақ жон болып тұтасқан. Борлы жыныстары негізінде қалыптасқан қалдықты-карбонатты күңгірт-күрең топырақ.	Өгізкөзді-кышшалы- сикөкті - жусанды (ass. <i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd.- <i>Linara cretacea</i> Fisch.- <i>Ephedra distachya</i> L.- <i>Anthemis trotzkiana</i> Claus)	25-30	<i>Anthemis trotzkiana</i> Claus, <i>Gypsophila diffusa</i> Fich.et Mey., <i>Linara cretacea</i> Fisch., <i>Zygophyllum pinnatum</i> , <i>Allium globosum</i> M.Bieb., <i>Centaurea sibirica</i> L., <i>Euphorbia segueriana</i> Neck., <i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Galium ruhenicum</i> Willd., <i>Euphrasia pectinata</i> , <i>Ephedra distachya</i> L., <i>Helichrysium arenarium</i> L. Moench., <i>Veronica incana</i> L.		
	7	2870	N: 50°31'07.0", E: 54°55'54.0", теңіз деңгейінен биіктігі 741 м.	Ақтөбе облысының Қобда ауданы Ақырап ауылының оңтүстік батыс бөлігіндегі Ишқарантау борлы тау тізбегінің төменнен жоғары көтерілген тұста борлы тауды жотаның солтүстік және солтүстік-шығыс жағын қамтиды. Жота бөктерлерінің эрозиялық бөлігі жартасты борлы, ал төменге қарай ірі борлы сусымалы шөгінді болып келеді. Топырағы карбонатты күрең. Тау жотасының етегін астық тұқымдасының	Өгізкөзді –астықты- кышшалы (ass. <i>Ephedra distachya</i> L.- <i>Stipa capillata</i> L.- <i>Agropyron fragile</i> (Roth.) Nevski. - <i>Anthemis trotzkiana</i> Claus)	15-20	<i>Anthemis trotzkiana</i> Claus, <i>Gypsophila diffusa</i> Fich.et Mey., <i>Allium globosum</i> M.Bieb., <i>Lapulla microcarpa</i> (Ledeb.), <i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., <i>Ephedra distachya</i> L., <i>Tulipa biebersteiniana</i> Schult., <i>Stipa capillata</i> L., <i>Centaurea sibirica</i> L., <i>Agropyron fragile</i> (Roth.) Nevski., <i>Pimpinella titanophila</i> Woronow. = <i>P. tragium</i> .		

Популяция	Ценопопуляция				Фитоценоз типі			Топырағы	
	Номері	Ауданы, м ²	GPS координаттары, теңіз деңгейінен биіктігі	Орналасқан жері, топырақ типі	Аты	Проекция-лық жабыны, %	Түрлік құрамы	Орташа ылғалды, 0-30 см	Орташа pH мөлшері, 0-30 см
III	8	3100	N: 50° 31' 10.4", E: 54° 56' 06.1", теңіз деңгейінен биіктігі 737 м.	өкілдері басқан даланың кальцефитті түрлермен жабылған. Ақтөбе облысының Қобда ауданы Ақырап ауылының оңтүстік батыс бөлігіндегі Ишқарантау борлы тау тізбегінің солтүстік-батыс беткейінде, тіктігі 35-40°. Топырақ жамылғысын карбонатты күрең топырақ болғанымен, тұтастай қиыршықты бордан тұрады. Кең көлемдегі тау жотасының жоғарғы бөлігін алып жатыр. Таулы жотаның басы кедір-бұдырлы жартасты келеді. Тау жотасынан көтерілген сайын өсімдіктер жамылғысы сирей түседі.	Өгізкөзді-сиякөкті - жусанды-катыранды (ass. <i>Crambe tatarica</i> Sebeok.- <i>Artemisia lerschiana</i> Web. - <i>Artemisia salsoloides</i> Willd. - <i>Linara cretacea</i> Fisch.- <i>Anthemis trotskiana</i> Claus)	15-20	<i>Anthemis trotskiana</i> Claus, <i>Euphorbia seguieriana</i> Neck., <i>Artemisia lerschiana</i> Web., <i>Ephedra distachya</i> L., <i>Crambe tatarica</i> Sebeok., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., <i>Trinia hispida</i> Hoffm., <i>Achillea nobilis</i> L., <i>Linara cretacea</i> Fisch., <i>Prangos odontalgica</i> (Pallas.).	2,5	8,19
	9	2650	N: 50° 41' 20.8", E: 54° 56' 49.1", теңіз деңгейінен биіктігі 639 м.	Ақтөбе облысының Қобда ауданы Ақырап ауылының оңтүстік батыс бөлігіндегі Ишқарантау борлы тау тізбегінің оңтүстік-батыс жоталарын алып жатыр. Шөгінді жыныстардан құралған карбонатты күрең топырақ, негізінен сазды әктастардан тұрады.	Өгізкөзді - жусанды - триниялы - қылшалы (ass. <i>Ephedra distachya</i> L.- <i>Trinia hispida</i> Hoffm.- <i>Artemisia salsoloides</i> Willd.- <i>Anthemis trotskiana</i> Claus)	20-30	<i>Anthemis trotskiana</i> Claus., <i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Ephedra distachya</i> L., <i>Euphorbia seguieriana</i> Neck., <i>Trinia hispida</i> Hoffm., <i>Crambe tatarica</i> Sebeok., <i>Phlomis pungens</i> Willd., <i>Zygophyllum pinnatum</i> , <i>Lapulla microcarpa</i> (Ledeb.), <i>Allium globosum</i> M.Bieb., <i>Linara cretacea</i> Fisch., <i>Gypsophila diffusa</i> Fisch. et Mey., <i>Agropyron fragile</i> (Roth.) Nevski.		

Онтогенетикалық құрылымды талдау [29] кезінде ценопопуляциялардың зерттеудің әдіс-темелері бойынша қалпына келтіру индексі және алмасу индексі [30], қартаю индексі [31], жастық индексі (Δ) [28], популяцияның энергетикалық тиімділігі (ω) [32] сипаттамалары есептелді. Статистикалық талдау көрсеткіштер MS Excel 2010 стандарты бойынша орындалды [33].

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Ақтөбе облысынан *Anthemis troztkiana* өсімдігінің үш популяциясы табылды. Үш популяцияда 3 ценопопуляциядан, яғни барлығы 9 ценопопуляция зерттелді. Құрамында сирек түр *Anthemis troztkiana* өсімдігі әр ценопопуляциялар кездесетін орталардың GPS координаттары және эко-ценотикалық жағдайы сипаттама берілді. Сонымен қатар, өсімдіктің таралуы мен олардың онтогенетикалық күйінің жағдайларында бағалау үшін топырақтың рН

мәні, ылғалдылығы және гумусы анықталды (1-кесте).

Зерттеуге алынған 9 ценопопуляциялардан *Anthemis troztkiana* өсімдігінің құрылымдық ерекшеліктерін анықтау үшін жастық құрамы анықталды. Зерттелген популяциялардың ауданындағы түрдің орташа тығыздығы (дана/м²) мен үлгі алаңшаларындағы әр түрлі жастық күйлеріндегі дарақтардың орташа саны (дана/м²) есептеліп, 2-кестеде келтірілген.

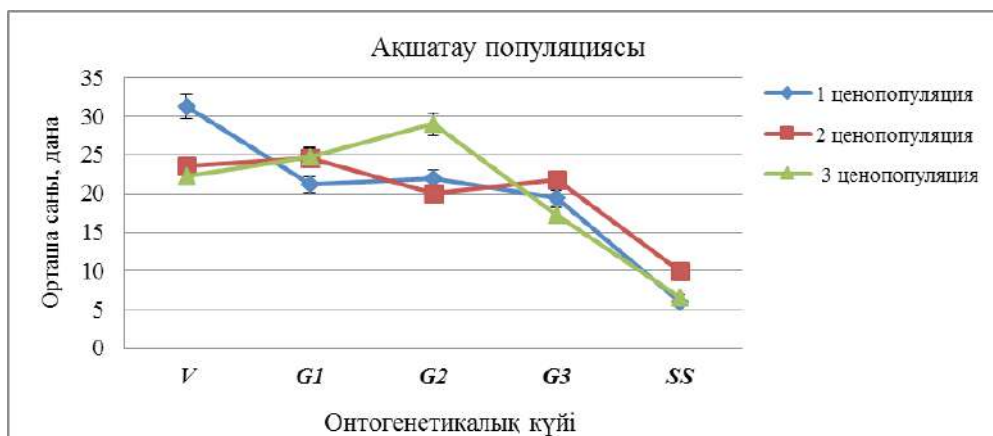
Ақтөбе облысынан табылған Ақшатау популяциясының территориясынан *Anthemis troztkiana* өсімдігінің 1,2 және 3 ценопопуляциялар қарастырылды (1-2-сурет). 1-ЦП аумағында *Anthemis troztkiana* өсімдігі дарақтарының орташа тығыздығы 11.8 дана/м². 1 ЦП аумағынан өсімдіктің прегенеративтік кезеңнен v - 31,3 % дарақтары, генеративтік кезең дарақтары (g_1 -21.2%; g_2 - 22%; g_3 - 19.5%) және постгенетативтік кезеңнің ss (6%) дарақтары тіркелді.

2-кесте – *Anthemis troztkiana* Claus ценопопуляцияларының онтогенетикалық күйі

Популяция	I			II			III		
Ценопопуляция	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ауданы, м ²	1757	1800	2450	1900	2100	1460	2870	3100	2650
Онтогенетикалық күйі (орташа/дана)									
v	3.7±1.3	2.6±1.1	2.7±1.1	2.5±0.8	2.8±1.0	2.4±0.7	1.1±0.6	1.0±0.8	0.5±0.7
g_1	2.5±1.1	2.7±1.3	3.0±1.1	3.2±1.0	3.2±1.1	3.2±0.9	1.5±0.5	1.8±0.8	1.0±0.8
g_2	2.6±1.3	2.2±0.9	3.5±1.1	4.3±1.2	3.8±1.0	3.5±1.3	2.0±0.8	2.3±1.2	2.1±0.6
g_3	2.3±1.3	2.4±1.1	2.1±1.4	2.3±1.6	2.8±1.2	2.8±0.9	2.0±0.9	2.1±0.6	2.4±0.8
ss	0.7±0.7	1.1±1.0	0.8±0.9	0.7±0.9	0.7±0.8	0.8±0.6	1.7±1.2	1.2±1.0	1.5±1.1
s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6±0.7	0.6±0.7	0.9±0.7
sc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Дарақтар саны (дана/ м ²)	11.8±1.1	11±1.08	12.1±1.1	13±1.1	13.3±1.02	12.7±0.88	8.9±0.76	9.0±0.85	8.4±0.78
Онтогенетикалық кезеңдері (%)									
Прегенеративтік, %	31.3	23.6	22.3	19.3	21	18.9	12.4	11.2	6
Генеративтік, %	62.7	66.4	71.1	75.3	73.7	74.8	61.8	68.8	65.5
Постгенеративтік, %	6	10	6.6	5.4	5.3	6.3	25.8	20	28.5

2 – ЦП аумағында түр дарақтарының орташа тығыздығы 11 дана/ м², өсімдіктің прегенеративтік кезеңнен v - 23.6 % дарақтары, генеративтік кезең дарақтары (g_1 -24.6%, g_2 - 20%, g_3 - 21.8%) және постгенетативтік кезеңнің субсенильдік дарақтары (ss) 10%.

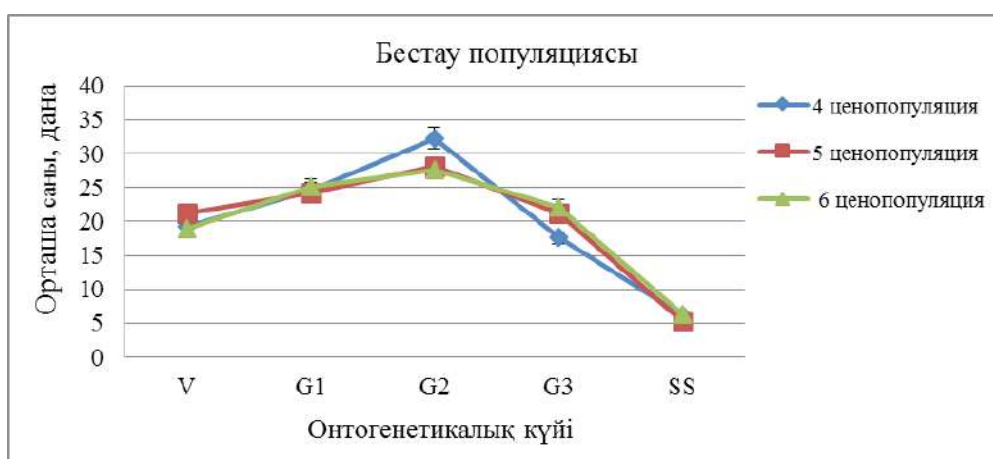
3 – ЦП аумағында түр дарақтарының орташа тығыздығы 12.1 дана/ м². прегенеративтік кезеңнен 22.3% (v) дарақтары, генеративтік кезең дарақтары (g_1 -24.8%, g_2 - 29%, g_3 - 17.3%) және постгенетативтік кезеңнің 6.6 % (ss) субсенильдік дарақтардың үлесіне тиесілі (7-сурет).



1-сурет – *Anthemis trotzkiana* Claus ценопопуляцияларының базалық спектрі



2-сурет – Ақшатау популяциясындағы *Anthemis trotzkiana* өсімдігінің жастық спектрі



3-сурет – *Anthemis trotzkiana* Claus ценопопуляцияларының базалық спектрі

4, 5 және 6 ценопопуляциялары Бестау борлы тауынан табылып, зерттеуге алынды (3-4-сурет). Өз кезегінде, 4-ЦП аумағында өсімдік дарактарының орташа тығыздығы 13 дана/м². Ценопопуляцияда прегенеративтік кезеңнен (v) дарактары 19.3%, генеративтік кезең дарактар g_1 -24.7%, g_2 - 33% g_3 - 17.6%), ал постгенетативтік кезең дарактарынан 5.4 % (ss) дарактар үлесінде.

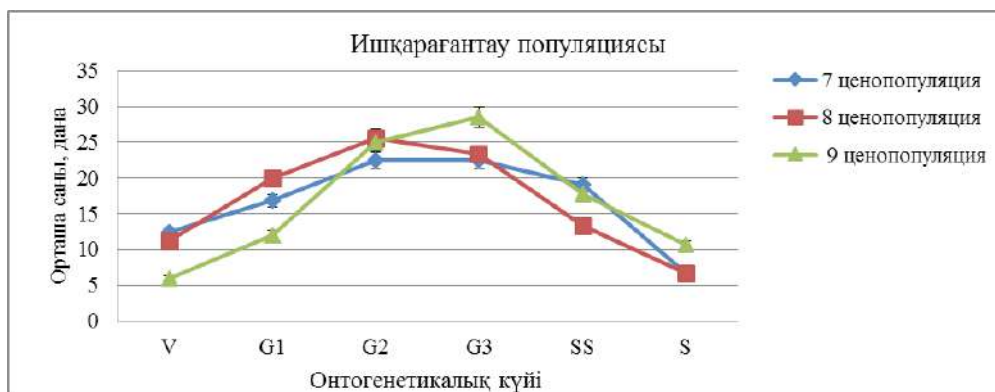
5- ЦП аумағында өсімдік дарактарының орташа тығыздығы 13.3 дана/ м². ЦП аумағында прегенеративтік кезең дарактары 21%, генеративтік кезең дарактары 73.7% және 5.3% постгенеративтік кезең дарактарының үлесінде. Аталған ценопопуляциядағы генеративтік дарактар саны жағынан басымдылық көрсетеді және морфологиялық жағынан ірілігімен ерекшеленеді (4-сурет).

Anthemis trotzkiana өсімдік дарактарының орташа тығыздығы 6- ЦП аумағында 12.7 дана/м². Ценопопуляциядағы прегенеративтік кезеңге жататын (v) дарактар 18.9 пайыз, генеративтік кезеңге жататын орта жастағы генеративтік (g_2) дарактар саны 35, ол ценопопуляцияның 27.6 %, 32 дана жас генеративтік (g_1) 25.1 % және 28 қартайған генеративтік(g_3) күйіндегі дарактар 22.1% және постгенеративтік кезең дарактары (ss) 6.3% көрсетті (7-сурет, 1-кесте).

Үшінші Ишқарағантау популяция территориясынан табылған 7,8 және 9 ценопопуляциялар қарастырылды (5-6 сурет). Бұл популяциядағы үш ценопопуляцияның да аумағында кездесетін *Anthemis trotzkiana* өсімдігі аздау екендігі байқалды. Өсімдік дарактарының орташа тығыздығы 7 ЦП территориясында 8.9% дана/м², 8 ценопопуляцияда 9% дана/м² және 9 ЦП аумағында 8.4% дана/м².



4-сурет – Бестау популяциясындағы *Anthemis trotzkiana* өсімдігінің жастық спектрі



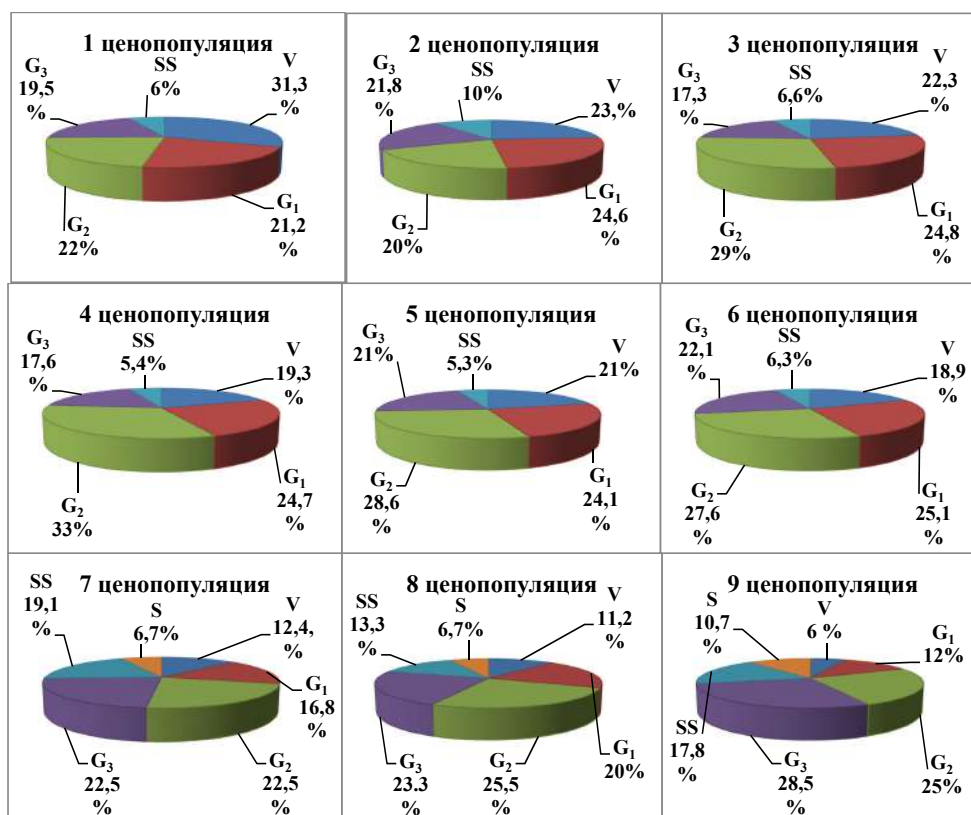
5-сурет – *Anthemis trotzkiana* Claus ценопопуляцияларының базалық спектрі



6-сурет – Ишқарағантау популяциясындағы *Anthemis trotzkiana* өсімдігінің жастық спектрі

Бұл популяция аймағындағы 7, 8 және 9 ценопопуляцияларда, прегенеративтік кезеңге жататын дарактар 7ЦП аумағында 12.4%, 8 ЦП-11.2% және 9 ЦП 6%. Генеративтік кезең дарактары 7ЦП аумағында 61.8%, 8 ЦП-68.8% және 65.5%

9 ЦП аймағынан тіркелді. Ценопопуляциялар аумағында тіркелген постгенеративтік кезең жататын субсенилдік және сенилдік дарактар үлесі 7 ЦП 25.8%, 8 ЦП -20% және 28.5 % құрайды (7-сурет, 1-кесте)



7-сурет – *Anthemis trotzkiana* Claus өсімдігінің онтогенетикалық кезеңдерінің ценопопуляциялардағы пайыздық көрсеткіштері

Сирек түр *Anthemis troztkiana* ЦП демографиялық көрсеткіштері 2-кестеде келтірілген. Жас шамасы (Δ) және (ω) эффективтілігінің бағалауы бойынша 1-популяцияның 3 ценопопуляциясында шамалас 1 ЦП ($\Delta = 0.40$, $\omega = 0.68$), 2 ЦП ($\Delta = 0.44$, $\omega = 0.51$) және 3 ЦП ($\Delta = 0.42$, $\omega = 0.74$) 1 ЦП аумағына виргинильдік дарақтардың 2 және 3 ЦП аумағына қарағанда мол. Дегенмен, 1 және 2 ЦП аумағында генеративті дарақтар саны шамалас, ал 3 ЦП да генеративтік дарақтар басымдығы байқалады. Сонымен қатар, 1 ЦП да

7, 2 ЦП төңірегінде 8 және 3 ЦП да 8 сенильдік дарақтар тіркелді.

2 популяциядағы 4, 5 және 6 ценопопуляциялар *Anthemis troztkiana* көрсеткіштері салыстырмалы түрде тұрақты. 4 ЦП ($\Delta = 0.43$, $\omega = 0.76$), 5 ЦП ($\Delta = 0.44$, $\omega = 0.74$) және 6 ЦП ($\Delta = 0.44$, $\omega = 0.75$). Барлық ЦП Δ көрсеткіші бірдей, ал ω көрсеткішінің жоғары болуы ценопопуляциялар құрамында орта жастағы генеративті дарақтардың үлесінің жоғары және қартайған дарақтардың аз екендігін көрсетеді.

3-кесте – *Anthemis troztkiana* Claus ценопопуляцияларының демографиялық жағдайы

ЦП	Жастық индексі, Δ	Энергетикалық тиімділік индексі, ω	Қалпына келу индексі, I_k , %	Ауыстыру индексі, I_a , %	Қартаю индексі, I_c , %	Типі
1	0.40	0.68	50	66	0.05	жетілген
2	0.44	0.51	35.6	45.6	0.1	
3	0.42	0.74	31.3	42.1	0.06	
4	0.43	0.76	28.5	34.2	0.05	жетілген
5	0.44	0.74	28.5	38.3	0.05	
6	0.44	0.75	25.2	34.4	0.06	
7	0.56	0.48	20	17.4	0.25	жетілген
8	0.54	0.70	16.1	16.1	0.2	
9	0.63	0.68	9	7.2	0.28	

Anthemis troztkiana өсімдігінің саны 3 популяция (7, 8 және 9 ЦП) аумағында салыстырмалы аз. Ценопопуляциялардың (Δ) жастық индексі және (ω) энергетикалық тиімділік индексі көрсеткіштеріне тоқталатын болсақ, 7 ЦП ($\Delta = 0.56$, $\omega = 0.48$), 8 ЦП ($\Delta = 0.54$, $\omega = 0.70$) және 9 ЦП ($\Delta = 0.63$, $\omega = 0.68$), барлық ценопопуляциялардың постгенеративтік кезеңінде субсенильдік (ss) дарақтарымен бірге сенильдік (s) күйдегі дарақтардың тіркелуі *Δжастық индексі* көрсеткішінің жоғары болуына ықпал етті (3-кесте).

Ценопопуляцияларда динамикалық процестерді көрсететін қалпына келтіру, ауыстыру және қартаю индекстері сандық сипаттамаларын салыстырмалы талдау барысында, барлық көрсеткіштері бойынша Ақшатау популяциясы (1,2 және 3 ЦП) жағдайында *Anthemis troztkiana* өсімдігі өсуіне қолайлы тіршілік ортасы қалыптасқан. Топырақ ылғалдылығы 2.3%, топырақ рН мәні 7.79 және гумусы 3.40 % көрсеткіштерінде ценопопуляциялар прогрессивті, өйткені жас виргинильдік дарақтар басым, кеңеюге бейім болғандықтан

жетілген типке жатады. Ал, Бестау популяциясы (4, 5 және 6 ЦП) жағдайы өсімдіктің өсуі үшін едәуір қолайлы болып табылды, өйткені қышқылдық орта қалыптасқан. Топырақтың рН мәні ең жоғарғы көрсеткіш 8.41, ылғалдылығы сәл төмен 2.4% және гумусы салыстырмалы төмен (3.15%) болғанда, басқа популяцияларға қарағанда сирек түрдің генеративтік дарақтар саны мол және постгенеративтік дарақтардың аз болуымен ерекшеленді. Ценопопуляциялардың құрамы толық болмағанмен олардың ішінде генеративті дарақтардың саны басым болуы, ценопопуляциялар анағұрлым қалыпты және жетілген типке жатқызуға мүмкіндік береді.

Ишқарағантау популяциясында (7, 8 және 9 ЦП) топырақ ылғалдылығы 2.5% және топырақтың рН мәні 8.9, ал гумусы 4.90% ортада *Anthemis troztkiana* өсімдіктерінің өмір сүру жағдайы қанағаттанарлық және өзін-өзі сақтауға қабілеттілігі төменірек. Яғни, топырақтың ылғалдылығы сәл жоғары болса да, өсімдік гумусы жоғары ортада өсуі нашарлау, соған орай ауыстыру индексі төмен және ЦП қартаю көрсеткіші 0.2%. Дарақтардың көпшілігі

субсенильдік (ss) және сенильдік (s) күйлерге жатады. Генеративтік тіршілік күйлерінің саны орташа болғанмен постгенеративтік кезеңінде дарактардың болуы 7, 8 және 9 ценопопуляцияларды жетілген типіне жатқызуға болады.

Қорытынды

Ақтөбе облысы жағдайындағы сирек түр *Anthemis trozskiana* Claus ценопопуляцияларына жүргізілген геоботаникалық зерттеу, жастық күйлері және демографиялық жағдайы бойынша жоғарыдағы кестелердегі және суреттердегі сандық мәліметтерге талдау жасап, төмендегідей қорытынды жасауға болады:

– 2016-2018 жылдары зерттелген өсімдіктің онтогенетикалық құрылымы *Anthemis trozskiana* Claus ценопопуляциялары А.А. Уранов [28] классификациясы бойынша барлығы жетілген және қалыпты жағдайда, бірақ толық мүшелі емес. Зерттеу жүргізілу уақытына өсімдіктің онтогенетикалық спектрінің толық мүшелі болмауы, түрдің вегетациялық даму кезеңінің ерте көктемде өтуіне орай, екі жыл жүргізілген экспедициясы жұмысында дарактарды есепке алу уақыты тамыз айының ортасына келуімен байланысты болуы ықтимал. Сонымен қатар, көктем және жазғы мезгілдерінде жақын ауыл тұрғындарының борлы таулардың төбесінде және бөктерлерінде мал бағатындығын ескерсек, тұқымнан өнген өсімдіктің жас фракциялардың желінуі мен тапталуынан зерттеу уақытында кездеспеуі әбден мүмкін.

– Зерттелген ценопопуляциялардың базалық спектрлері біршыңды. 1 – 3 ценопопуляция-

лардың негізгі онтогенетикалық спектріне барынша жас және орта жастағы генеративтік дарактары шоғырланған. 4 – 9 ценопопуляциялар онтогенетикалық спектрлері ортасында жинақталған. Ценопопуляцияларда тек дарактардың тығыздығы бойынша айырмашылықтар байқалады. Алаңқайлардағы дарактардың орташа тығыздығы бойынша ең жоғарғысы 5 ЦП -13.3(дана/ м²), ең төменгісі 9 ЦП 8.4(дана/ м²). *Anthemis trozskiana* өсімдігінің жастық құрамы мен саны бойынша шамалы сандық ауытқулар ғана байқалады.

– Ақтөбе облысы жағдайындағы зерттеуге алынған барлық онтогенетикалық көрсеткіштер бойынша *Anthemis trozskiana* өсімдігі үшін 2 популяция (4, 5, 6 ЦП) Бестау борлы тауы ең қолайлы болып отыр. Бұл популяцияда топырақ ылғалдылығы 2,4%, топырақ рН мәні 8,41 және гумусы 3.15 % болғанда сирек түр қышқылдылығы жоғары және гумусы аз, яғни кальцийі мол ортада жақсы өсетіндігін көрсетеді.

– Ақтөбе облысындағы ценопопуляциялардың онтогенетикалық құрылымы мен өміршеңдігі, демографиялық жағдайына жасалған статистикалық талдау, сирек кездесетін түр *Anthemis trozskiana* Claus ценопопуляцияларында түрдің жойылуына тікелей төніп тұрған қауіптің жоқтығы айқындалды. Дегенмен, түрдің өсу ортасына жақын елді мекендердегі тұрғылықты халықтың мал жайып, табиғи бор алып пайдалануы түр санының күрт төмендеуі мен жойылуына әкелетінін ескерсек, Қазақстанның қызыл кітабына енген сирек түр ерекше көңіл бөлуді талап етеді.

Әдебиеттер

- Байтулин И.О. О разработке красной книги Республики Казахстан по редким и уникальным растительным сообществам // Материалы Международной научно-практической конференции «Биологическое разнообразие и устойчивое развитие природы и общества». СЕКЦИЯ 1. 2009 г. – С. 14.
- Smith, E.L., and G.B. Ruyle. 1991. Considerations when monitoring rangeland vegetation. G.B. Ruyle. (ed). Some methods for monitoring rangelands and other natural area vegetation. University of Arizona, College of Agriculture, Extension Report 9043. pp. 2-3.
- Akçakaya HR, McCullough DR, Barrett RH. Population viability analysis and risk assessment.-Elsevier Publishers 2001: Populations, London. Wildlife, 1992. – P.148-157.
- Alvarez-Buylla, E. R. Slatkin, M.(1993) Finding confidence limits on population growth rates: Monte Carlo test of a simple analytic method. Oikos 68: pp. 273-282.
- Mukhitdinov NM, Ametov A, Abidkulova KT, Akhmetova AB, Tynybekov BM, Ydyrys A. (2016) Assessment species communities of population rare, endemic and medical plant *Ferula iliensis* Krasn. ex Korov. on the left bank of the Ili River Almaty region. – Experimental Biology.- vol. 68, no.3, pp. 14-23.
- Almerekova Shyryn, Mukhitdinova Zinat, Ydyrys Alibek.(2016).The effect of cryopreservation on seed germination of the endangered, rare, endemic and medicinal plant *Ferula iliensis* Krasn. ex Korov.// JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY. — vol. 231. – P. 40. ISSN :0168-1656 DOI10.1016/j.jbiotec.2016.05.158
- Baitenov, M.S., 1985. In the world of rare plants. This excludes flooding and the water table is deeper than Alma-Ata, pp: 176

- Begenov A, Mukhitdinov N, Ametov A, Nazarbekova S, Kuatbayev A, Tynybekov B, Abidkulova K and Ydyrys A. (2014) Assessment of the Current Status of Populations of Kazakh Rare Plants (*Berberis iliensis* M. Pop.). World Applied Sciences Journal. – 2014. – DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.30.01.14010. – no.30 (1). – P. 105–109.
- Abramova L.M., Karimova O.A., Mustafina A.N. (2014) Characteristics of coenopopulations of a rare species *Hedysarum grandiflorum* Pall. in stony steppes of the Cis-Ural // Italian Science Review. no. 2 (11). pp. 241–244.
- Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск, 2002. – 132 с.
- Мамышева М.В., Дарбаева Т.Е. Редкие растения растительных сообществ горы Большая Ичка в пределах Западно-Казахстанской области // Известия Самарского НИ РАН, 2012. 14, № 1(7). – С. 1776-1779.
- Дарбаева Т.Е. Редкие и эндемичные реликтовые сообщества на меловых останцах Подуральского плато в пределах Западно-Казахстанской области. Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.) с. 64.
- Қазақстанның қызыл кітабы. Том 2. І-бөлім. Өсімдіктер. – Алматы: АртПриПХХІ, 2014. – 612 с. ISBN: 978-601-80334-7-6.
- Айпеисова С.А. Редкие и исчезающие растения Актюбинской области. – Актөбе: Редакционно-издательский отдел Актюбинского государственного университета им. К. Жубанова, 2011. – С. 165.
- Ильина В.Н. Состояние и структура ценопопуляций *Anthemis Trotzkiana Claus* в Самарской области // Проблемы популяционной биологии: материалы XII Всероссийского популяционного семинара памяти Николая Васильевича Глотова (1939–2016), 11–14 апреля 2017 г. – Йошкар-Ола, 2017. – 110 с.
- Давиденко О.Н., Евстратова А.С. К вопросу изучения *Anthemis trotzkiana Claus ex Bunge* в Саратовской области. // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, 2015. – С. 44–45.
- Karimova O.A., Abramova L.M., Golovanov Ya.M. (2017) Analysis of the Current Status of Populations of Rare Plant Species of Nature Monument Troicki Chalk Mountains (Orenburg Region), Original Russian Text., vol. 7, no. 1, pp. 41–48.
- Калашникова О.В., Плаксина Т.И. Кальцефильная флора меловых обнажений провинции Приволжской возвышенности Самарской области // Изв. Самарского научн. центра Российск. АН. – 2010. – Т. 12. – № 1 (3). – С. 691-695.
- Грудинин Д.А. Перспективные объекты Утва-Илекского междуречья для организации российско-казахстанской трансграничной охраняемой природной территории // Вопросы степеведения. – Оренбург, 2013. – Вып. X. – С. 17-20.
- Мухитдинов Н., Курманбаева М.С., Ыдырыс Ә., Альмерекова Ш.С. Сирек өсімдіктер ценопопуляциясына қатысты дипломдық және магистрлік жұмыстар сапасын арттыруға арналған әдістемелік нұсқау // Обеспечение качества учебного процесса в ВУЗе: Традиции и инновации КАЗАХСТАН, Алматы, 2015 г. – С. 99-102.
- Menges, E.S. (1990) Population viability analysis for an endangered plant. Conservation Biology 4: 7 pp. 52-62.
- Harper, J.L. (1977) Population biology of plants. London: Academic Press, Inc. London: Academic Press
- Husband, B.C.; Barrett, S. C. H. (1996) A metapopulation perspective in plant population biology. Journal of Ecology 84. – pp. 461-469.
- Zar, J. H. (1996) Biostatistical Analysis. Englewood Cliffs, N.J. Jersey: Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Мухитдинов Н.М., Курманбаева М.С., Инелова З.А. Ценопопуляция құрылымын зерттеу және талдау тәсілдері. «Қазақстан және оған шектес аумақтардағы биоалуантүрлілікті табиғатта және коллекцияларда сақтау» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. 13-14 қазан 2016 ж.
- Заугольнова Л.Б. Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений // Ценопоп; растений. – М.: Наука, 1976. – С. 81-91.
- Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Вып. 6. – С. 179-196.
- Уранов, А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функции времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. – 1975. №2. – С. 7-34.
- Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Торопова Н.А., Фаликов Л.Д. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений разных биоморф // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – С. 14-44.
- Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В., Гаврилова М.Н., Полянская Т.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / МарГУ. – Йошкар-Ола, 2010. – 368 с.
- Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1998. – Ч. 1. – С. 146–149.
- Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л.А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3-7.
- Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. – М.: Наука, 1990. – 296 с.

References

- Abramova L.M., Karimova O.A., Mustafina A.N. (2014) Characteristics of coenopopulations of a rare species *Hedysarum grandiflorum* Pall. in stony steppes of the Cis-Ural // Italian Science Review. № 2 (11). pp. 241–244.
- Alvarez-Buylla E. R. Slatkin, M. (1993) Finding confidence limits on population growth rates: Monte Carlo test of a simple analytic method. Oikos 68: pp. 273-282.

- Almerekova Sh., Mukhitdinova Z., Ydyrys A. The effect of cryopreservation on seed germination of the endangered, rare, endemic and medicinal plant *Ferula iliensis* Krasn. ex Korov // JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY. – 2016. – vol. 231. – P. 40. ISSN:0168-1656 DOI:10.1016/j.jbiotec.2016.05.158
- Akcakaya H.R.; Ferson, S. (1992). RAMAS/space user manual: spatially structured population models for conservation biology. Setauket, NY: Applied Biomathematics.
- Aypeisova S.A. (2011). Redkie i ischezayuschie rasteniya Aktyubinskoy oblasti [Rare and endangered plants of the Aktobe region]. Editorial and publishing department of Aktobe State University. K. Zhubanova. 2011. p. 165.
- Baitenov M.S. (1985). In the world of rare plants. This excludes flooding and the water table is deeper than Alma-Ata, pp: 176.
- Baytulin I.O. (2009). O razrabotke krasnoy knigi Respubliki Kazakhstan po redkim i unikalnym rastitelnyim soobschestvam [On the development of the red book of the Republic of Kazakhstan on rare and unique plant communities]. Proceedings of the International scientific-practical conference “Biological diversity and sustainable development of nature and society.” SECTION 1. P.14
- Begenov A., Mukhitdinov N., Ametov A., Nazarbekova S., Kuatbayev A., Tynybekov B., Abidkulova K. and Ydyrys A. (2014) Assessment of the Current Status of Populations of Kazakh Rare Plants (*Berberis iliensis* M. Pop.) // World Applied Sciences Journal. – DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.30.01.14010. – №30 (1). – P. 105–109.
- Davidenko O.N., Evstratova A.S. (2015). K voprosu izucheniya *Anthemis trotskiana* Claus ex Bunge v Saratovskoy oblasti. [On the issue of the study of *Anthemis trotskiana* Claus ex Bunge in the Saratov region]. Topical issues in scientific work and educational activities: a collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference. pp. 44–45.
- Darbayeva T.E. (2002). Konspekt flory melovyih vozvyshennostey severo-zapadnogo Kazakhstana [Summary of the flora of the Cretaceous hills of northwestern Kazakhstan] – Uralsk, 2002. – P.132.
- Darbayeva T.E. (2011). Redkie i endemichnyie reliktovyie soobschestva na melovyih ostantsah Podural'skogo plato v predelakh Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti. [Rare and endemic relict communities on the Cretaceous remnants of the Podural'sky Plateau within the West Kazakhstan region]. Domestic geobotany: major milestones and prospects Materials of the All-Russian Scientific Conference with International Participation (St. Petersburg, September 20–24) – P. 64.
- Glotov N.V. (1998). Ob otsenke parametrov vozrastnoy strukturyi populyatsiy rasteniy [On the estimation of parameters of the age structure of plant populations] // Life of populations in a heterogeneous environment. Yoshkar-Ola: MarSU, 1998. Part 1. P. 146–149.
- Grudin D.A. (2013). Perspektivnyie ob'ekty Utva-Ile'skogo mezhdurechya dlya organizatsii rossiysko-kazakhstanskoy transgranichnoy ohranyaemoy prirodnoy territorii [Perspective objects of the Utva-Ile'sky interfluvium for the organization of the Russian-Kazakhstan transboundary protected natural territory] // Questions of stevedology. – Orenburg, – Vol. X. – pp. 17-20.
- Harper, J.L. (1977). Population biology of plants. London: Academic Press, Inc. London: Academic Press.
- Husband, B.C.; Barrett, S.C.H. (1996). A metapopulation perspective in plant population biology. Journal of Ecology 84: pp. 461-469.
- Irina V.N. (2017). Sostoyaniye i struktura tsenopopulyatsiy *ANTHEMIS TROTSKIANA* CLAUS v Samarskoy oblasti [Condition and structure of the prices of *ANTHEMIS TROTSKIANA* CLAUS prices in the Samara region]. Problems of population biology: materials of the XII All-Russian population seminar in memory of Nikolai Vasilyevich Glotov (1939–2016), Yoshkar-Ola, April 11–14. – P. 110.
- Mamysheva M.V., Darbayeva T.E. (2012). Redkie rasteniya rastitelnyih soobschestv goryi Bolshaya Ichka v predelakh Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Rare plants of plant communities of the Bolshaya Ichka mountain within the West Kazakhstan oblast] // Proceedings of the Samara Research Institute of the Russian Academy of Sciences. vol. 14, No. 1 (7), pp. 1776-1779.
- Menges E.S. (1990). Population viability analysis for an endangered plant. Conservation Biology 4, pp. 52-62.
- Mukhitdinov N.M., Ametov A.A., Abidkulova K.T., Akhmetova A.B., Tynybekov B.M., Ydyrys A. (2016) Assessment species communities of population rare, endemic and medical plant *Ferula iliensis* Krasn. ex Korov. on the left bank of the Ili River Almaty region. – Experimental Biology.- vol. 68, No. (3), pp. 14-23.
- Mukhitdinov N., Kurmanbayeva M.S., Idrice A., Almerekova Sh.S. (2015). Metodicheskie ukazaniya po kachestvu vyipusknyih i magistrskikh rabot v oblasti tsenopopulyatsii redkih rasteniy [Guidelines for the quality of graduate and master's works in the field of cenopopulation of rare plants] // Methodology of quality of graduate and master's work in Kazakhstan. pp. 99-102.
- Mukhitdinov N.M., Kurmanbasva M.S., Inelova Z.A. (2016). Metodyi issledovaniya i analiza strukturyi tsenopopulyatsii [Methods of research and analysis of the structure of the cenopopulation]. Materials of international scientific-practical conference “Preservation of biodiversity in nature and collections in Kazakhstan and surrounding territories”. 13-14 October.
- Karimova O.A., Abramova L.M., Golovanov Ya.M. (2017). Analysis of the Current Status of Populations of Rare Plant Species of Nature Monument Troicki Chalk Mountains (Orenburg Region), Original Russian Text, vol. 7, No. 1, pp. 41–48.
- Kalashnikova O.V., Plaksina T.I. (2010). Kaltsefil'naya flora melovyih obnazheniy provintsii Privolzhskoy vozvyshennosti Samarskoy oblasti [Calcephilic flora of suburban provinces of Privolzhskoye province of Samara region] // Изв. Samara University. centr Rossiisk. AN -12. – № 1 (3). – pp. 691-695.
- The Red Book of Kazakhstan. (2014). Krasnaya kniga Kazakhstana. Volume 2 Part I. Plants – Almaty: ArtPEPPY, 2014. – P. 612. ISBN: 978-601-80334-7-6.
- Rabotnov T.A. (1950). Zhiznennyiy tsikl mnogoletnih travyanistyykh rasteniy v lugovyih tsenozakh [The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses] / T. A. Rabotnov // Tr. Bot Institute of the USSR Academy of Sciences. Ser. 3: Geobotany. – M.; L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, vol. 6, pp. 179–196.
- Smirnova O.V., Za Zagova L.B., Toropova N.A., Falikov L.D. (1976). Kriterii vyideleniya vozrastnykh sostoyaniy i osobennosti hoda ontogeneza u rasteniy raznykh biomorf [Criteria for the selection of age states and features of the course of ontogenesis in plants of different biomorphs] // Plant cenopopulations (basic concepts and structure). – Science Moscow, pp. 14–44.

Smith E.L., and Ruyle G.B. (1991). Considerations when monitoring rangeland vegetation. G.B. Ruyle. (ed). Some methods for monitoring rangelands and other natural area vegetation. University of Arizona, College of Agriculture, Extension Report 9043, pp 2-3.

Uranov A.A. (1975). Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsiy kak funktsii vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov [Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and energy wave processes]. Biological Sciences. №2, pp. 7-34.

Zaitsev G.N. Mathematics in experimental biology. M.: Science, 1990. 296 p.

Zar J.H. (1996). Biostatistical Analysis. Englewood Cliffs, N.J. Jersey: Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Zaugolnova L.B. (1976). Tipy vozrastnykh spektrov normalnykh tsenopopulyatsiy rasteniy [Types of age spectra of normal plant cenopopulations] Tsenopop; plants M.: Science, -pp.81-91.

Zhivotovsky L.A. (2001). Ontogeneticheskie sostoyaniya, effektivnaya plotnost i klassifikatsiya populyatsiy rasteniy [Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations] // Ecology. № 1.- pp. 3 – 7.

Zhukova L.A., Dorogova Yu.A., Turmukhametova N.V., Gavrilova M.N., Polyanskaya T.A. (2010). Ekologicheskie shkaly i metody analiza ekologicheskogo raznoobraziya rasteniy [Ecological scales and methods for analyzing the ecological diversity of plants] MarSU Yoshkar-Ola, pp.368

МАЗМҰНЫ–СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім	Раздел 1
Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері	Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды
<i>Mashzhan A.S., Nils-Kåre B., Kistaubaeva A.S., Talipova A.B., Batykova Zh.K., Mussabekov Zh.T., Baubekova A.S., Hovik P.</i> Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Zharkent geothermal hot spring.....	4
<i>Рамазанова Н.Е., Токсанбаева С.Т., Инкарова Ж.И., Саспугаева Г.Е.</i> Современное состояние почвенного покрова Бурлинского района Западно-Казахстанской области.....	16
2-бөлім	Раздел 2
Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау	Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения
<i>Lovinskaya A.V., Bekmagambetova N.T., Adybayeva A.T., Mukhambetiyar K.T., Kolumbayeva S.Zh., Abilev S.K.</i> The study of antigenotoxic activity of the medicinal plants infusions of trans-Ili Alatau.....	26
<i>Pavlichenko L.M., Rysmagambetova A.A., Rodrigo Ilarri J.</i> The ecological capacity assessment of the Ile River with boron pollution	38
<i>Сағымбай А.Б., Нусупбаева Г.Е., Тлеумбетова Н.Ж., Муталиева А.С., Нурпейсова А.С., Джусупова Д.Б., Дигель И.</i> Молекулярно-генетические особенности эпидемического сезона 2017-2018 гг. по гриппу в Казахстане	50
<i>Сарқұлова Ж.С., Козыбаева Ф.Е.</i> Содержание тяжелых металлов в растениях, произрастающих на территории влияния выбросов Риддерского цинкового завода.....	61
<i>Түлеуханов С.Т., Абдрасулова Ж.Т., Тусупбекова Г.А., Маутенбаев А.А., Ерназарова К.Б., Турметова Г.Ж.</i> ГАМК(А)- және глутаматты рецепторлардың баяу полярсыздануының ауытқу шегінің өзгеруі.....	74
3-бөлім	Раздел 3
Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері	Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия
<i>Baktybayeva L.K., Namaz E.R., Kalzhan K.M., Berlin Kennet Darrell, Umbetiyarova L.B.</i> Pharmacological properties of endemic plants growing in the steppes of Kazakhstan	86
<i>Inelova Z., Nesterova S., Yerubaeva G., Zaparina Ye., Aitzhan M.</i> Ecological analysis of plants in Almaty region (Enbekshikazakh and Talgar districts)	94
<i>Sadyrova G.A.</i> Analysis of biodiversity of vascular plants of the Baum grove of Almaty.....	102
<i>Избастина К.С., Курманбаева М.С., Молдақарызова А.Ж., Базарғалиева А.А., Какишева Г.Т., Таракова К.А.</i> Ақтөбе облысы жағдайындағы <i>Anthemis trozkiana claus</i> ценопопуляцияларының жастық құрылымы мен онтогенетикалық күйі.....	112

CONTENTS

Section 1 Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protection

<i>Mashzhan A.S., Nils-Kåre B., Kistaubaeva A.S., Talipova A.B., Batykova Zh.K., Mussabekov Zh.T., Baubekova A.S., Hovik P.</i> Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Zharkent geothermal hot spring.....	4
<i>Ramazanov N.E., Toxanbayeva S.T., Inkarova Zh.I., Saspugayeva G.Y.</i> Modern state of soil cover Burlin district of West Kazakhstan region	16

Section 2 Assessment of environmental pollution on biota and health

<i>Lovinskaya A.V., Bekmagambetova N.T., Adybayeva A.T., Mukhambetiyar K.T., Kolumbayeva S.Zh., Abilev S.K.</i> The study of antigenotoxic activity of the medicinal plants infusions of trans-Ili Alatau	26
<i>Pavlichenko L.M., Rysmagambetova A.A., Rodrigo Ilarri J.</i> The ecological capacity assessment of the Ile River with boron pollution	38
<i>Sagymbay A.B., Nusupbaeva G.E., Tleumbetova N.Zh., Mutaliev A.S., Nurpeisova A.S., Jussupova D.B., Digel I.</i> Molecular genetics features of the epidemic season 2017-2018 on the influenza in Kazakhstan	50
<i>Sarkulova J.S., Kozybaeva F.E.</i> Content of heavy metals in plants growing on the territory of influence of emissions of the Reider zinc factory.....	61
<i>Tuleukhanov S.T., Abdrasulova Zh.T., Tusupbekova G.A., Mautenbaev A.A., Yernazarova K.B., Turmetova G.Zh.</i> Change in amplitude of slow depolarization of GABA (A) - and glutamate receptor	74

Section 3 Actual problems of biodiversity conservation

<i>Baktybayeva L.K., Namaz E.R., Kalzhan K.M., Berlin Kennet Darrell, Umbetiyarova L.B.</i> Pharmacological properties of endemic plants growing in the steppes of Kazakhstan	86
<i>Inelova Z., Nesterova S., Yerubaeva G., Zapparina Ye., Aitzhan M.</i> Ecological analysis of plants in Almaty region (Enbekshikazakh and Talgar districts)	94
<i>Sadyrova G.A.</i> Analysis of biodiversity of vascular plants of the Baum grove of Almaty	102
<i>Izbastina K.S., Kurmanbayeva M.S., Moldakaryzova A.Zh., Bazargaliyeva A.A., Kakisheva G.T., Tarakova K.A.</i> Ontogenetic condition and age structure of <i>Anthemis trozkiana claus</i> coenopopulation in the conditions of Aktope region	112