

ISSN 1563-034X  
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# ХАБАРШЫ

Экология сериясы

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия экологическая

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# EURASIAN JOURNAL

of Ecology

---

№2 (51)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2017



# ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №2 (51)

ISSN 1563-034X  
Индекс 75880; 25880



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

Күәлік №956-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

## ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Ниязова Р.Е., б.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

E-mail: Raygul.Nuyiyazova@kaznu.kz

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., профессор, ғылыми редактор (Қазақстан)

Скакова А.А., ғылыми редактордың орынбасары (Қазақстан)

Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Бигалиев А.Б., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Конуспаева Г.С., PhD докторант, доцент м.а. (Қазақстан)

Баубекова А.С., б.ғ.к. (Қазақстан)

Ерназарова А.К., б.ғ.к. (Қазақстан)

Сальников В.Г., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Курманбаева М.С., б.ғ.д. (Қазақстан)

Мамилев Н.Ш., б.ғ.д., аға оқытушы (Қазақстан)

Мухамбетжанов С.К., б.ғ.к. (Қазақстан)

Ященко Р.В., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Жамбакин К.Ж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Zhaodong (Jordan) Feng, PhD доктор (Қытай)

Swiecicka Izabela, PhD доктор, профессор (Польша)

Tinia Idaty Mohd Ghazi, PhD доктор (Малайзия)

Quazi Mahtab Zaman, PhD доктор (Шотландия)

Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Дигель И., PhD докторы (Германия)

Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Маммадов Р., PhD докторы (Түркия)

Копески Ж., PhD докторы, профессор (Чехия)

Шмелев С., PhD докторы (Англия)

Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)

Tomo Tatsuya, PhD, профессор (Жапония)

Аллахвердиев С., PhD, профессор (Ресей)

## ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Салмұрзаұлы Р., оқытушы (Қазақстан)



## Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гульмира Шаккозова

Телефон: +77017242911

E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

## Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева, Агила Хасанқызы

## Компьютерде беттеген

Айгүл Алдашева

## Жазылу мен таратуды үйлестіруші

Мөлдір Өміртайқызы

Телефон: +7(727)377-34-11

E-mail: Moldir.Omirtaikyzy@kaznu.kz

## ИБ № 11290

Басуға 06.06.2017 жылы қол қойылды.

Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 11 б.т. Оффсетті қағаз.

Сандық басылыс. Тапсырыс № 5018. 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, 2017

**ШОЛУ МАҚАЛАЛАРЫ**

---

**ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ**

---

**REVIEW ARTICLES**

**\*<sup>1</sup>Kenzhebayaeva S.S., <sup>1</sup>Zharassova D., <sup>2</sup>Sarsu F., <sup>1</sup>Atabaeva S.D. <sup>3</sup>Minocha S.C.**

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Plant Breeding and Genetics Section, Joint FAO/IAEA Division, IAEA- Vienna Austria

<sup>3</sup>University of New Hampshire, Durham, NH, United States

\*e-mail: kenzhebaevas@mail.ru, Kenzhebaevas@kaznu.kz

## **INDUCED MUTATIONS IN WHEAT IMPROVEMENTS ON NUTRITIONAL QUALITY OF THE GRAIN**

Genetic diversity is one of the most key factors for any crops improvement. Modern breeding process has dramatically narrowed the variation of important traits in many food crops, especially among common wheat cultivars which are widely used in breeding programs. Being essential bulk of nutrients in the human diet, there is need genetic enhancement of wheat with more of important nutrients which is one of the most cost-effective and powerful approach of diminishing global micronutrient malnutrition problem. Biofortification through plant breeding has multiplicative advantages. Over the years, intensive wheat breeding programmes of common varieties which main focus was in replacement of traditional cultivars by modern high yielding varieties, led to reduction of genetic diversity of breeding lines and varieties of common wheat mainly by end-use quality characteristics and nutrition quality. Mutagenesis is a powerful tool for crops improvement and is free of the regulatory restrictions, licensing costs, and societal opposition imposed on genetically modified organisms. The aim of mutation induction is to increase mutation rate in traits or genes in a short duration that then can be readily exploited by plant breeders for developing new plant varieties without any limitations. The article reviews the application of different kinds of mutagens such as chemical alkylating agents, radiation and transposons which are used to introduce mutagenized populations and the advantages of physical mutagens such as ionizing radiation as compared to chemical. Mutation induction with radiation is the most frequently applied treatment to develop direct mutant varieties, accounting for about 90% of obtained varieties (64% with gamma-rays, 22% with X-rays). In article the results obtained by authors to use gamma irradiation doses for expanding the genetic diversity of spring wheat and searching new mutation resource with improved biofortified capacity and for correlations between yield, grain size, and quality parameters. For this purpose, the seeds of variety Almaken grown in Kazakhstan were irradiated with 100 Gy and 200 Gy doses from a <sup>60</sup>Co source at the Kazakh Nuclear Centre. Our investigation showed considerable genetic variability in micronutrients such as Fe and Zn concentrations, and protein contents. Some mutant lines, mostly from the higher dosed germplasm had 2 to 4 times higher grain Fe and Zn concentrations, and protein contents increased by 7-11 % relative to the parent. The article discusses the use of ionizing radiation for wheat improvements on nutritional quality of the grain. The data show wheat grain properties can be improved without negatively impacting on crop productivity.

**Key words:** radiation, wheat biofortification, mutant lines of spring wheat, grain iron, zinc and protein concentrations.

\*<sup>1</sup>Кенжебаева С.С., <sup>1</sup>Жарасова Д., <sup>2</sup>Сарсу Ф., <sup>1</sup>Атабаева С.Д., <sup>3</sup>Миноча С.

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Plant Breeding and Genetics Section, Joint FAO/IAEA Division, IAEA-Vienna Austria

<sup>3</sup>University of New Hampshire, Durham, NH, United States

\*e-mail: kenzhebaevas@mail.ru, Kenzhebaevas@kaznu.kz

### **Бидай дәнінің нәрлік сапасын генетикалық жақсартуға арналған индуцирленген мутагенез**

Генетикалық алуантүрлілік дәнді дақылдарды жақсартуда ең маңызды факторлардың бірі болып саналады. Заманауи селекция көптеген дақылдарда, әсіресе селекция бағдарламаларында кеңінен қолданылатын бидайдың қарапайым сорттары арасында маңызды белгілердің

генетикалық вариабельділігін едәуір төмендетті. Адам рационьнда нәрлік заттарды қолданудың негізі болып, маңызды нәрлік заттардың көп мөлшері болатын бидайды генетикалық жақсарту қажет, ол өз кезегінде микронутриенттермен қатынасында асқа жарымау жаһандық проблемасын төмендетудің экономикалық тиімді және ықпалды жолдардың бірі болып саналады. Бидайды өсімдіктердің көмегімен биофортификациялау көптеген артықшылықтарға ие. Мақалада бидай дәнінің нәрлік сапасын генетикалық жақсартуға бағытталған индуцирленген мутагенезді қолдану туралы мәліметтер талқыланады. Көптеген жылдар бойы бидай селекциясының қарқынды бағдарламаларында негізгі назар дәстүрлі сорттарды заманауи жоғары өнімділермен алмастыруға бөлінді, нәтижесінде дәннің сапалық сипаттамасында олардың генетикалық алуантүрлілігі төмендеді. Мутагенез дақылдарды жақсартатын қуатты құрал болып саналады және генетикалық модифицирленген организмдерге жүктелетін лицензиялау мен әлеуметтік оппозицияға регуляторлық шектеулер, шығындарды қажет етпейді. Индуцирленген мутагенездің мақсаты кілттік белгілерді бақылайтын гендердегі мутация жиілігін жоғарылатады, ал артынша қысқа уақыт аралығында өсімдіктердің жаңа сорттарын шығаруда оны селекционерлер қолдана алады. Мақалада химиялық алкилдеуші агенттер, радиация және мутагенді популяцияны генерациялайтын транспозондар сияқты алуан түрлі мутагендерді қолдану және физикалық мутагендердің артықшылықтары, яғни химиялық агенттермен салыстырғанда ионизациялаушы сәулелену қарастырылады. Ионизациялаушы сәулелену негізіндегі индуцирленген мутагенез мутантты сорттарды шығаруда өте жиі қолданылады, алынған сорттардың 90% құрайды (64% гамма-сәулелермен, 22% X-сәулелермен). Мақалада дәннің нәрлік сапасы бойынша бидайды жақсартуға бағытталған ионизациялаушы сәулеленуді қолдану талқыланады және жаздық бидайдың генетикалық алуантүрлілігін кеңейтуде гамма-сәулелену дозаларын қолданған және дәннің жоғары биофортификациялық қабілеттілігі бар мутацияның жаңа ресурстарын іздеу және өнімділік пен дән мөлшері, сонымен қатар сапалық параметрлер арасындағы корреляция нәтижелері берілген. Бұл үшін Қазақстанда аудандастырылған Алмакен сортының дәндерін  $^{60}\text{Co}$  көзінен 100 Гр және 200 Гр дозаларымен сәулелендірген. Жүргізілген зерттеу Fe және Zn микроэлементтері концентрациялары мен белок мөлшерінде едәуір генетикалық өзгерістікті көрсетті. Кейбір мутантты линиялар, негізінде 200 Гр гермоплазмалары дәндерінде ата-аналық сортпен салыстырғанда Fe және Zn концентрациясы 2-ден 4 есе жоғары және белоктың мөлшері 7-11% жоғары болды. Нәтижелер бидай дәнінің нәрлік қасиеттері оның өнімділігіне кері әсерінсіз жақсаратындығын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** радиация, бидай биофортификациялау, жаздық бидай мутантты линиялар, астық сапасы.

\*<sup>1</sup>Кенжебаева С.С., <sup>1</sup>Жарасова Д., <sup>2</sup>Сарсу Ф., Атабаева С.Д., Миноча С.

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Plant Breeding and Genetics Section, Joint FAO/IAEA Division, IAEA- Vienna Austria

<sup>3</sup>University of New Hampshire, Durham, NH, United States

\*e-mail: kenzhebaevas@mail.ru, Kenzhebaevas@kaznu.kz

### Индукцированный мутагенез для генетического улучшения питательного качества зерна пшеницы

Генетическое разнообразие является одним из наиболее важных факторов для улучшения зерновых культур. Современная селекция существенно уменьшила генетическую вариабельность важнейших признаков во многих культурах, особенно среди коммерческих сортов пшеницы, которые широко используются в программах селекции и являются основой потребления питательных веществ в рационе человека. В связи с этим необходимо генетическое улучшение пшеницы с большим количеством важных питательных веществ в зерне, которое является одним из наиболее экономически эффективных и действенных способов снижения глобальной проблемы недоедания в отношении микронутриентов. Биофицирование пшеницы посредством селекции растений имеет множественные преимущества. В статье обсуждается использование индуцированного мутагенеза для генетического улучшения питательного качества зерна пшеницы. На протяжении многих лет в интенсивных программах селекции пшеницы основной акцент был сделан на замене традиционных сортов современными высокоурожайными, в результате чего снизилось их генетическое разнообразие в качественных характеристиках зерна. Мутагенез является мощным инструментом для улучшения культур и не имеет каких-либо регуляторных ограничений, затрат на лицензирование и социальной оппозиции, налагаемых на генетически модифицированных организмов. Целью индуцированного мутагенеза является увеличение частоты мутаций в генах, контролируемых ключевые признаки, которые затем в течение короткого срока могут быть использованы селекционерами для создания новых сортов растений. В статье рассматривается применение различных видов мутагенов, таких как химические алкилирующие

агенты, радиация и транспозоны, которые используются для генерирования мутагенной популяции и преимущества физических мутагенов, как ионизирующее излучение, по сравнению с химическими агентами. Индуцированный мутагенез на основе ионизирующего излучения наиболее часто применяется для создания мутантных сортов, что составляет около 90% от полученных сортов (64% гамма-лучами, 22% с X-лучами). В статье рассматривается использование ионизирующих излучений для улучшения пшеницы на питательные качества зерна и приведены результаты, полученные авторами, с использованием доз гамма-облучения для расширения генетического разнообразия яровой пшеницы и поиска новых ресурсов мутаций с улучшенной биофортифицированной способностью зерна и корреляции между продуктивностью, размером зерна, а также параметрами качества. Для этого семена сорта Алмакен, районированного в Казахстане, облучали дозами 100 Гр и 200 Гр от  $^{60}\text{Co}$  источника. Проведенное исследование показало значительную генетическую изменчивость в микроэлементах, как Fe и Zn, концентраций и содержание белка. Некоторые мутантные линии, в основном из 200 Гр гермоплазмы имели в зерне концентрацию Fe и Zn от 2 до 4 раз выше и увеличение содержания белка на 7-11% относительно родительского сорта. Результаты показывают, что питательные свойства зерна пшеницы могут быть улучшены без отрицательного влияния на ее продуктивность.

**Ключевые слова:** радиация, биофицирование пшеницы, мутантные линии пшеницы яровой пшеницы, качество зерна.

## Introduction

Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) is a staple crop with global importance for food safety and is a major cereal source of nutrients in both human and animal nutrition. Wheat provides 28% of the world's edible dry matter and it is the main power engineer for human activities and affordable daily food product (FAOSTAT 2008; <http://faostat.fao.org>; Borrill et al. 2014:1). Insufficient consumption of one of required nutrients for human's metabolic needs result in adverse metabolic violations leading to sickness, bad health, depressed development in children, and high economic expenses to society (Branca and Ferrari, 2002:8-17; Campos-Bowers and Wittenmyer 2007:1; Borrill et al. 2014:1; FAO, 2016; Hess, 2017). Agricultural systems necessary to ensure sufficiently products having satisfactory quantities of micronutrients with the aim of support of healthy lives. However, in many countries agriculture does not meet these requirements (Bouis, 2000: 351; Gibson et al. 2010:134)

At present time, over three billion people are suffered with micronutrient malnutrition and the numbers are rising (Welch and Graham 2004: 353; Shahzad et al. 2014:329). There many human diseases that are associated with nutritional deficient and two-thirds of all children's deaths are related to malnutrition (Caballer, 2002). Being essential bulk of nutrients in the human diet, there is need genetic enhancement of wheat with more of important micronutrients which is one of the most cost-effective and powerful approach for preventing global micronutrient malnutrition problem (Welch and Graham 2004: 353; Balyan et al. 2013:446). Biofortification through plant breeding has

multiplicative advantages (Velu et al. 2013: 261; Borrill et al. 2014:1).

Successful breeding for improvement of many agronomic important traits including grain quality require genetic variation by those traits of the accessions of target species, which should to be separable from non-genetic impacts. However, modern breeding process has dramatically narrowed the variation of important traits in many food crops, especially among common wheat cultivars which are widely used in breeding programs (Stepien et al., 2007: 1499; Carena, 2009: 426; Magallanes-López et al. 2017: 499). There are several reasons for this situation. Over the years, intensive wheat breeding programmes of common varieties which main focus was in replacement of traditional cultivars by modern high yielding varieties, led to reduction of genetic diversity of breeding lines and varieties of common mainly by end-use quality characteristics and nutrition quality (Repository (FAO Document 2015). The key desired traits for world breeding were high yield and disease resistance of common wheat and with two main above-mentioned traits were performed negative selection or full eliminations. It is also well-known that the genetic variability of the major crops had systematically decreased during last several decades of intensive breeding for the increasing of the crop yield as well as in recent times due to the repeated utilization of the local adapted genotypes in breeding processes which leads to the decreasing of the wide genetic recombinations which may posse the novel traits (Reif et al. 2005:859; Akfirat and Uncuoglu 2013:223).

Mutagenesis is a powerful tool for crops improvement and is free of the regulatory

restrictions, licensing costs, and societal opposition imposed on genetically modified (GM) organisms. The aim of mutation induction is to increase mutation rate in traits or genes in a short duration that then can be readily exploited by plant breeders for developing new plant varieties without any limitations of GM approaches.

It is well known that the occurrence of spontaneous mutation frequency rate is very low and difficult to use in plant breeding (Parry et al., 2009: 2817; Jain, 2010:88). Induced mutagenesis is used to broaden the genetic diversity by treatments of different mutagens for improving valuable traits in many crops. Physical and chemical mutagens application generate genetic variability from which desired traits can be selected (Shu and Lagoda 2007:193). Different kinds of mutagens such as chemical alkylating agents, radiation and transposons are used to introduce mutagenized populations. A wide types of chemical mutagens are described, nevertheless, it difficult to establish common rules and conditions for treatment. Classification of chemical mutagens, methods of treatment, post-treatment handling and selection after treatment has been discussed for main crop species in the literature (Jain, 2010:88; IAEA, 2011). Among them, radiation and ethyl-methane sulphonate (EMS) and dimethyl sulfate as chemical mutagens are broadly applied for mutation induction because of its effectiveness and ease of handling, especially its detoxification through hydrolysis for disposal. To use chemical mutagens in practical breeding there is need to optimize the doses and the effectiveness is also not high in plants for many traits.

Nuclear technology has benefited greatly in genetic improvement of seed and vegetative propagated crops (Parry et al., 2009: 2817). Exposing plants to radiation is sometimes called radiation breeding and is a sub class of mutagenic breeding. Radiation breeding was discovered in the 1920s when Lewis Stadler of the University of Missouri used X-rays on maize and barley. In 1928, Stadler first published his findings on radiation-induced mutagenesis in plants (Smith, 2011:12). Mutagen dose can either be high or low resulting mutation frequency. The lethal dose (LD50 dose) is initially determined, which is used as an optimal dose for mutation induction. It is shown that the frequency of mutation depends on the overall radiation dose and dose proportionally. It is increasing doses occurs twice more such mutations. The types of radiations available for induced mutagenesis applications are ultraviolet radiation (UV) and ionizing radiation (X-rays, gamma-rays, alpha and beta particles, protons and neutrons).

The advantages of physical mutagens as compared to chemical are the accurate dosimetry, allowing for a sufficient reproducibility and, particularly for gamma rays (Jane, 2005:113). Mutation induction with radiation is the most frequently applied treatment to develop direct mutant varieties, accounting for about 90% of obtained varieties (64% with gamma-rays, 22% with X-rays) (Jane, 2010:21).

Ionizing radiation has a higher and uniform ability to penetrate into tissues when compared with ultraviolet radiation (250-290 nm). Due to these capacities of penetration, ionizing radiation can cause a great number of changes. The absorption of ionizing radiation by living cells can directly alter atomic structures of target macromolecules through their direct interactions of radiation, producing chemical and biological changes. Ionizing radiation can also act indirectly through radiolysis of water, thereby generating reactive chemical species that may damage nucleic acids, proteins and lipids (Azzam et al., 2012: 48). Together, the direct and indirect effects of radiation initiate a series of biochemical and molecular signaling events that may repair the damage or peak in permanent physiological changes or cell death. Emerging changes are expressed in gene mutations and rearrangements of chromosomes (Wilde, 2012:31).

The early biochemical changes, occurred during or shortly after the radiation exposure, are responsible for most of the effects of ionizing radiation in cells (Azzam et al., 2012: 48). However, oxidative changes may continue to arise for days and months after the initial exposure apparently because of continuous generation of reactive oxygen (ROS) and nitrogen (RNS) species. These processes occur both in the irradiated cells and also in their progeny (Kryston et al., 2011:193). Moreover, radiation induced oxidative stress may spread from targeted cells to non-targeted bystander cells through intercellular communication mechanisms (Hie et al., 2011: 96). The progeny of these bystander cells also experience perturbations in oxidative metabolism and exhibit a wide range of oxidative damages, including protein carbonylation, lipid peroxidation, and enhanced rates of spontaneous gene mutations and neoplastic transformation (Buonanno et al., 2011: 405).

There are of different types of mutations, their classification and effects have been reviewed in the literature (Jane, 2010:88; Pathirana, 2011:1). Mutations can be broadly divided into intragenic or point mutations (occurring within a gene in the DNA sequence), intergenic or structural mutations within chromosomes (inversions, translocations, duplications and deletions) and mutations leading

to changes in the chromosome number (polyploidy, aneuploidy and haploidy). In addition, it is important to distinguish between nuclear and extranuclear or plasmone (mainly chloroplast and mitochondrial) mutations, which are of considerable interest to agriculture.

Loss or gain of one or more base pairs is referred to as deletions and insertions, respectively, and if they do not occur in multiples of three nucleotides in the sequence, it results in a frame-shift mutation (within exons of coding regions). Therefore, deletion or insertion of a single base pair or two may result in a substantial effect, including the loss of function through a shift within the reading code. However, the effect of such a mutation can depend also on the location where the change happens. Thus, a frameshift mutation near the 3' end of the gene will result in only a change in the terminal part of the polypeptide chain as translation takes place only in a 5'→3' direction. Under such circumstances, even a frame-shift mutation can result in a functionally similar protein (Pathirana, 2011:1).

The other type of gene mutation is base-pair substitution, common with chemical mutagens such as alkylating agents. They result in the incorporation of alternate bases during replication. The A-T base pair can be switched to G-C, C-G or T-A. Thus, one base of a triplet codon is substituted by another, resulting in a changed codon. This change can lead to an altered amino acid sequence, the result is a mutated protein. If a purine base is replaced by another purine base (G by A or A by G) or a pyrimidine by another pyrimidine (T by C or C by T) the substitution is called a transition. Transitions are by far the most common types of mutations and C to T transitions occur more frequently than any other base pair substitutions (McCallum et al., 2000: 439). If a purine base is substituted by a pyrimidine, or vice versa, the substitution is called a transversion. McCallum et al. (McCallum et al., 2000: 439). calculated that in *Arabidopsis*, about 5% of mutations caused by alkylating agent ethylmethane sulfonate (EMS) will introduce a stop codon (non-sense mutation), 65% will be missense mutations (a codon coding for one amino acid is converted to a codon coding for another amino acid), and 30% will be silent changes, where the final protein product remains unchanged.

Radiation induces structural mutations which all of them are associated with breaks of chromosome and their rearrangements. Ionizing radiation results mostly in such changes (Kumar and Yadav, 2010:157). Four type of such rearrangements can be distinguished: deletions or deficiencies, duplications, inversions and translocations (Appels et al., 1997:

87; Pathirana, 2011:1). The reason for this that some of the features of the processes occurring in the tissues are under the influence of radiation. Radiation causes ionization in the tissues, as a result, some atoms lose their electrons and other attached to them, formed positively or negatively charged ions. If a process intramolecular restructuring takes place in the chromosomes it can cause their fragmentation. About 90% of the chromosome aberrations brought about by ionizing radiation are deletions and often are lethal (Pathirana, 2011:1). However, some deletions can block biochemical pathways and, for example, if this happens in a pathway leading to the synthesis of a toxic metabolite, such a deletion may result in a useful non-toxic plant product.

Inversions (180° rotation of blocks of nucleotides) and translocations are also common in evolution of crop plants. For example, by comparative mapping, Heesacker et al. (2009:233) identified five translocations and two inversions in cultivated sunflower during its evolution. Growing evidence of the role of chromosomal rearrangements in crop evolution suggests that crop improvement can be quickened through the combination of distant hybridization coupled with radiation breeding. The first example of this application was demonstrated by Sears by transferring a small section of an *Aegilops umbellulata* chromosome containing a gene for resistance to brown rust (*Puccinia triticina*) to hexaploid wheat through a bridging cross employing *Triticum dicoccoides* and irradiation (Sears 1956:1).

The mutagen treatment breaks the nuclear DNA and during the process of DNA repair mechanism, new mutations are induced randomly and heritable. The changes can occur also in cytoplasmic organelles, and also results in chromosomal or genomic mutations and that enable plant breeders to select useful mutants such as flower color, flower shape, disease resistance, early flowering types (Jain, 2010:21). The use of induced novel genetic variation is particularly valuable in major food crops that have restricted genetic variability (Parry et al. 2009: 2817).

Gamma-irradiation has been shown to generate a mix of small (1-16 bp) and large (up to 130 kbp) deletion mutations in the genomes of *Arabidopsis* and rice (Cecchini et al. 1998; Morita et al. 2009).

Recently, new methods for mutation induction such as high-energy ((220 MeV) ion beam implantations and low-energy (30 keV) ion beams were used (Jain, 2010:88; Pathirana, 2011:1).

Mutation breeding sometimes referred to as «variation breeding has one of the major advantages that mutation resources with multiple traits can be identified. Mutation breeding is the process to



generate mutants with desirable traits (or lacking undesirable ones) to be bred with other cultivars. Plants developed using mutagenesis are often called mutagenic plants or mutagenic seeds. There is no difference between artificially produced induced mutants and spontaneous mutants found in nature (through evolution). As in «traditional» cross-breeding, induced mutants are passed through several generations of selfing or clonal propagation, usually through in vitro selection, desirable mutants with useful agronomical traits.

The FAO/IAEA Mutant Variety Database for period from 1930 to 2014 reported more than 3220 officially released mutagenic plant varieties of 214 plant species (<http://mygs.iaea.org/>) that have been derived either as direct mutants (70%) or from their progeny (30%). Crop plants account for 75% of released mutagenic species with the remaining 25% ornamentals or decorative plants (Parry et al., 2009: 2817; Jane, 2010:88). Some of these mutant cultivars have revolutionized agriculture not only in densely populated developing countries but also in agriculturally advanced countries (Pathirana, 2011:1).

Mutation induction with radiation was the most frequently used to develop direct novel seed mutant varieties for improvements of yield, tolerance to abiotic stress such as drought (water shortage stress), water quality, salinity, extreme temperatures-heat, cold, flooding/water logging, gaseous pollution, alleviated CO<sub>2</sub>, ozone layer depletion, acid soils, aluminum tolerance, soil with heavy metals (phytoremediation), herbicides, insecticides and fungicides. The mutation techniques were applied for improving the characters to biotic stress fungal diseases, bacterial diseases, viruses, insects and pests. In the FAO/IAEA Mutant Variety Database there is information using radiation breeding to improve some traits such as earliness, early maturation, late maturation, water logging resistant, Plant architecture-tall, dwarf, semidwarf, high yield, nutrition-lysine, straw quality, malting quality, edible oil content, plant growth-vigour, seed retention trait, seed size and quality, seed colour, pod size and numbers, pod morphology, harvest index, storage quality.

During the period 1930–2004, radiation-induced mutant varieties were developed primarily using gamma rays (64%) and X-rays (22%) (The FAO/IAEA Mutant Variety Database). Gamma radiation have provided a high number of useful mutants (Predieri, 2001:185) and shows an elevated potential for improving plants. In the case of wheat, cv. Yuandong No. 3 wheat variety was developed by IAEA in 1976 with gamma irradiation, and it possesses a complete resistance to rust, powdery mildew and

aphids and is also tolerant to saline, alkaline and other environmental stresses. This variety is cultivated in 200,000 hectares, an increase from 1000 hectares in 1986. Heat-tolerant mutants of wheat and their yield performance was much better than the heat-sensitive types under the field conditions was developed in India (Behl et al., 1993:349). The recent report in 2016 showed the recovery of cv. Binagom-1, in Bangladesh, which is a salt tolerant and 10-15% higher yielder than salt tolerant check variety wheat variety (The FAO/IAEA Mutant Variety Database), Bangladesh. This variety tolerates to 12 dS/m salinity during vegetative till maturity stages. It matures in 105-110 days. Its auricle color is pink. Grain is amber colored. Grains are comparatively small (1000 grain weight is 36.6 g). It gives 2.2 to 3.5 t/ha with an average of 2.9 t/ha yield in saline area but in non-saline soil its yield is 3.2 to 4.2 t/ha with an average of 3.8 t/ha. It is expected that 40% of 1 million ha of land in the saline area of Bangladesh could be brought under salt tolerant wheat cultivation.

The induced mutants are present their new potentials which to be realized and integrated into established breeding programs. Thus, mutation induction is a flexible, workable, unregulated, non-hazardous and low-cost alternative to genetically modified organisms (GMOs). The economic benefit of nuclear and non-nuclear techniques is given by Jain, 2010 (:88). Higher output from nuclear applications over non-nuclear techniques such as genetic engineering is described.

Traditional breeding in combination with other techniques such as mutagenesis, biotechnology, genetic engineering or molecular breeding use local genetic resources for developing new cultivars with helpful traits. In genetic improvement of crops genetic engineering has a lot of potential. But this technology may not readily be operational, especially in the developing countries due to high cost, absences of trained manpower and of isolated genes, consumer acceptance of genetically modified (GM) food etc.

In addition, transgenic approach is useful for a single gene trait. One of the big problems facing genetic engineers today is the regulation of transgene expression, with the position of a transgene integration within a genome which affects its expression. This phenomenon is known as the genome position effect. The insertion of multiple random copies of a transgene in the genome can effectively cancel its expression and the insertion of a transgene in or close to another gene can result in the production of an undesirable phenotype. Therefore, to ensure long-term stable expression of a transgene post-

transformation is a concept. The insertion of a single copy of a gene into a location in the genome where expression of transgene is not adversely affected by the surrounding genomic sequences is desirable. The most successful crop that was obtained through genetic engineering is Bt cotton insect resistant (Jain, 2010:88). However, recent reports indicate that some insects have developed resistance to Cry proteins (responsible for insect resistance) as high as 250 fold after 36 generations; and in some others seven-fold increase after 21 generations. These resistant insects can become a huge problem for sustainable crop production and may either reduce or complete loss of economic returns to the farmers.

The opportunity of survival of mutant varieties are much higher under fluctuating climatic conditions. It is considered that the use of nuclear techniques for developing new varieties under climate changes would be the most ideal approach before any new cost effective techniques are developed which are freely available without too many official regulations (Jain, 2010:88). Molecular biology and transgenic research are at the experimental stages for many traits

even though transgenic research has made substantial progress for single gene traits, e.g. Bt cotton and maize, herbicide resistant soybean. Therefore, there is economic income. Transgenic crops may not survive in the rapid changing climate, e.g. during erratic drought and rainfall conditions or appearance of new insect and pests or diseases as result of global warming. Transgenic crops could be developed for certain traits, for instance, nutrition (golden rice) or shelf-life (tomato). Gene pyramiding or gene stacking could be useful for the introduction of multiple novel genes into plants by simple repeating strategies. Plants containing several transgenes can be produced by crossing parents with different transgenes until all the required genes are present in the progeny. An alternative repeating strategy is to sequentially transform and re-transform plants with different particular transgenes by several cycles of transformation. This approach could be particularly useful in asexual or vegetative propagated crops, such as woody plants and trees.

The table shown below demonstrates the differences between transgenic and mutant plants

**Table – Differences between transgenic and mutant plants**

<i>Transgenic plants</i>	<i>Mutant plants</i>
Uses tools of molecular biology to isolate, clone and incorporate genes into plants	Mutation is a random event
It is a more precise technique than mutation	Requires large population for screening the best desired mutants
Transgene integrates into plant genome randomly	It cannot be directed to make changes at the DNA
Changes at both DNA and protein are well understood.	Mutants possibly can carry other changes in their DNA
It can add new gene/genes in plants. Gene(s) can be from any source including animals, insect, plants, bacteria	Mutagenesis can only modify the genes of an organism. Mutagen treatment fragments DNA first followed by DNA repair mechanism, and that results in mutations
It requires tissue culture protocols for transgenic plant regeneration	In vitro mutagenesis also requires tissue culture for plant regeneration of mutants
Consumer's lack of confidence towards transgenic food	Consumers accept food derived from mutagenesis
Transgenic plants have less probability to carry other changes in their DNA	Selection system is placed for agronomic desirable trait mutant selection
Molecular techniques are used to confirm the integration of transgene in plant	TILLING (Target induced local lesions in genomes), a new strategy for reverse genetics
Costly research. Developing countries may have problem to support it due to lack of infrastructure and finance to support research . Most of the chemicals are imported.	Cheaper. International Atomic Energy Agency (IAEA, Vienna, Austria) provides free services of gamma irradiation of experimental material
Most transgenes are not readily available to anyone interested in using them. The developing countries will be become dependent on the supply of transgenes from abroad.	No problem with bio-safety
Bio-safety a big concern	No problem with bio-safety
Mostly single gene trait	Both single gene and polygenic traits
T-DNA mutagenesis or transposons leads to loss of function through gene disruption	Gives rise to many different mutant alleles with different degree of trait modification of plants
Concern of Intellectual Property Right (IPR)	Not a serious problem

As mentioned above, plant breeding efforts have pushed for higher agronomic yield and this can result

in decreased nutritional quality. For example, during the last 50 years in the UK, the use of high yielding semi-dwarf varieties has been accompanied by decreased grain metal contents (Fan et al. 2008: 315). Mutagenesis as a powerful instrument for wheat improvement has been mainly used for yield improvement, but the nutritional quality of the grain including protein, iron and zinc concentrations have been much less studied. In FAO/IAEA Mutant Variety Database there are only 7 records describing its application for increasing micronutrients concentrations in rice, oat, barley, lettuce and vegetable pepper. The improved attributes were high chlorophyll and amino acid content, proanthocyanine-free content, low phytic acid, high protein and lysine content and high content of vitamic C.

In our study, gamma irradiation doses were used to expand the genetic diversity of spring wheat. Seeds of the spring bread wheat awn-less variety Almaken grown in Kazakhstan were irradiated with 100 Gy and 200 Gy doses from a  $^{60}\text{Co}$  source at the Kazakh Nuclear Centre. Seeds were planted after irradiation to raise  $M_1$  plants grain weight per main spike. The  $M_1$  generation was grown in the experimental field of the Kazakh Institute of Agricultural and Farming in near Almaty (43°15'N, 76°54'E, elevation 550 m above mean sea level). Single spikes were harvested from each plant for the  $M_2$  generation, and selection of the best lines based on the yield of individual plants continued to  $M_5$  generation. In the  $M_3$  and  $M_4$  generations some seeds were grown with a randomized block design for a Fusarium head blight resistance screen (Kenzhebayeva et al. 2014:253). Seed was gathered from the main spike; although tiller number and size varied each plant produced only a single main spike. Seeds from the best yielding mutant lines were selected individually in each generation. The selection criteria for mutant lines was as grain weight per main spike and grain weight per plant. The parent cv. Almaken and mutant lines were grown in the same trial conditions. In 2011 the parent line had mean grain weight per main spike of  $0.95 \pm 0.4$  g and grain weight per plant of  $1.7 \pm 0.2$  g yield values. For the  $M_2$  generation the threshold criteria for selection were grain weight per main spike  $> 1.2$  g and grain weight per plant  $> 2$  g for mutant lines. The initial number of lines in the  $M_1$  generation was 300 each for the 100 Gy and 200 Gy radiation doses. In the  $M_3$  generation, 61 lines (20 %) were selected from the 100 Gy radiation dose population and 48 lines (16 %) were selected from the 200 Gy dose. The same numbers of lines for each radiation dose were selected for the  $M_4$  generation.

After harvesting the  $M_5$  plants, 15 lines were from the original 100 Gy radiation dose were selected. Another 15 lines were selected from the 200 Gy radiation dose. These two dose-treated populations, selected from the two different levels of radiation, were then used for further analysis. Grain samples from each mutant line, together with the parent Almaken were planted together in a field trial for further evaluation (Kenzhebayeva et al. 2014). Our investigation to estimate genetic variability in spring wheat mutation resource showed that some mutant lines, mostly from the higher dosed germplasm had 2 to 4 times higher grain Fe and Zn concentrations, and protein contents increased by 7-11 % relative to the parent. The irradiation generated lines with significantly larger 1000-grain weight, area, length and width, the largest were 30-40 % greater than the parent (Kenzhebayeva et al. 2017:208).

It was important consider the association between grain nutrients and yield. Interestingly, the parent grain protein content showed significant and positive correlation with 1000-grain weight, grain width, ratio of grain length to grain width, and grain number per main spike, but negative with grain area, grain length, grain weight per main spike and grain weight per plant. For grain chemical analysis, grain protein content significantly positive correlated with grain Fe concentration, while grain Fe concentration and grain Zn concentration negatively correlated with each other (Kenzhebayeva et al. 2017:208).

The highest correlations for the grain nutrients were observed for grain area and length in high dose mutants. Within the irradiated mutant lines there was a significant positive relationship between grain Zn and Fe concentrations, and protein content. The highest correlation values for the grain nutrients were observed for grain area and length in higher dosed mutant lines, indicating these higher concentrations may be related to these grain parameters. Mutant lines with the highest grain area, length and width were 32.0-42.3 %, 25.0-31.1 % and 32.0-42.3 % greater than the parent, respectively. The data show wheat grain properties can be improved without negatively impacting on crop productivity. Although grain size can be increased by mutation, the yield per plant or spike was not significantly changed when compared with the parent. Based on the mutants identified we discuss the contribution of wheat yield-associated traits and grain properties in improving micronutrient concentrations.

Our results showed that this mutant germplasm developed on genetic background of cv. Almaken is a genetic resource showing the potential to breed for the improved grain nutritional quality and increased yield.

This work is supported by scientific project: the Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan for funding the project 074/GF «The creation and study of mutant genotypes of wheat for identifying valuable breeding forms and new alleles of genes controlling key adaptive properties».

The authors wish to acknowledge the technical financial support of the International Atomic Energy Agency (IAEA, Austria) for National TC project KAZ/5003, «Increasing Micronutrient Content and Bioavailability in Wheat Germplasm by Means of an Integrated Approach».

### References

- 1 Borrill, P., Connorton, J.M., Balk, J., Miller, A.J., Sanders, D., and C. Uauy, «Biofortification of wheat grain with iron and zinc: integrating novel genomic resources and knowledge from model crops», *Front Plant Science*, 5 (2014): 1-8.
- 2 Branca, F. and Ferrari, M. «Impact of micronutrient deficiencies on growth: the stunting syndrome», *Annals of Nutrition and Metabolism*, 46 Suppl 1 (2002): 8-17.
- 3 Campos-Bowers M. H., and B. F. Wittenmyer, «Biofortification in China: Policy and practice». *Health Research Policy and Systems* 5 (2007): 1–7.
- 4 FAO (2016). El espectro de la malnutrición. [www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/fsheets/malnutrition.pdf](http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/fsheets/malnutrition.pdf). Accessed 18.01.17.
- 5 Hess S.Y. «National risk of zinc deficiency as estimated by national surveys», *Food Nutrition Bulletin* (2017), doi: 10.1177/0379572116689000.
- 6 Bouis H.E. «Special issue on improving human nutrition through agriculture», *Food Nutrition Bulletin*, 21 (2000): 351-576.
- 7 Gibson R.S., Bailey K.B., Gibbs M., Ferguson E.L. «A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability», *Food Nutrition Bulletin* 312S (2010): 134-46.
- 8 Shahzad Z., Rouached H., Rakha A. «Combating mineral malnutrition through iron and zinc biofortification of cereals», *Comprehensive Reviews in Food Science Food Safety* 13 (2014): 329-46.
- 9 Welch R.M. and R.D. Graham, «Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective», *Journal of Experimental Botany* 55 (2004): 353-64.
- 10 Balyan H.S., Gupta P.K., Kumar S., Dhariwal R., V. Jaiswal et al., «Genetic improvement of grain protein content and other health-related constituents of wheat grain», *Plant Breeding*, 132 (2013): 446-57.
- 11 Velu G., Singh R.P., Huerta-Espino J., Peña-Bautista R.J., B. Arun and et al., «Performance of biofortified spring wheat genotypes in target environments for grain zinc and iron concentrations», *Field Crops Research*, 137 (2012): 261-67.
- 12 Stepien L., Mohler V., Bocianowski J., Koczyk G. «Assessing genetic diversity of Polish wheat (*Triticum aestivum*) varieties using microsatellite markers», *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54 (2007): 1499-1506.
- 13 Carena M.J. *Cereals (Handbook of Plant Breeding)* Springer (2009): 426.
- 14 Magallanes-López A. M. Hernandez-Espinosa N., Velu G., G. Posadas-Romano, V. M. Guadalupe Ordoñez-Villegas, José Crossa, K. Ammar, C. Guzmán. «Variability in iron, zinc and phytic acid content in a worldwide collection of commercial durum wheat cultivars and the effect of reduced irrigation on these traits», *Food Chemistry* 237 (2017): 499–505.
- 15 Reif J. C., P. Zhang S. Dreisigacker M. L. Warburton M. Ginkel Van, D. Hoisington M. Bohn and A. E. Melchinger. «Wheat genetic diversity trends during domestication and breeding», *Theoretical and Applied Genetics* 110 (2005): 859–864.
- 16 Akfirat F.S., Uncuoglu, A.A. «Genetic diversity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) re-vealed by SSR markers», *Biochemical Genetics* 51 (2013): 223-29.
- 17 Parry M.A., Madgwick P.J., Bayon C, Tearall K., Hernandez-Lopez A. et al., «Mutation discovery for crop improvement», *Journal of Experimental Botany*, 60 (2009): 2817-825.
- 18 Jain S.M. «Mutagenesis in crop improvement under the climate change», *Romanian Biotechnological Letters*, 15(2) (2010): 88-106.
- 19 Shu Q. E., P.J.L. Lagoda. «Mutation techniques for gene discovery and crop improvement», *Molecular Plant Breeder* 5 (2007):193–95.
- 20 IAEA. Mutation induction for breeding. International Atomic Energy Agency, Vienna; 2011. Available from: URL: <http://mvg.iaea.org/LaboratoryProtocols.aspx> (accessed 10 May 2011).
- 21 Smith P. «How Radiation is Changing the Foods that You Eat». GOOD Worldwide, Inc. Retrieved 2011-07-16.
- 22 Jain S.M. «Major mutation-assisted plant breeding programs supported by FAO/ IAEA», *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 82 (2005): 113-23.
- 23 Wilde D.H., Chen Y., Jiang P. Bhattacharya. «Targeted mutation breeding of horticultural plants», *Emirates Journal Food Agriculture* 24(1) (2012): 31-41.
- 24 Azzam E.I., Jay-Gerin J.-P., Pain D. «Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury», *Cancer Letters* 31 (327) (2012): 48–60.
- 25 Kryston T.B., Georgiev A.B., Pissis P., Georgakilas A.G. «Role of oxidative stress and DNA damage in human carcinogenesis», *Mutation Research*, 711 (2011): 193–201.
- 26 Hei T.K., Zhou H., Chai Y., Ponnaiya B., Ivanov V.N. «Radiation induced non-targeted response: mechanism and potential clinical implications», *Current molecular pharmacology*. 4 (2011): 96–105.

- 27 Buonanno M., De Toledo S.M., Pain D., Azzam E.I. «Long-term consequences of radiation-induced bystander effects depend on radiation quality and dose and correlate with oxidative stress», *Radiation Research*, 175 (2011): 405–15.
- 28 Appels R., Morris R., Gill B.S., May C.E. «Structural Stability of Chromosomes», in books *Chromosome Biology* (1997): 87-102.
- 29 Pathirana, R. «Plant mutation breeding in agriculture», *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 6(032) (2011): 1-20.
- 30 McCallum C.M, Comai L., Greene E.A., Henikoff S. «Targeting induced local lesions in genomes (TILLING) for plant functional genomics», *Plant Physiology* 123(2) (2000): 439–442.
- 31 McCallum C.M., Comai L., Greene E.A., Henikoff S. «Targeted screening for induced mutations», *Nature Biotechnology*; 18(4) (2000): 455–57.
- 32 Kumar G., Yadav R.S. «Induced intergenomic chromosomal rearrangements in *Sesamum indicum* L.», *Cytologia* a. 75(2) (2010): 157–62.
- 33 Heesacker A.F., Bachlava E., Brunick R.L., Burke J.M., Rieseberg L.H., Knapp S.J. «Karyotypic evolution of the common and silverleaf sunflower genomes», *Plant Genome* 2(3) (2009): 233–46.
- 34 Sears E.R. «The transfer of leaf rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat», In: *Brookhaven Symposia in Biology*. Biology Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York; (1956): 1–22.
- 35 Cecchini E., B. J. Mulligan S. N. Covey and J. J. Milner. 1998. «Characterization of gamma irradiation-induced deletion mutations at a selectable locus in *Arabidopsis*», *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms* 401 (1998): 199–206.
- 36 Morita R., M. Kusaba S. Iida H., Yamaguchi T., Nishio and M. Nishimura. »Molecular characterization of mutations induced by gamma irradiation in rice», *Genes & Genetic Systems* 84 (2009): 361–70.
- 37 Predieri S. «Mutation induction and tissue culture in improving fruits», *Plant Cell Tissue Org. Cult.* 64: (2001): 185-219.
- 38 Fan M.-S., Zhao F.-J., Fairweather-Tait S. J., Poulton P.R., Dunham S.J., S. P. McGrath. «Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years», *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 22 (2008): 315–24.
- 39 Kenzhebayeva S., Turasheva S., Doktyrbay G., Buestmayr H. Atabayeva S., Alybayeva R.. «Screening of mutant wheat lines to resistance for *Fusarium* head blight and using SSR markers for detecting DNA polymorphism. In *Mutagenesis: Exploring genetic diversity of crops*, ed. N.B. Tomlekova, M.I. Kozgar, and M.R. Wani, (2014): 253–64. Wageningen, The Netherlands: Academic Publishers
- 40 Kenzhebayeva S.S., Doktyrbay G., Capstaff N.M., Sarsu F., Omirbekova N. Zh et al., «Searching a spring wheat mutation resource for correlations between yield, grain size, and quality parameters», *Crop Improvement*, 31 (2017): 208-228.



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**

**<sup>1,2</sup>Alemyar S., <sup>1\*</sup>Habibi A., <sup>1</sup>Akimbekov N.Sh.**

<sup>1</sup>Department of Biotechnology, Biology and biotechnology faculty of al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Department of Plant Science, Agriculture faculty of Alberoni University, Afghanistan, Kapisa

\*e-mail: ainullah.habibi1@yahoo.com

## **EFFECT OF HYSSOP EXTRACT AGAINST MICROORGANISMS ISOLATED FROM WHEAT GRAINS**

The hyssop essential oils have been widely used as bactericidal, fungicidal, antiviral and insecticidal agents. On the other hand, the main method to control bacterial contamination is using synthetic bactericide, but the development or conjugation of bacteria resistance to chemical products, the high operational cost and environmental pollution have created the need for developing alternative approaches to control many microbial contamination, especially bacterial and in this sense the essential oils of hyssop is an alternative to control many pathogenic bacteria.

Because of a growing concern about relationships between diet and diseases and a growing need to improve the quality and safety of food supply, research is to define conditions that minimize the levels of microbial effect compounds wheat germination and growth. Essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis*) revealed one of the best biological compounds which control the pathogenic fungal, viral, bacterial and insect contamination. The results of this experiment displayed essential oils were fully effectiveness on bacterial inoculant and support the growth of wheat grain. It capable to eliminated the all pathogenic bacteria which inoculated with seeds.

The experiment displayed that bacterial inoculant effected on seed germination, only two varieties of wheat capable to geminate with *Pseudomonas* inoculated that was 40% in Ghory cultivar and 80% in Sulh variety. Thus shown bacterial inoculated able to decrease 60 and 20 percentage germination of the Ghory and Sulh varieties. Although in all other wheat cultivars hadn't germination in bacterial inoculated variant, but in controls (inoculant of water, inoculated with essential oil of hyssop) had 100% germination and also in treated variants had > 80% germinated and were greatly treated by essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis*).

**Key word:** essential oils, environmental pollution, bacterial inoculant, wheat grain, hyssop.

<sup>1,2</sup>Алемьяр С., <sup>1\*</sup>Хабиби А., <sup>1</sup>Акимбеков Н.Ш.

<sup>1</sup>Биотехнология кафедрасы, биология және битехнология факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Өсімдік шаруашылығы кафедрасы, ауыл шаруашылығы факультеті, әл-Берони университеті, Ауғанстан, Капис қ.

\*e-mail: ainullah.habibi1@yahoo.com

### **Бидай дәндерінен бөлініп алынған микроорганизмдерге иссоп сығындысының әсерін зерттеу**

Иссоптың эфир майлары бактерицидтік, фунгицидтік, антивирустық және инсектицидтік агент ретінде кеңінен қолданылады. Негізінен, әртүрлі бактериялық аурулармен күресудің басты әдісі ретінде синтетикалық бактерицидтер қолданылады, алайда бактериялардың химиялық препараттарға төзімділігінің артуы, жоғары эксплуатациялық шығын және қоршаған ортаны ластауы микробты зиянкестердің өсуін бақылайтын қосымша жаңа үдерісті жасау керектігін қажет етеді, осы орайда иссоптың эфир майлары ауылшаруашылық дақылдарын қорғауда нағыз қажетті әдістің бірі ретінде қарастыруға болады. Сонымен қатар, токсинді заттар мен зиянды микроорганизмдермен ластанған тамақтанудың рационы қазіргі таңда өте жоғары



алаңдаушылық тудырып отыр. Әсіресе, патогенді және шартты-патогенді микроорганизмдердің көбеюі әртүрлі аурулардың пайда болуына алып келді, олар әдетте сақтау барысында бидай дәні мен бидай өнімдерінің жылдам бүлінуіне соғады. Иссоп (*Hyssopus officinalis*) эфир майының құрамында саңырауқұлақтар, вирустар, бактериялар мен споралардың өсуін шектейтін ерекше биологиялық қосылыстар бар. Жұмыстың нәтижелері эфир майының микроорганизмдердің өсуін толық тежейтін және бидай тұқымының өсуіне ешқандай кері әсер бермейтіндігін көрсетті. Тәжірибеде бидай тұқымдарының өнуі мен өсуін 5 күн барысында бақыланды.

Алынған нәтижелер бидайдың басқа сорттарымен салыстырғанда тек гури мен сулх сорттары бактериялық инокулят *Pseudomonas* sp. қатысында өсуге қабілетті екендігін көрсетті, тұқымдардың өнуі сәйкесінше 40% және 80% құрады. Олай болса, *Pseudomonas* sp. бактериясы клеткаларымен инокуляцияланған өсімдіктердің тұқымдары өте төмен өсу көрсеткіштеріне ие болды. Егуге дейінгі тұқымдарды иссоптың эфир майларымен өңдеу оның өнуі мен тамыр жүйесінің өсуін >80% белсендірді, әрі марфометриялық көрсеткіштерін өзгерісіне алып келді.

**Түйін сөздер:** эфир майлары, қоршаған ортаның ластауы, бактериялық инокулят, бидай тұқымы, иссоп.

<sup>1,2</sup>Алемьяр С., <sup>1\*</sup>Хабиби А., <sup>1</sup>Акимбеков Н.Ш.

<sup>1</sup>Кафедра биотехнологии, факультета биологии и биотехнологии  
Казахского национального университета имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Кафедра растениеводства, факультет сельского хозяйства  
Университета аль-Берони, Афганистан, г. Каписа

\*e-mail: ainullah.habibi1@yahoo.com

### Изучение влияния экстракта иссопа на микроорганизмы, выделенные из зерна пшеницы

Эфирные масла иссопа широко применяются в качестве бактерицидных, фунгицидных, антивирусных и инсектицидных агентов. С другой стороны, основным методом борьбы с бактериальными заболеваниями является синтетический бактерицид, но формирование и развитие устойчивости бактерий к химическим препаратам, высокие эксплуатационные затраты и загрязнение окружающей среды повышают потребность в разработке альтернативных подходов к процессу контроля микробной обсемененности, и в этом отношении эфирные масла иссопа являются дополнительным способом защиты сельскохозяйственных культур.

Все большую озабоченность вызывают нездоровый рацион питания, загрязненные токсическими веществами и вредными микроорганизмами. Последнее крайне актуально, поскольку с ростом патогенных и условно-патогенных бактерий значительно участились случаи различных заболеваний, а их обсемененность вызывает быструю порчу зерна и продуктов при хранении. В составе эфирного масла иссопа (*Hyssopus officinalis*) обнаружено одно из лучших биологических соединений, которое контролирует рост патогенных грибов, вирусов, бактерий и спор. Результаты этой работы показали, что эфирные масла полностью подавляют рост микроорганизмов, при этом не оказывают никакого отрицательного воздействия на зерна пророщенной пшеницы. В ходе эксперимента проводились наблюдения за прорастанием семян в течение пяти дней.

Полученные данные показали, что только два сорта пшеницы Гури и Сулх способны прорасти при условии наличия бактериального инокулята *Pseudomonas* sp., развитие семян при этом составляет соответственно 40% и 80%. Таким образом, показано, что растения, инокулированные клетками бактерии *Pseudomonas* sp., имеют низкий темп роста. Предпосевная обработка семян эфирным маслом иссопа (*Hyssopus officinalis*) привела к повышению активности прорастания, роста и развития корневой системы на 80% и изменение морфометрических показателей.

**Ключевые слова:** эфирные масла, загрязнение окружающей среды, бактериальный инокулят, пшеничное зерно, иссоп.

Wheat (*Triticum aestivum* L.) has taken place as a staple food source for humanities since times immemorial (Satish S., *et al.*, 2010: 237-241). It is considered as a major agricultural commodity and dietary component across the world and it is one of the most significant cereals in view of nutritional value (Abd El-Baky H., *et al.*, 2009:

77-83). Pathogenic microbes cause root infection (rots), wilts and damping off diseases which are a huge problem in agricultural production worldwide. Intensive production with successive cultivations of susceptible crops often results in the arise of high population densities of pathogenic microbes Soil-borne pathogens cause economically important

diseases in planted crops such as damping-off, root rots, seedling blights, crown rots, foot rots, root browning and wilts. The diseases may be caused by more than 50 different fungal species, various bacterial species and viruses. The damage evoked by soil borne pathogens is usually under estimated, since it appears below ground. Plant diseases caused by pathogens below ground may be considered as limiting factors of plant health and save yield quantities and qualitatively. Function of fungicides and bactericide to control soil-borne fungal and bacterial pathogens, with the exception of seed treatments, seems not to be appropriate for economic and ecological reasons (Abawi G. and TL Widmer 2000: 37-47, Bonanomi et al., 2006: 571-578, Macias et al., 2007: 327-348). Efficiency of field crops should be increased to meet the rising global demand for agricultural products. In agricultural farms, pathogenic bacteria are responsible for a sizable part of the economic loss by means of reducing the quality and quantity of the products (Rassaeifar M., *et al.*, 2013: 73-81).

Infested wheat grains are the carry pathogens which can have long-distance diffusion. The major impact of seed-borne diseases in wheat is not only yield reduction but also deteriorate of marketable grain quality. Early detection of pathogens is a crucial step in the diagnosis as well as for the management programs in wheat (Majumder D., *et al.*, 2013: 500-507). Seeds commonly contain high microbial loads, ranging between  $10^3$  and  $10^6$  CFU/g which are constituted mainly of pseudomonads, enterobacteria, lactic acid bacteria and yeast (Prokopowich D. and G. Blank 1991: 560-562, Randazzo, C., *et al.*, 2009: 484-490 & Robertson, L.J., *et al.*, 2002: 119-126). These levels can increase during sprouting, reaching populations as high as  $10^8$ – $10^{11}$  CFU/g (Ghandi, M. and K.R. Matthews 2003: 301-306, Penas, E., *et al.*, 2008: 698-705 & Peles F., *et al.*, 2012:53-60). Therefore, to minimize microbial contamination of seedlings prior to consumption, initial microbial load should be controlled (Akbas M. Y. and Olmez H. 2007: 619-624).

Naturally happening wheat grains and their products toxicants can antagonistically affect the nutritional quality and safety of foods. Because of a growing concern about relationships between diet and diseases and because of a growing need to improve the quality and safety of our food supply, research is needed to define conditions that minimize the levels of microbial effect compounds wheat germination and growth. Thus, in order to improve wheat grains safety, there is a need for technologies to inactivate or inhibit pathogenic

microbes with essential oils of hyssop that is neutral on environment and compatible natural compounds and plant extracts.

Essential oils can act as prooxidants affecting inner cell membranes and organelles such as mitochondria (Betts 2001: 33-46, Pichersky et al., 2006: 808-811). Depending on type and concentration, they exhibit cytotoxic effects on living cells but are usually nongenotoxic. Because of the great number of constituents, essential oils seem to have no specific cellular targets. As typical lipophiles, they pass through the cell wall and cytoplasmic membrane, disrupt the structure of their different layers of polysaccharides, fatty acids and phospholipids and permeabilize them. Cytotoxicity appears to include such membrane damage. In bacteria, the permeabilization of the membranes is associated with loss of ions and reduction of membrane potential, collapse of the proton pump and depletion of the ATP pool (Knobloch et al., 1989: 119-128, Sikkema et al., 1994: 8022-8028, Helander et al., 1998: 3590-3595, Ultee et al., 2002: 1561-1568, Di Pasqua et al., 2006: 2745-2749, Turina et al., 2006:101-113) Essential oils can coagulate the cytoplasm and damage lipids and proteins. Damage to the cell wall and membrane can lead to the leakage of macromolecules and to lysis the pathogenic microorganisms (Bakkali F., *et al.*, 2007: 446-475).

## Methods and materials

### *Experimental site and extraction of the essential oils*

The study was performed in the laboratory of Microbiology at Department of Biotechnology, Faculty of Biology and biotechnology al-Farabi Kazakh National University. To prepare essential oils, seeds of hyssop were collected from Panjshir province of Afghanistan after the harvesting process and storage at room temperature for 5 days (Shokouhian A., *et al.*, 2016:13-17).-General methods such as steam distillation or isolation with water without any solvents are used in industrial sectors obtain of hyssop essential oils (Jirasek V., *et al.*, 1986: 15-16). To study the effectiveness of vary solvents and their effect on the quantity and composition of essential oil of hyssop was isolated by petroleum ether, ethylene oxide and dichloromethane. The time period of extraction was from 1 to 90 minutes at temperatures of (in petroleum ether 50°C, in ethylene oxide –5°C and in dichloromethane 20°C. The best result was received with petroleum ether at 50°C for 90 minutes. The

method was more effective than other methods, the essential oils production of hyssop raised from 0,92% extract ethylene oxide and dichloromethane to 1,49% extracted by petroleum ether.

The isolated oily liquid 0,15–0,76% pigments are light yellow in color, of pleasant spicy, herb-like, slightly camphoraceous smell with  $\rho = 0,917\text{--}0,965$ ;  $\alpha = -6^\circ$  to  $-25^\circ$ ; acid number  $\leq 4$ . According to some scholarly sources the hyssop (*Hyssopus officinalis*) contains more than 1% of essential oil with maximum content at the onset the flowering stage. The content of essential oils (0,90–0,92%) in plants of *Hyssopus officinalis* var. *seravschanicus* demonstrated grown in the area Sukhandarya in Russia is almost in agreement with the latter reference. Leaves had the highest content of essential oil at the stage of budding formation (Kizil S., et al., 2008: 273-279, Diaconu P. and Birza T. 1991: 13-16). Newer papers report higher contents – up to 7% – in relation to genotype as displayed by analyses of the hyssop (*Hyssopus officinalis*) population grown in 1985–1990. The essential oil enable to find in 6 phenotype representatives (corolla color from dark blue to white) was conditioned by flower color (higher content was found in darker-color individuals). Shoots without leaves and non-green plant parts did not contain any essential oil (Jankovsky M. and T. Landa 2012:119-123).

#### Seed treatment and collection of the data

Petri-plates containing nutrient agar medium were double streak technique and put into the incubator for 24 hour and plates were incubated at 37 °C. Already by using pour plate and spread plate techniques isolated the bacterial contains (*Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) of all wheat seeds varieties (Mukawm, Chunta, Ghory, Sosan, Sulh 2002, Akozet, Farblang and Parwa) and save into the test tubes in cool temperature inside the freezer. After re-cultivated of bacteria by adding 10ml of solvent 0.5% NaCl enable to pour from petri to test tubes and 10 seed of wheat in each of specific tubes again put to the incubator for 2 hour in 37 °C. Thus we had four variant Control, bacterial inoculant, treated and essential oils. Ten wheat seeds were kept in each Petri plate containing two disks of Whatman No.1 filter and the experiment was conducted in duplicate (Perello A., et al., 2013: 318-332). Observation on seed germination was taken for five days. The experiment was conducted at room temperature of 25 + 1 °C and 12 hour light and the same darkness. The germinated seeds were counted by emerging radicle

elongating to 2 cm during 5 days of germination. The number of germinated seeds in each Petri dish was daily recorded. The germination percentage was estimated using the following simple equation:

$$Ge = \frac{\text{The number of germinated after five days}}{\text{Total number of seeds}} \times 100$$

Indeed, the magnitude of the Ge index displays a too degree of germination for treated seeds representing high effect of essential oils on Ge. (Rani B., et al., 2014: 1055-1063).

#### Results and discussion

The study was referred to four variant that each of them had vary of each other effective on wheat germination and growth. The best biological compound which capable successfully controls the pathogenic fungal, viral, bacterial and insect contaminations is essential oils of hyssop (*Hyssopus officinalis*). The results of this experiment revealed essential oils were completely effects on bacterial inoculant and support the growth of wheat grain. It enables to eliminate the all pathogenic bacteria which inoculated with seeds.

The experiment displayed that bacterial inoculant effected on seed germination, only two varieties of wheat capable to geminate with *Pseudomonas* inoculated that was 40% germinated seed in Ghory cultivar and 80% germinated seed in Sulh variety. Thus shown bacterial inoculated caused to decrease 60 and 20 percentage germination of the Ghory and Sulh varieties respectively. Although in all other wheat cultivars hadn't germination in bacterial inoculated variant, but in controls (inoculant of water, inoculated with essential oil of hyssop) had 100% germination and also in Treated variants the wheat seeds germinated 80% and were greatly treated by essential oils of hyssop (*Hyssopus officinalis*) (Figures 1 and 2).

Thus clarified inoculated microbes enable to reduced and eliminated the wheat germination and very significant to inoculant with essential oils of hyssop for combine and prevent this peril before planting the wheat seed.

Mostly of these wheat grains after germination had died and couldn't capable to survive and growth it replayed the colonization of bacteria that appeared black spots around the hypocotyls and epicotyls of wheat seed which caused interfering by pathogenic bacteria that inoculated already with wheat grains and amount of hazard in wheat field. Also effected on

speed of growth which causes to delay the maturity and harvesting process the growth conducted after emerging radicles five days. Generally the wheat germination of controls start at minimum 2 cm and

prolong during five days the highest length shoot of controls variants among all of variants is Sulh variety that had 17 cm in essential oil and 15.7cm in distillate water (Figure 3).

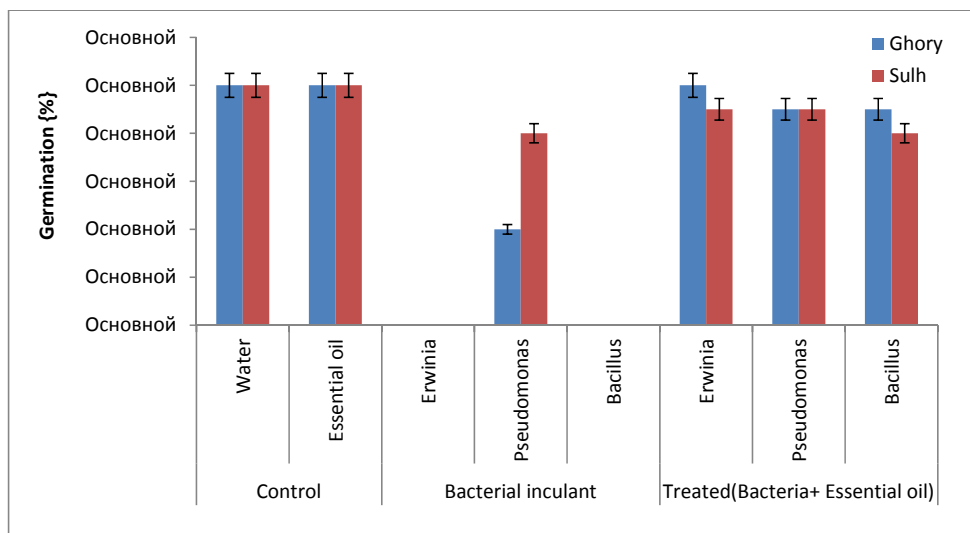


Figure 1 – Percentage of two varieties of wheat grains germination in controls and different variants contaminated with *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Bacillus*

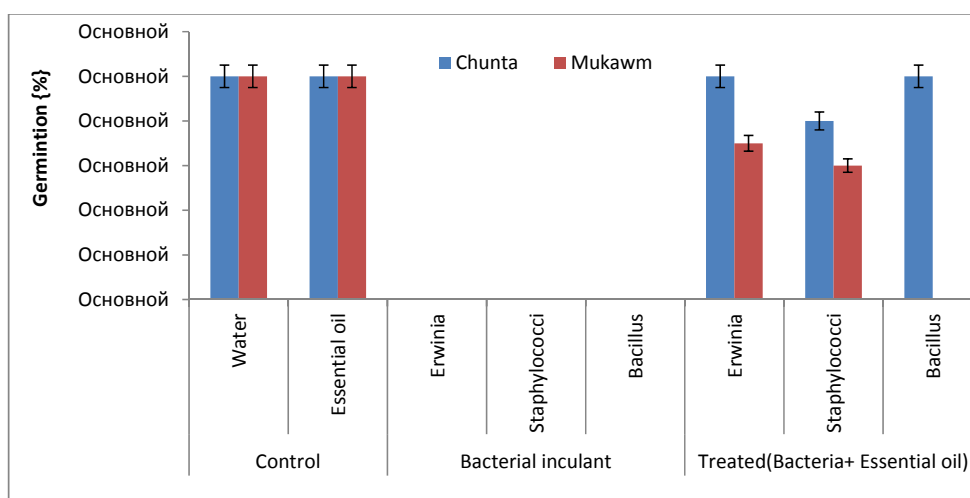


Figure 2 – Percentage of two varieties of wheat grains germination in controls and different variants contaminated with *Erwinia*, *Staphylococci* and *Bacillus*

Although among the bacterial inoculated variant on four varieties of wheat seeds had result that shown the resistance of wheat variety against inoculated bacteria such as *Pseudomonas* inoculant on Ghory and Sulh varieties, these cultivars could germinate and growth by a little different with control, the first day after germination respectively,

i. e. 3,5 and 5 cm but in the inoculated 2 and 2,5 cm grew but the treated variants were satisfied because they had the same length like controls variants but a little different in *Pseudomonas* contaminated, i.e. the first day 5,5 and 5 cm treated *Pseudomonas* inoculated and in the controls 3,5 and 5 cm (Figure 4).

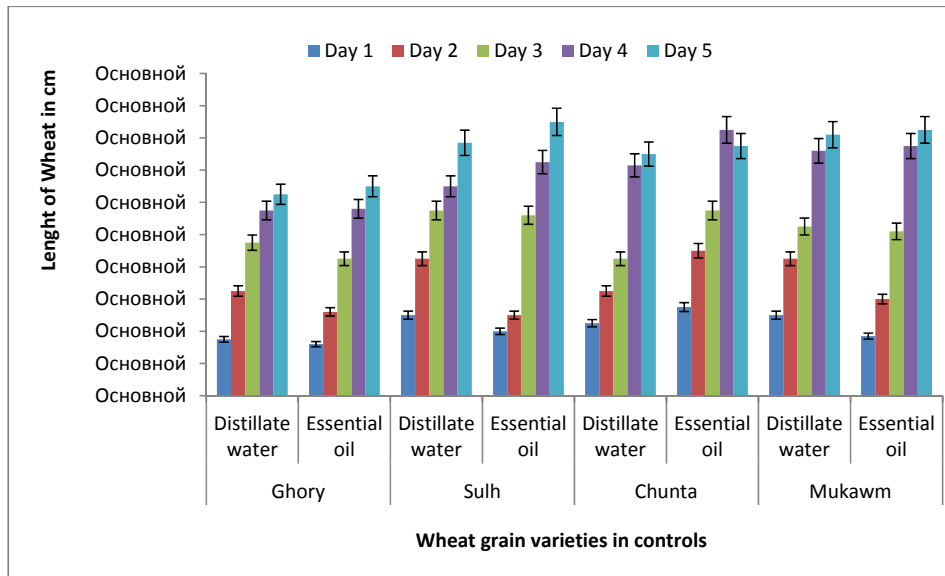


Figure 3 – Growth of four wheat varieties as controls during five days

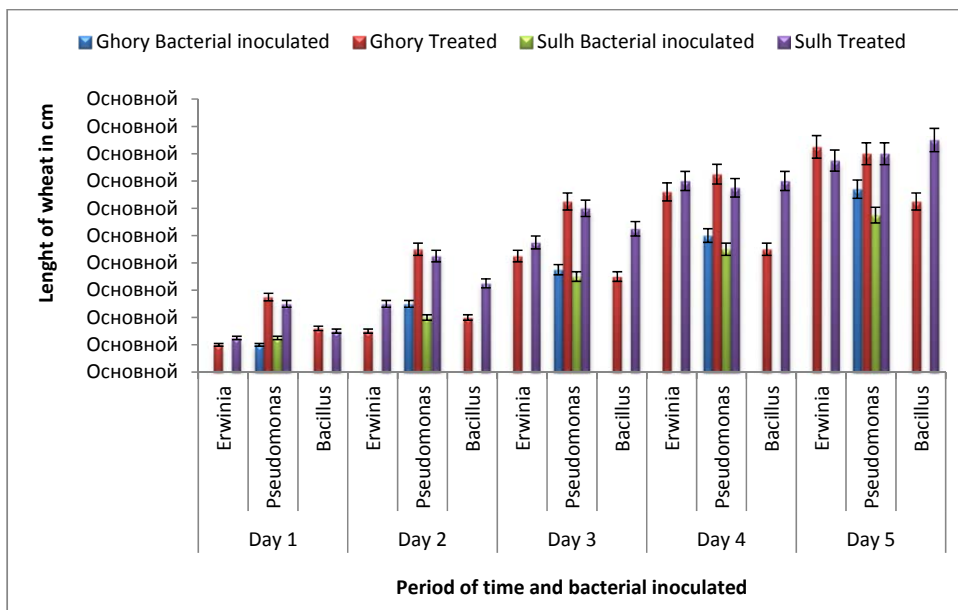


Figure 4 – Growth of Ghory and Sulh varieties in treated and inoculated during five days

But the treated variants had greatly growth Chunta variety that had the highest growth among the inoculated bacteria especially contaminated by *Bacillus* then *Staphylococci* and *Erwinia* treated varieties, so in the bacterial inoculated variant fully eliminated all cultivars these bacteria colonized and produced black spots the covered the wheat seeds. Thus the elimination of seeds by colonizing of bacteria revealed these bacteria enable to prevention of germinating and finally destroy the yield (Figure 5).

In fact the growth of treated variants got speed after third day of germination, so the essential oils variants grow up day by day with hadn't any difference, it replayed the essential oils of hyssop affected on bacterial inoculant during first until third day of germination and then support the growth process of wheat. And the all cultivars were susceptible against all genera such as *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Bacillus* and *Staphylococci* but only two varieties like Ghory and Sulh were resistance against *Pseudomonas*.

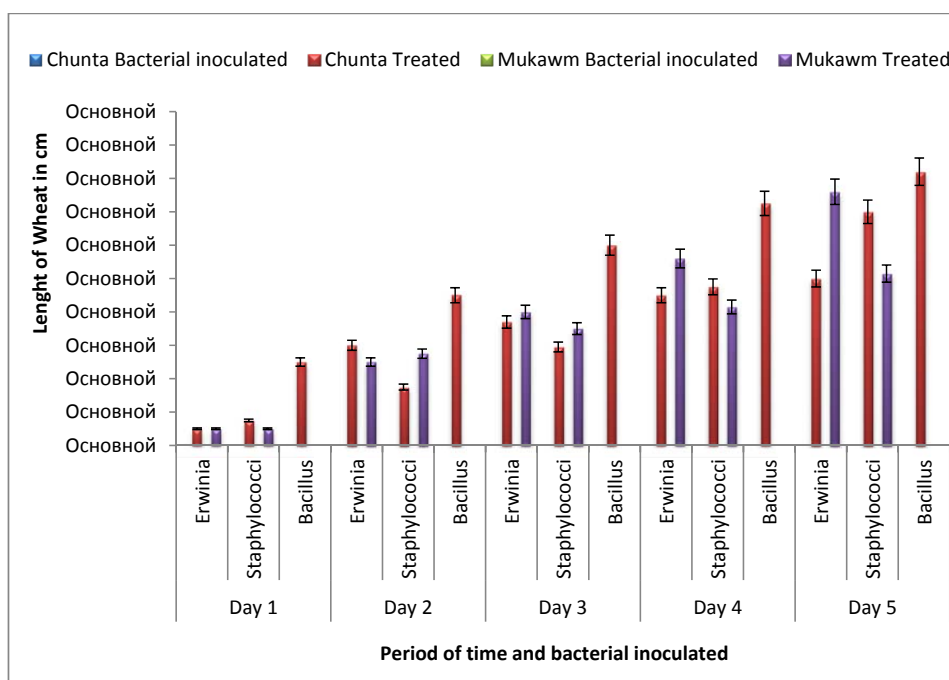


Figure 5 – Growth of Chunta and Mukawm varieties in treated and inoculated during five days

## Conclusion

This study received among which bacteria were sensitive against essential oils of hyssop, although they had difference level effecting such as *Bacillus* the highest sensitive versus essential oils of hyssop in all varieties of wheat seeds successfully controlled and the growth of wheat seeds lengths the same in controls variant in case the inoculated variant eliminated the wheat seed for example in Chunta variety at the control was grown during five days like 4,5cm 6,5cm 8,5cm 14,3cm and 15cm but on the treated variant also was grown at the period of five days that consist

respectively as 5cm 9cm 12cm 14,5cm and 16,4cm. The *Erwinia* and *Staphylococci* genera also were sensitive but not like *Bacillus* in Chunta and Mukawm varieties.

Thus revealed inoculated bacteria were very sensitive against essential oils of hyssop and the extraction of essential oils of hyssop is not very complex also by using of this compound we can prevent of environmental pollution and other hazard of using chemical compound that causing resistance like bacteria via conjugation or transformation, only we need to add 10.2 ml/lit of essential oil in distillate water and inoculate the wheat seeds with this solvent before cultivation.

## References

- 1 Satish S., Raghavendra M.P., Raveesha K.A. «Management of seed borne fungal pathogens of sorghum seeds by aqueous extract of *Lawsonia inermis* L.» *Journal of Biopest* 3 (1) (2010) : 237–241.
- 2 Abd El-Baky H.H. «Enhancing antioxidant availability in grains of wheat plants grown under seawater stress in response to microalgae extracts treatments.» *Afr. Journal of Biochem Res.* 3 (4) (2009): 77–83.
- 3 Abawi GS, Widmer TL. «Impact of soil health management practices on soil-borne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops.» *App Soil Ecol* 15 (2000):37–47
- 4 Bonanomi G, Sicurezza MG, Caporaso S, Esposito A, Mazzoleni S. «Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials.» *New Phytologist* 169 (2006): 571-578.
- 5 Macias FA, Molinillo JM, Varela RM, Galindo JC. «Allelopathy a natural alternative for weed control.» *Journal of Pest Management Science* 63 (2007): 327-348.
- 6 Rassaeifar M, Hosseini N, Asl NHH, Zandi P, Aghdam AM. «Allelopathic effect of eucalyptus globulus' essential oil on seed germination and seedling establishment of *amaranthus blitoides* and *cyndon dactylon*.» *Trakia Journal of Sciences.* 11 (2013): 73-81.
- 7 Majumder D., Rajesh T., Suting E.G., Debbarma A. «Detection of seed borne pathogens in wheat: recent trends.» *Austerely Journal of Crop Sciences* 7 (4) (2013): 500–507.

- 8 Prokopowich, D., Blank, G., «Microbiological evaluation of vegetable sprouts and seeds.» *Journal of Food Protection* 54 (1991): 560-562.
- 9 Randazzo, C.L., Scifo, G.O., Tomaselli, F., Caggia, C., «Polyphasic characterization of bacterial community in fresh cut salads.» *International Journal of Food Microbiology* 128 (2009): 484-490.
- 10 Robertson, L.J., Johannessen, G.S., Gjerde, B.K., Loncarevic, S. «Microbiological analysis of seed sprouts in Norway.» *International Journal of Food Microbiology* 75 (2002): 119-126.
- 11 Ghandi, M., Matthews, K.R. «Efficacy of chlorine and calcinated calcium treatment of alfalfa seeds and sprouts to eliminate *Salmonella*.» *International Journal of Food Microbiology* 87 (2003): 301-306.
- 12 Penas, E., Gómez, R., Frias, J., Vidal-Valverde, C. «Application of high pressure treatment on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbial safety of their sprouts.» *Journal of Food Control* 19 (2008): 698-705.
- 13 Peles F., Z. Gyori, T. Bácskai, Zs. Szabo, M. Murvai, B. Kovacs. «Microbiological quality of organic wheat grains and sprouts.» *Analele University din Oradea, Fascicula Protecția Mediului* 18 (2012): 53-60.
- 14 Akbas, M.Y., Olmez, H. Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Letters in Applied Microbiology* 44(2007): 619-624.
- 15 Betts T.J. «Chemical characterization of the different types of volatile oil constituents by various solute retention ratios with the use of conventional and novel commercial gas chromatographic stationary phases.» *Journal of Chromatography A* 936 (2001): 33-46.
- 16 Pichersky E., Noel, J.P., Dudareva, N. «Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity.» *Journal of Science* 311(2006): 808-811.
- 17 Knobloch K., Pauli, A., Iberl, B., Weigand, H., Weis, N.,. «Antibacterial and antifungal properties of essential oil components.» *Journal of Essential Oils Res.* 1(1989) 119-128.
- 18 Sikkema J., De Bont J.A., Poolman B. «Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes.» *Journal of Biological Chemistry* 269 (1994) 8022-8028.
- 19 Helander I.M., Alakomi, H.L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E.J., Gorris, L.G.M., Von Wright, A. «Characterization of the action of selected essential oil components on Gramnegative bacteria.» *Journal of Agriculture Food Chemistry* 46 (1998):3590-3595.
- 20 Ultee A., Bennik, M.H., Moezelaar, R., 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 1561-1568.
- 21 Di Pasqua R., Hoskins, N., Betts, G., Mauriello, G. «Changes in membrane fatty acids composition of microbial cells induced by addition of thymol, carvacrol, limonene, cinnamaldehyde, and eugenol in the growing media.» *Journal of Agriculture Food Chemistry* 54 (2006): 2745- 2749.
- 22 Turina A.V., Nolan, M.V., Zygadlo, J.A., Perillo, M.A. «Natural terpenes: self-assembly and membrane partitioning.» *Bio-phys. Chem.* 122(2006): 101-113.
- 23 Bakkali F., S. Averbeck, D. Averbeck, M. Idaomar. «Biological effects of essential oils.» *Science Direct Journal, Food and Chemical Toxicology* 46 (2008): 446-475.
- 24 Shokouhian A., Hassan Habibi, Kayvan Agahi. «Allelopathic effects of some medicinal plant essential oils on plant seeds germination.» *Research articles Tehran* 33191-18651, Iran 5(1) (2016): 13-17.
- 25 Jirasek V., Stary F., Severa F. «Kapesni atlas lecivnych rostlin.» Praha, SPN. (1986): 15-16.
- 26 Kizil, S., Toncer, O., Ipek, A., Arslan, N., Saglam, S. and K.M. Khawar. «Blooming stages of Turkish hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) affect essential oil composition *Acta Agriculturae Scandinavica*» Section B-Soil & Plant Science 58(3) (2008): 273-279.
- 27 Diaconu P., Birza T. «Studies on variation in the species *Hyssopus officinalis* L. (hyssop).» *Lucrari Stiintifice Seria A: Agronomie* 34 (1991): 13-16.
- 28 Jankovsky M., T. Landa. «Genus *Hyssopus* L. – recent knowledge.» *Czech University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Prague, Czech Republic* (2012): 119-123.
- 29 Perello A., Martin G., Alan J. S. «Effect of garlic extract on seed germination, seedling health, and vigour of pathogen-infested wheat.» *Journal of plant protection research* 53 (4) (2013): 318-332.
- 30 Rani B., Vivek Kumar, Jagvijay Singh, Sandeep Bisht, Priyanku Teotia, Shivesh Sharma and Ritu Kela. «Bioremediation of dyes by fungi isolated from contaminated dye effluent sites for bio-usability.» *Brazilian Journal of Microbiology* 45 (3) (2014): 1055-1063.

<sup>1</sup>Кадирбекова А.А., <sup>2</sup>Сабденбекова Г.Т., <sup>2</sup>Оспанова А.С.,  
<sup>1</sup>Казова Р.А., <sup>3</sup>Ленчке Я.

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы  
<sup>2</sup>ЧУ Политехнический колледж корпорации «Казахмыс», Казахстан, г. Балхаш  
<sup>3</sup>Берлинский университет Гумбольдта, Германия, г. Берлин  
\*e-mail: zhaku84@mail.ru

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ АЭРОПОЛЛЮТАНТОВ НА СТЕПЕНЬ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Проведен мониторинг состояния атмосферы и выполнено моделирование процесса очистки выбросов и определены оптимальные условия. Применен метод планирования эксперимента, в основу которого положена нелинейная множественная корреляция. На основе латинских квадратов составляется многофакторная матрица планирования, в которой заданы уровни ( $p$ ) изучаемых факторов (обычно  $p=5$ ). Структура матрицы такова, что при проведении всех экспериментов по плану  $n = P^2$  число экспериментов ( $n$ ) будет  $n=5^2$ , уровень любого фактора сочетается один раз с каждым уровнем всех остальных факторов. Этим обеспечивается усреднение действия изучаемого фактора при выборке результатов эксперимента на любой уровень любого фактора. Критерием полноты протекания процесса является степень превращения вещества, в экологии – это степень загрязнения окружающей среды, в технологическом процессе – это степень превращения исходных веществ с переходом в продукт, степень извлечения полезного компонента, степень кристаллизации и т.п.

Выполнен анализ моделей для алгебраического описания функций. Анализ частных функций показал, что наиболее сильнодействующие факторы – это концентрация неорганической пыли ( $X_1$ ), продолжительность взаимодействия ( $X_3$ ) и температура окружающей среды ( $X_4$ ).

**Ключевые слова:** моделирование, множественная корреляция, фактор, аэрополлютант, матрица планирования, степень загрязнения, уровни факторов, частная зависимость.

<sup>1</sup>Kadirkbekova A.A., <sup>2</sup>Sabdenbekova G.T., <sup>2</sup>Ospanova A.S.,  
<sup>1</sup>Kazova R.A., <sup>3</sup>Lentschke J.

<sup>1</sup>Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev, Kazakhstan, Almaty  
<sup>2</sup>Politechnic college of Corporation Kazakhmys, Kazakhstan, Balkhash  
<sup>3</sup>Humboldt University of Berlin, Germany, Berlin  
\*e-mail: zhaku84@mail.ru

## Modeling the regularities of an impact of air pollutants on the degree of cleaning the wastes of company

In accordance with results of the monitoring was doing fulfilment the mathematical planning of process of purifying of emissions on the enterprise and defined the optimal conditions of catching soiling substances. It was used method of planning of experiments, which based on the non-linear multiply correlation. On the basis of Latin squares created of matrixx the mathematical planning and given levels ( $p$ ) of studied factors (usually  $p=5$ ). The structure of the matrix is such, that if fulfil all experiments in accordance to plane  $n = p^2$ , numbers of experiments ( $n$ ) will  $n=5^2$  i.e.  $n=25$  and of level any factor has combination with level of other factor only one time. The criterion of completeness current of process is degree interaction. In the ecology – degree of soiling of environment, in technology – is degree of turning of initial substances with forming ended product, degree crystallization et ctr.



The analysis of modules for mathematical description of the functions is done. Analyses of the private functions showed, that the most effusion and strong influencing factors are concentration of the inorganic dust (X1), duration of interaction (X3) and temperature of environment (X4).

**Key words:** modeling, multiple correlation, factor, air pollutant, matrix of planning, degree of pollution, levels of factors, private dependence.

<sup>1</sup>Кадирбекова А.А., <sup>2</sup>Сабденбекова Г.Т., <sup>2</sup>Оспанова А.С.,

<sup>1</sup>Казова Р.А., <sup>3</sup>Ленчке Я.

<sup>1</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>ЖМ «Қазақмыс» корпорациясының политехникалық колледжі, Қазақстан, Балқаш қ.

<sup>3</sup>Гумбольдт атындағы Берлин университеті, Германия, Берлин қ.

\*e-mail: zhaku84@mail.ru

### Аэрополлютанттардың кәсіпорын қалдықтарын тазалау дәрежесіне әсер ету заңдылықтарын үлгілеу

Атмосфералық жүйеге мониторинг жүргізіліп, қалдықтардан тазарту процесі моделденді және оған тиімді жағдайлар анықталды. Негізі көптік сызықтық емес байланыс болып табылатын тәжірибені жаспарлау әдісі қолданылған. Латын квадраттары негізінде зерттелетін факторлар кезеңдері (р) берілген (әдетте  $p=5$ ) көпфакторлы жоспарлау матрицасы жасалады. Матрицаның құрылымы мынадай:  $n = P^2$  жоспар бойынша жасалған барлық тәжірибелердің саны (n)  $n = 5^2$  тең, кез келген фактордың кезеңі қалған барлық факторлардың әрбір кезеңімен бір рет үйлестіріледі. Бұл кез келген фактордың кез келген кезеңінің нәтижесін таңдаған кезде зерттелетін фактордың әрекеттің орташа мәнін табуды қамтамасыз етеді. Заттың ауысу дәрежесі, процестің толық жүру критериясы болып табылады. Экологияда ол қоршаған ортаны ластау дәрежесі, технологиялық процесте – заттың бастапқы күйден өнімге айналу дәрежесі, пайдалы өнімді алу дәрежесі, кристалдану дәрежесі және т.с.

Мониторингті талдау нәтижесі экожүйеге қатты әсер ететін факторларды анықтайды. Функцияны алгебралық сипаттаудың моделінің талдауы анықталған. Жеке функцияларды талдау (1) – (4) қатты әсер ететін факторлардың бейорганикалық шаң концентрациясы ( $X_1$ ), өзара әрекеттесу ұзақтылығы ( $X_2$ ) және қоршаған орта температурасы ( $X_4$ ) екендігін көрсетті.

**Түйін сөздер:** модельдеу, көптік байланыс, фактор, аэрополлютант, жаспарлау матрицасы, ластану дәрежесі, фактор деңгейі, жеке тәуелділік.

### Методика моделирования

В основе взаимодействия в сложной экосистеме лежит некоторая многофакторная зависимость. Планирование многофакторного эксперимента позволяет найти явную функцию (эмпирическую зависимость), описывающую с приемлемым приближением влияние изучаемых факторов на конечный результат (Малышев, 1989:34).

Нами применен метод планирования эксперимента, в основу которого положена нелинейная множественная корреляция. Кроме того, возможен кинетический анализ процесса на основе обобщенного уравнения (математической модели). На основе латинских квадратов составляется многофакторная матрица планирования, в которой заданы уровни (р) изучаемых факторов (обычно  $p=5$ ). Структура матрицы такова, что при проведении всех экспериментов по плану  $n = P^2$  число экспериментов (n) будет  $n=5^2$ , уровень любого фактора сочетается один раз с каждым уровнем всех остальных факто-

ров. Этим обеспечивается усреднение действия изучаемого фактора при выборке результатов эксперимента на любой уровень любого фактора (Малышев, 1989:34; Казова, 2008:56-59; Draper 1965:473-478).

Уровни факторов определяют область факторного пространства. При проведении экологических, химических и технологических экспериментов необходимы априорные знания, чтобы задавать уровни факторов в соответствии с требованиями оптимизации процесса. Критерием полноты протекания процесса, как известно (Draper, 1965:473-478; Kazova, 2014:147-151; Шеннон, 1963:243-332; Малышев, 2009:126-132), является степень превращения вещества, в экологии – степень загрязнения окружающей среды (ОС), в технологическом процессе – это степень превращения исходных веществ с переходом в продукт, степень извлечения полезного компонента, степень кристаллизации и т.п. Этот критерий – зависимая величина (функция  $Y_p$ ).

По результатам опытов из полученного массива экспериментальных значений степени

превращения вещества ( $Y$ , %) проводится выборка согласно плану-матрице для построения частных зависимостей, описывающих влияние отдельных факторов (например, температуры, продолжительности, класса материала и др) на  $Y_p$ . После определения закономерностей производится аппроксимация с получением аналитической формы частных функций:

$$Y_1 = f(X_1); Y_2 = f(X_2) \dots Y_n = f(X_n) \quad (1)$$

Объединение частных функций в обобщенную функцию:

$$Y_{об} = Y_1, Y_2, \dots, Y_n / G^{n-1}, \quad (2)$$

где  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  – частные функции,  
 $X_1, X_2, \dots, X_n$  – факторы (независимые переменные),

$n$  – число факторов,

$G^{n-1}$  – генеральное среднее.

Частные зависимости анализируются на значимость с помощью коэффициента нелинейной множественной корреляции:

$$R = 1 - \sqrt{(N-1) \times (Y_{\bar{y}} - Y_T) / (N-K-1) \times (Y_{\bar{y}} - Y_e)} \quad (3)$$

Входит в формулу значимости функции:

$$t_r = R \sqrt{\frac{(N-K-1)}{(1-R^2)}}, \quad (4)$$

где  $N$  – число описываемых точек,

$K$  – число действующих факторов,

$Y_{\bar{y}}$  – экспериментальный результат,

$Y_T$  – теоретический (расчетный) результат,

$Y_{cp}$  – генеральная средняя.

Генеральная средняя – это сумма всех результатов расчетного массива, деленная на число матричных экспериментов.

По результатам мониторинга состояния атмосферы (Тихомиров, 2003:350; Нестеров, 2002:247; Лукин, 1998:270; Малышев, 2010:74-82) (таблица 1) выполнено моделирование процесса очистки выбросов и определены оптимальные условия улавливания пыли (Малышев, 2011:307; Robie, 1978:456; Спиридонов, 1970:221; Kern, 2002:421; Kovalczuk, 2008:94-100). В таблице 1 представлены данные по концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в выбросах предприятия с указанием нормативов (ПДК<sub>с.с.</sub>, ПДК<sub>м.р.</sub>) (Малышев, 2009:126-132; Тихомиров, 2003:350; Малышев, 2009:2-8; Kazhikenova, 2012:335-337; Горшков, 1982:187-208).

**Таблица 1** – Концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятием

№ п / п	Наименование ингредиентов	Концентрация в воздухе, мг / м <sup>3</sup>	
		ПДК <sub>с.с.</sub>	ПДК <sub>м.р.</sub>
1	Пыль неорганическая (SiO <sub>2</sub> 20-70%)	0,1	0,3
2	Оксид углерода (газ)	3,0	5,0
3	Оксид углерода (мазут)	3,0	5,0
4	Пыль асбестосодержащая	0,15	0,5
5	Диоксид азота (газ)	0,04	0,085
6	Диоксид азота (мазут)	0,04	0,085
7	Углерод черный (сажа)	0,05	0,15
8	Оксид железа	0,04	-

Доля вклада ингредиентов показана в таблице 2.

**Таблица 2** – Доля вклада загрязняющих веществ в валовом выбросе

№ п / п	Наименование вещества	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг / м <sup>3</sup>	Валовый выброс		Доля вклада, %
			г / сек	т / год	
1	Пыль неорганическая (SiO <sub>2</sub> 20-70%)	0,3	188,7	2976,904	43,52
2	Оксид углерода (газ)	5,0	14,12	222,669	3,26
3	Оксид углерода (мазут)	5,0	10,52	166,035	2,43
4	Пыль асбестосодержащая	0,5	208,2	3283,877	48
5	Диоксид азота (газ)	0,085	6,58	103,831	1,52
6	Диоксид азота (мазут)	0,085	5,27	83,138	1,22
7	Углерод черный (сажа)	0,15	0,16	2,581	0,04
8	Оксид железа	-	0,053	0,844	0,01
	Всего		433,603	6839,879	100

\* При Т работы оборудования = 4380 ч/год

### Экспериментальные данные

Экспериментальные исследования являются основным источником получения достоверных сведений об объектах реального мира. Такие исследования проводятся с целью выбора рациональных технологических режимов функционирования или оптимизации параметров систем, оценки степени выполнения заданных требований к создаваемым изделиям, выяснения закономерностей функционирования, анализа влияния факторов на показатели качества.

В таблице 3 приведены уровни факторов, распределение их на основе латинского квадрата (Korovin, 2011:77-100; Соложенкин, 2014:263; Казова, 2015:273; Korovin, 1993:299-305; Korovin, 2009:95; Riveros, 2001:27; Roine, 2002:91-98). Экспериментально определена степень загрязнения среды. В таблице 3 приведены уровни факторов. Методически это можно осуществить на основе замеров в начале и в конце эксперимента. Сопоставительные анализ позволил определить выход загрязняющего вещества (таблица 3).

Таблица 3 – Область факторного пространства

Факторы	Уровни факторов				
	1	2	3	4	5
SO <sub>2</sub> , X <sub>1</sub> , мг/м <sup>3</sup>	0,1	0,15	0,20	0,25	0,3
CO <sub>2</sub> , X <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Продолжительность, X <sub>3</sub> , мин.	2	4	10	15	20
Температура, X <sub>4</sub> , °C	10	15	20	25	30

Таблица 4 – Четырехфакторная матрица планирования экспериментов

№ опыта	Концентрация пыли неорганической, X <sub>1</sub> , мг/м <sup>3</sup>		Концентрация пыли асбестосодержащей, X <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>		Продолжительность, X <sub>3</sub> , мин.		Температура, X <sub>4</sub> , °C		У <sub>3</sub> -эксперимента
	Уровень	Значение	Уровень	Значение	Уровень	Значение	Уровень	Значение	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,1	1	1,0	1	2	1	10	80,0
2	1	0,1	3	3,0	3	10	3	20	92,3
3	1	0,1	2	2,0	2	4	2	15	86,1
4	1	0,1	5	4,0	5	20	5	30	94,6
5	1	0,1	4	5,0	4	15	4	25	93,9
6	3	0,20	1	1,0	3	10	2	15	94,0
7	3	0,20	3	3,0	2	4	5	30	98,1
8	3	0,20	2	2,0	5	20	4	25	98,5
9	3	0,20	5	4,0	4	15	1	10	91,3
10	3	0,20	4	5,0	1	2	3	20	97,1
11	2	0,15	1	1,0	2	4	4	25	97,9
12	2	0,15	3	3,0	5	20	1	10	85,4
13	2	0,15	2	2,0	4	15	3	20	94,1
14	2	0,15	5	4,0	1	2	2	15	90,4
15	2	0,15	4	5,0	3	10	5	30	98,0
16	5	0,3	1	1,0	5	20	3	20	99,0
17	5	0,3	3	3,0	4	15	2	15	98,2
18	5	0,3	2	2,0	1	2	5	30	99,6
19	5	0,3	5	4,0	3	10	4	25	99,7
20	5	0,3	4	5,0	2	4	1	10	96,6

Продолжение таблицы 4

№ опыта	Концентрация пыли неорганической, X <sub>1</sub> , мг/м <sup>3</sup>		Концентрация пыли асбестосодержащей, X <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>		Продолжительность, X <sub>3</sub> , мин.		Температура, X <sub>4</sub> , °С		Степень очистки, % Y <sub>э</sub> -эксперимента
	Уровень	Значение	Уровень	Значение	Уровень	Значение	Уровень	Значение	
21	4	0,25	1	1,0	4	15	5	30	99,0
22	4	0,25	3	3,0	1	2	4	25	98,5
23	4	0,25	2	2,0	3	10	1	10	94,0
24	4	0,25	5	4,0	2	4	3	20	98,1
25	4	0,25	4	5,0	5	20	2	15	97,7

Обобщенное уравнение, описывающее влияние всех изучаемых факторов на степень очистки, выглядит следующим образом:

$$Y = \frac{\sum \alpha}{n} = \frac{2372,1}{25} = 94,9 \quad (5)$$

Таблица 5 – Расчет значений частных функций

	1	2	3	4	5	6
№ фактора	X <sub>1</sub>					Y <sub>сп</sub>
	80,0	97,9	94,0	99,0	99,0	
	92,3	85,4	98,1	98,5	98,2	
	86,1	94,1	98,5	94,0	99,6	
	94,6	90,4	91,3	98,1	99,7	
	93,9	98,0	97,1	97,7	96,6	
Итого:	89,4	93,2	95,8	97,5	98,6	94,9
№ фактора	X <sub>2</sub>					
	80,0	86,1	92,3	93,9	94,6	
	94,0	98,5	98,1	97,1	91,3	
	97,9	94,1	85,4	98,0	90,4	
	99,0	99,6	98,2	96,6	99,7	
	99,0	94,0	98,5	97,7	98,1	
Итого:	94,0	94,5	94,5	96,7	95,0	94,9
№ фактора	X <sub>3</sub>					
	80,0	86,1	92,3	93,9	94,6	
	94,0	98,5	98,1	97,1	91,3	
	97,9	94,1	85,4	98,0	90,4	
	99,0	99,6	98,2	96,6	99,7	
	99,0	94,0	98,5	97,7	98,1	
Итого:	94,0	94,5	94,5	96,7	95,0	94,9
№ фактора	X <sub>4</sub>					
	80,0	86,1	92,3	93,9	94,6	
	91,3	94,0	97,1	98,5	98,1	
	85,4	90,4	94,1	97,9	98,0	
	96,6	98,2	99,0	99,7	99,6	

	1	2	3	4	5	6
	94,0	97,7	98,1	98,5	99,0	
Итого:	89,5	93,3	96,1	97,7	97,9	94,9

Выборка из экспериментального массива для построения частных функций

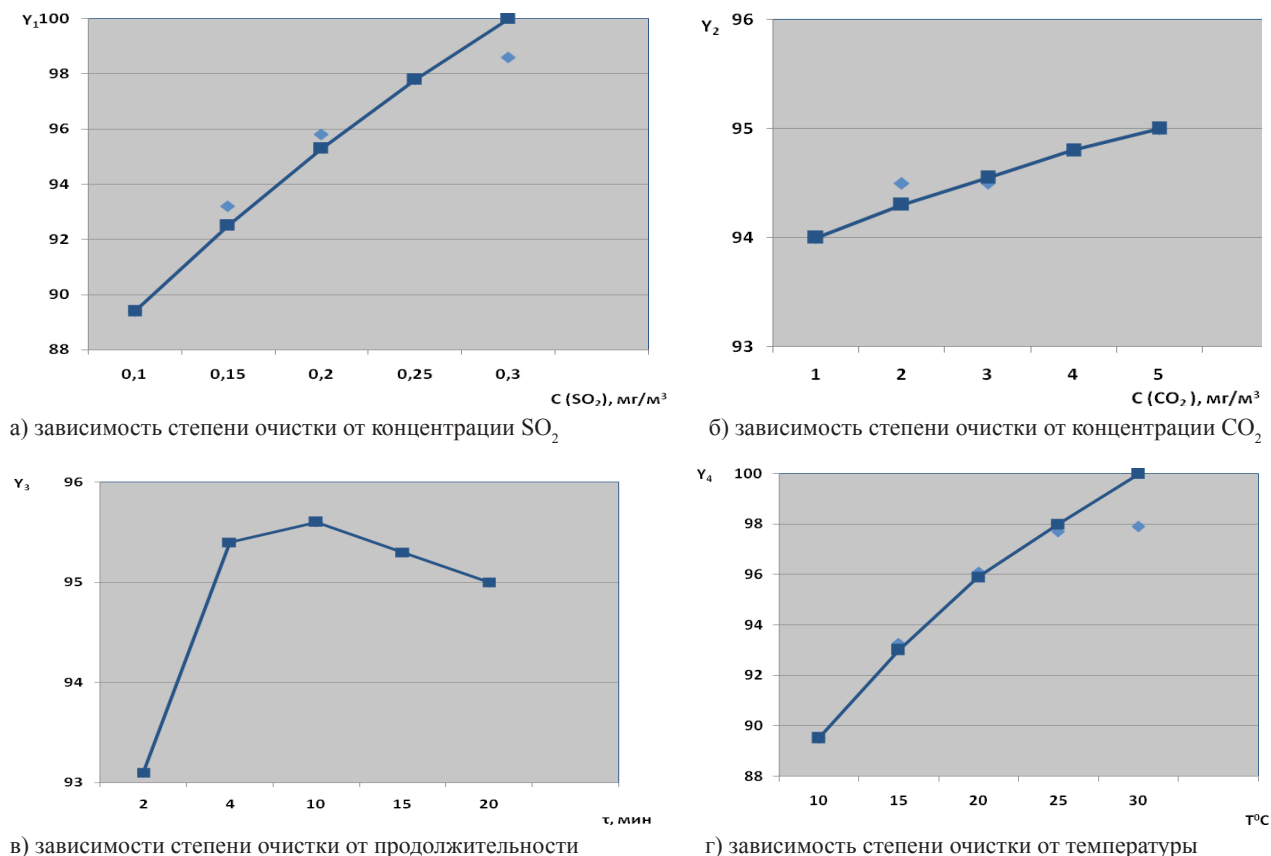


Рисунок 1 – Выборка на точечные графики

После выборки экспериментальных данных получены частные функции (Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>,...Y<sub>4</sub>), описывающие влияние отдельных факторов на степень загрязнения окружающей среды.

### Аппроксимация частных функций

Определение коэффициентов линейных функций Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>4</sub> выполнено с применением метода наименьших квадратов. Функция Y<sub>3</sub> описывается уравнением Ерофеева-Колмогорова, (Roine, 2002:91-98; Bakshi, 2010:76; Chen, 2010:85; Korovin, 2008:261-301).

Таблица 6 – Определение коэффициентов частных функций

№ точки	X	Y	X <sup>2</sup>	XY
1	0,2	89,4	0,04	17,88
2	0,25	93,2	0,0625	23,3
3	0,3	95,8	0,09	28,74
4	0,35	97,5	0,1225	34,125
5	0,4	98,6	0,16	39,44
Σ	1,5	474,5	0,475	143,485

$$y = a + bx \quad (6)$$

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (7)$$

$$b = \frac{5 \cdot 143,485 - 1,5 \cdot 474,5}{5 \cdot 0,475 - (1,5)^2} = \frac{5,675}{0,125} = 45,4$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum X}{n} \quad (8)$$

$$a = \frac{474,5 - 45,4 \cdot 1,5}{5} = 81,28$$

Уравнение функции:

$$Y_1 = 81,28 + 45,4X_1 \quad (9)$$

По формуле (9) рассчитываем теоретическое значение функции:

$$\begin{aligned} Y_{1-1} &= 81,28 + 45,4 \cdot 0,2 = 90,36 \\ Y_{1-2} &= 81,28 + 45,4 \cdot 0,25 = 92,63 \\ Y_{1-3} &= 81,28 + 45,4 \cdot 0,3 = 94,9 \\ Y_{1-4} &= 81,28 + 45,4 \cdot 0,35 = 97,17 \\ Y_{1-5} &= 81,28 + 45,4 \cdot 0,4 = 99,44 \end{aligned}$$

Таблица 7 – Определение коэффициентов частных функций

№ точки	X	Y	X <sup>2</sup>	XY
1	0,3	94,0	0,09	28,2
2	0,35	94,5	0,1225	33,075
3	0,4	94,5	0,16	37,8
4	0,45	96,7	0,2025	43,515
5	0,5	95,0	0,25	47,5
Σ	2	474,7	0,825	190,09

По формулам (7) и (8) получаем:

$$b = \frac{5 \cdot 190,09 - 2 \cdot 474,7}{5 \cdot 0,825 - (2)^2} = \frac{1,05}{0,125} = 8,4$$

$$a = \frac{474,7 - 8,4 \cdot 2}{5} = 91,58$$

Уравнение функции:

$$Y_2 = 91,58 + 8,4X_2 \quad (10)$$

По формуле (10) рассчитываем теоретическое значение функции:

$$\begin{aligned} Y_{2-1} &= 91,58 + 8,4 \cdot 0,3 = 90,36 \\ Y_{2-2} &= 91,58 + 8,4 \cdot 0,35 = 92,63 \\ Y_{2-3} &= 91,58 + 8,4 \cdot 0,4 = 94,9 \\ Y_{2-4} &= 91,58 + 8,4 \cdot 0,45 = 97,17 \\ Y_{2-5} &= 91,58 + 8,4 \cdot 0,5 = 99,44 \end{aligned}$$

Функция  $y_3$  описывается уравнением Колмогорова-Ерофеева

$$Y_3 = 1 - e^{-k\tau^n}, \quad (11)$$

где  $Y_3$  – степень очистки выбросов, %;  
 $\tau$  ( $X_3$ ) – продолжительность воздействия, мин;

$k, n$  – коэффициенты уравнения, характеризующие кинетику процесса.

Анализ функции  $y_3$ , включая линеаризацию функции в координатах (Extraction process, 2008:261-299; Казова, 2014:40-45).

$$\log[-\log(1 - \alpha)] - \log \tau$$

применительно к условиям эксперимента:

$$e^{-k\tau^n} = 1 - \alpha, \text{ где } \alpha = y_3$$

$$\log(1 - \alpha) = -k\tau^n$$

$$k\tau^n = -\log(1 - \alpha)$$

$$\log k + n \log \tau = \log[-\log(1 - \alpha)]$$

$$\log[-\log(1 - \alpha)] = \log k + n \log \tau$$

Расчет коэффициентов функции  $y_3$  выполняется по данным таблицы 8.

По формулам (7) и (8) получаем коэффициенты для функции  $y_3$ :

$$b = \frac{5 \cdot 1,5943 - 3,885 \cdot 0,5609}{5 \cdot 3,4326 - (3,885)^2} = \frac{5,7924}{2,0698} = 2,7985$$

$$a = \frac{0,5609 - 2,7985 \cdot 3,885}{5} = -2,0622$$

**Таблица 8** – Расчет функции  $y_3$

№ точки	$\tau$	$\log \tau$	$\alpha_{\text{расчет}}$	$1-\alpha$	$\log(1-\alpha)$	$\log[-\log(1-\alpha)]$	$X^2$	$XY$
1	2	0,301	0,931	0,069	-1,1611	0,0648	0,0906	0,0195
2	4	0,602	0,954	0,046	-1,3372	0,1262	0,3624	0,0759
3	8	0,903	0,956	0,044	-1,3565	0,1324	0,8154	0,1195
4	10	1	0,953	0,047	-1,3279	0,1232	1	0,1232
5	12	1,079	0,950	0,05	-1,3010	0,1143	1,1642	1,2562
$\Sigma$		3,885				0,5609	3,4326	1,5943

**Таблица 9** – Определение коэффициентов частных функций

№ точки	X	Y	$X^2$	$XY$
1	10	89,5	100	895
2	15	93,28	225	1399,2
3	20	96,1	400	1922
4	25	97,7	625	2442,5
5	30	97,9	900	2937
$\Sigma$	100	474,48	2250	9595,7

По формулам (7) и (8) получаем:

$$b = \frac{5 \cdot 9595,7 - 100 \cdot 474,48}{5 \cdot 2250 - (100)^2} = \frac{530,5}{1250} = 0,4244$$

$$a = \frac{474,48 - 0,4244 \cdot 100}{5} = 86,408$$

Уравнение функции:  $Y_4 = 81,28 + 45,4X_4$  (12)

По формуле (12) рассчитываем теоретическое значение функции:

$$Y_{4-1} = 86,408 + 0,4244 \cdot 10 = 90,6$$

$$Y_{4-2} = 86,408 + 0,4244 \cdot 15 = 92,8$$

$$Y_{4-3} = 86,408 + 0,4244 \cdot 20 = 94,9$$

$$Y_{4-4} = 86,408 + 0,4244 \cdot 25 = 97,0$$

$$Y_{4-5} = 86,408 + 0,4244 \cdot 30 = 99,1$$

Анализ частных функций (1)-(4) показал, что наиболее сильнодействующие факторы – кон-

центрация неорганической пыли ( $X_1$ ), продолжительность взаимодействия ( $X_3$ ) и температура окружающей среды ( $X_4$ ). Функция степени очистки от концентрации неорганической пыли описывается линейной зависимостью с заметной крутизной возрастания (рисунок 1, а). Фактор времени воздействует на окружающую среду по экспоненциальному кинетическому закону: при продолжительности 8 минут наступает стабилизация степени очистки (рисунок 1, в). Увеличение температуры приводит к заметному возрастанию степени очистки выбросов в окружающую среду (рисунок 1, г). Обобщенное уравнение используется для прогнозирования степени очистки выбросов при изменении независимых переменных ( $X_1 - X_5$ ), т.е. функция  $Y_{\text{об.}} = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$  описывает динамику процесса очистки выбросов предприятия при изменении изучаемых независимых факторов.

### Выводы

В результате моделирования процесса влияния аэрополлютантов на состояние атмосферы получены закономерности, которые описываются частными уравнениями. Выполнен анализ моделей для алгебраического описания функций.

Влияние концентрации неорганической пыли и температуры описывается линейной зависимостью, а закономерность воздействия продолжительности отвечает экспоненциальному закону.

### Литература

- 1 Малышев В.П. Математическое моделирование химического и металлургического эксперимента. – Алматы: Наука, 1989. – С. 34.
- 2 Казова Р.А. Моделирование обезвреживания техногенных материалов. //Материалы XI-ой международной научной-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности. Экология». – Алматы: Изд-во КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2008. – С. 56-59.

- 3 Draper N., Lawrence W. «Mixture desides for four factors». Journ.Roy Statistic.Soc. – V.3. – B.27. (1965):473-478.
- 4 Kazova R., Kadirbekova A., Lentschke J., Tolepbaeva A. «Mathematical planning of influence of enterprise on condition of soil». VIII International of Beremzhanov Forum «Chemistry and chemical technology». Ust-Kamenogorsk. Part 2. (2014) : 147-151.
- 5 Шеннон К. Математическая теория связи. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963. – С. 243-332.
- 6 Малышев В., Кажикенова С. Информационные оценки технологических переделов в цветной металлургии. / Вестник Национальной инженерной академии наук. – 2009. – №2(32). – С. 126-132.
- 7 Тихомиров Н., Потравный И., Тихомирова Г. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.
- 8 Нестеров П., Нестеров А. Менеджмент региональной системы. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 247 с.
- 9 Лукин Ю. Анализ техногенного воздействия на экосистемы региона. – М.: Диалог, 1998. – 270 с.
- 10 Малышев В., Кажикенова С. Энтропийно-информационный анализ технологических переделов по динамике повышения содержания и извлечения целевоо компонента. Доклады НАН РК. – 2010. – №4. – С. 74
- 11 Малышев В., Кажикенова С., Турдукожаева А. Информационный анализ совершенства химико-металлургических процессов и технологических схем. XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Сб. трудов. – Волгоград: ВолГТУ. 2011. – С. 307.
- 12 Robie R.A.,Hewingway B.S., Fishty J.K. «Thermodinamic Propeties of Minerals and Related Substances at 298,15(105 Paskals) Pressure and at Higher Temperatures». Washingto, (1978) :456.
- 13 Спиридонов В., Лопаткин Л. Матемагическая обработка экспериментальных данных. – М.: МГУ, 1970. – 221 с.
- 14 Kern R., Sastrawan R., Ferber J. «Modelling and interpretation of electrical impedance spectra of dye solar cells operated under open-circuit conditions». Electrochemimica Aca. 47, (2002): 4213-4225.
- 15 Kovalczuk P., Chmelewski, T. «Search for a new technology producing copper from chalcopyrite». Scientific Papers of the Institute of Mining, No.51, 7th PhD. Studies Scientific Conference, Interdisciplinary Topics in Mining and Geology, Ofic. Wyd. PWr., Wroclaw, (2008) : 94-100.
- 16 Малышев В., Кажикенова С., Турдукожаева А. Обобщенная трактовка информационной энтропии Шеннона. // Энциклопедия инженера-химика. – М., 2009. – №9. – С. 2-8.
- 17 Kazhikenova S.Sh, V.P. Malyshev, A.Turdukozhaeva A «Qualitative and Quantitative Evalution of the technological Processes in the Metallurgy of Nonferrous Metas». Russian Journal of Non-Ferrous Metals, №4, (2012): 335-337.
- 18 Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – М.: Недр, 1982. – С. 187-208.
- 19 Korovin V., Shestak Yu., «Pogorelov Yu. «Comparision of Scandium Recovery Mechanism by Phosphorus-Containing Sorbents, Solvent Extractants ans Extractants Supported on Porous Carrier. Scandium: Compounds, Productions and Applications». New-York: Nova Science Publishers Inc., (2011): 77-100.
- 20 Соложенкин П., Шавакулева О., Мудрых Р., Сложенкин О. Компьютерное моделирование флотореагентов и кластеров минералов. – Магнитогорск, 2014. – 263 с.
- 21 Казова Р., Кадирбекова А., Толепбаева А. Переработка отвального шлака конвертирования штейна на строительные материалы (керамику). В кн.: Ресурсосберегающие технологии в обогащении руд и металлургии цветных металлов. – Алматы, 2015. – 273 с.
- 22 Korovin V., Pogorelov, Y., Chikodanov, A. «Scandium extraction by TVEX-TBP from titanium-magnesium production wastes». Proc. ISEC'93 Conf., York, Great Britain.V.3, (1993): 299-305.
- 23 Korovin V., Shestak Yu. «Scandium extraction from hydrochloric acid media by Levextrel-type resins containing diisooctyl methyl phosphate». Hydrometallurgy, V.95, (2009):124.
- 24 Riveros P.A., Dutrizac Y.E.,Spenser P. Canad. Metaiiurgical Quartely. – V.40, No4. (2002) :27.
- 25 Roine A. Outmpu HSC «Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Eguilibrium Loft ware with Extensive Thermochemical Database», Pori: Outokumpu Research OY, (2001): 91-98.
- 26 Bakshi S.R., Lahiri D., Patel R.R., Agarwal A. «Thin Solid Films» 518, 1703, (2010):76.
- 27 Chen Y., Bakshi S.R., Agarwal A. «Surf Coating Technol». 204, 2709, (2010): 85.
- 28 Korovin V., Shestak Yu., Pogorelov Yu., Cortina J.-L. «Solid polymeric extractants (TVEX): synthesis, extraction characterization and applications for metal», (2008):261-301
- 29 «Extraction process», Solvent Extraction and Liquid Membranes : Fundamentals and Application in New Materials. London- New York: CRC Press, (2008) :261-299
- 30 Казова Р., Кадирбекова А., Толепбаева А., Кульбалаева А. Воздействие техногенеза на устойчивость экосистемы урбанизированной территории. /Сборник трудов II Международной научной конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития». – Алматы, 2014. – С. 40-45.

## References

- 1 Bakshi S., Lahiri D., Patel R., Agarwal A. «Thin Solid Films», 518, 1703, (2010): 76
- 2 Chen Y., Bakshi S., Agarwal A. «Surf Coating Technol», 204, 2709, (2010):85
- 3 Draper N., Lawrence W. «Mixture desides for four factors». Journ.Roy Statistic.Soc. V.3.B.27.(1965):473-478
- 4 «Extraction process». Solvent Extraction and Liquid Membranes : Fundamentals and Application in New Materials. London- New York: CRC Press, (2008): 261-299



- 5 Gorshkov S. «Ehkzodinamicheskie processy osvoennyh territorij». M.: Nedra, (1982) :187-208
- 6 Lukin Yu. «Analiz tekhnogennogo vozdeystviya na ehkositemy regiona». M.: Dialog, (1998) :270
- 7 Malyshev V. «Matematicheskoe modelirovanie himicheskogo i metallurgicheskogo ehksperimenta». Almaty: Nauka, (1989):34
- 8 Malyshev V., «Kazhikenova S. Informacionnye ocenki tekhnologicheskikh peredelov v cvetnoj metallurgii». Vestnik Nacional'noj inzhenernoj akademii nauk, №2(32), (2009):126-132
- 9 Malyshev V., Kazhikenova S., Turdukozhaeva A. «Ehntropijno-informacionnyj analiz tekhnologicheskikh peredelov po dinamike povysheniya sodержaniya i izvlechniya celevooy komponenta». Doklady NAN RK, № 4, (2010):74
- 10 Malyshev V.P., Kazhikenova S.SH., Turdukozhaeva A.M. «Informacionnyj analiz sovershenstva himiko-metallurgicheskikh processov i tekhnologicheskikh skhem». XIX Mendeleevsij s»ezd po obshchej i prikladnoj himii. Sb. trudov. VolGTU, (2011): 307
- 11 Malyshev V.P., Kazhikenova S.SH., Turdukozhaeva A.M. «Obobshchennaya traktovka informacionnoj ehntropii SHen-nona. EHnciklopediya inzhenera-himika». M., №9, (2009): 2-8
- 12 Nesterov P.N., Nesterov A.M. «Menedzhment regional'noj sistemy». M.: YUNITI-DANA, (2002):247
- 13 Riveros P., Dutrizac Y., Spenser P. «Metallurgical Quarterly». Canad. V.40, No4 (2001):27
- 14 Robie R.A., Hewingway B.S., Fishty J.K. «Thermodynamic Properties of Minerals and Related Substances at 298,15 (105 Paskals) Pressure and at Higher Temperatures». Washingto, (1978): 456
- 15 Roine A. Outmpu HSC Chemistry for Windows. «Chemical Reaction and Equilibrium Loft ware with Extensive Thermo-chemical Database». Pori: Outokumpu Research OY, (2002):91-98
- 16 Kazhikenova S., Malyshev V., Turdukozhaeva A. «Qualitative and Quantitative Evaluation of the technological Processes in the Metallurgy of Nonferrous Metas». Russian Journal of Non-Ferrous Metals, №4,(2012):335
- 17 Kazova R. «Modelirovanie obezvrezhivaniya tekhnogennyh materialov». Materialy H1-oy mezhdunarodnoj nauchnoj-tekhnicheskoy konferencii «Novoe v bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti.EHkologiya».Almaty: Izd-vo KazNTU imeni K.I.Satpaeva, (2008):56-59
- 18 Kazova R., Kadirbekova A., Tolepbaeva A. «Pererabotka otval'nogo shlaka konvertirovaniya shtejna na stroitel'nye materialy (keramiku)». V kn.: Resurso sberegayushchie tekhnologii v obogashchenii rud i metallurgii cvetnyh metallov. Almaty, (2015) :273
- 19 Kazova R., Kadirbekova A., Tolepbaeva A., Kul'balaeva A.D. «Vozdeystvie tekhnogeneza na ustojchivost' ehkositemy urbanizirovannoy territorii». Sbornik trudov II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Vysokie tekhnologii-zalog ustojchivogo razvitiya». Almaty, (2014): 40-45
- 20 Kazova R., Kadirbekova A., Lentschke J., Tolepbaeva A. «Mathematical planning of influence of enterprise on condition of soil». VIII International of Beremzhanov Forum «Chemistry and chemical technology». Ust-Kamenogorsk. Part 2. (2014) :147-151
- 21 Kern R., Sastrawan R., Ferber J., Stangl R., Luther J. «Modelling and interpretation of electrical impedance spectra of dye solar cells operated under open-circuit conditions». Electrochimica Aca. 47, (2002): 4213
- 22 Korovin V., Pogorelov, Y., Chikodanov, A. «Scandium extraction by TVEX-TBP from titanium-magnesium production wastes». Proc. ISEC'93 Conf., York, Great Britain.V.3, (1993) :299-305
- 23 Korovin V., Shestak Yu. «Scandium extraction from hydrochloric acid media by Levextrel-type resins containing diisooctyl metyl phosphate». Hydrometallurgy, V.95 (2009)
- 24 Korovin V., Shestak Yu., Pogorelov Yu. «Comparision of Scandium Recovery Mechanism by Phosphorus-Containing Sorbents, Solvent Extractants and Extractants Supported on Porous Carrier». Scandium: Compounds, Productions and Applications. New-York: Nova Science Publishers Inc., (2011):77-100
- 25 Korovin V., Shestak Yu., Pogorelov Yu., Cortina J. «Solid polymeric extractants (TVEX): synthesis, extraction characterization and applications for metal», (2008) :261-301
- 26 Kovalczuk P., Chmelewski, T. «Search for a new technology producing copper from chalcopyrite». Scientific Papers of the Institute of Mining, No.51, 7th PhD. Studies Scientific Conference, Interdisciplinary Topics in Mining and Geology, Ofic. Wyd. PWr., Wroclaw, (2008): 94-100
- 27 Shannon K. «Matematicheskaya teoriya svyazi». Raboty po teorii informacii i kibernetike. M.:IL,(1963):243
- 28 Solozhenkin P., Shavakuleva O., Mudryh R., Slozhenkin O. «Komp'yuternoe modelirovanie flotoreagentov i klasterov mineralov». Magnitogorsk, (2014):263
- 29 Spiridonov V., Lopatkin L. «Matematicheskaya obrabotka ehksperimental'nyh dannyh». M.:Id-voMGU,(1970): 221
- 30 Tihomirov N., Potravnyj I., Tihomirova G. «Metody analiza i upravleniya ehkologo-ehkonomicheskimi riskami». M.: YUNITI-DANA, (2003) :350.

**\*Кистаубаева А., Савицкая И., Шокатаева Д., Жабакова А., Құли Ж.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., \*e-mail: aida.kistaubaeva@kaznu.kz

## **АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ЦЕЛЛЮЛОЗАЛЫ СУБСТРАТТЫҢ АШЫТҚЫ БАКТЕРИАЛДЫ КОНВЕРСИЯ ЖОЛЫМЕН ЖЕМДІК АҚУЫЗ ӨНІМДЕРІНЕ ДЕЙІН УТИЛИЗАЦИЯЛАУ**

Микробтық ақуыз пен пробиотиктерге бай целлюлозалы шикізаттың биоконверсиясы – жануар және құс шаруашылығындағы жемнің сапасын жақсартудың әдістерінің бірі. Микроорганизмдердің екі тобының біріккен қатты фазалы ферментациясы соңғы субстраттың биоконверсияның құралы ретінде пайдаланылады (Norman 2009: 268). Бұл конверсияның алғашқы кезеңі ретінде – шикізаттың қанттануын жүзеге асыратын *Bacillus* (целлюлозалық ферменттер және антимикробтық субстанциялардың продуценттері) туысының бактериясы. Екіншісі – ақуыз продуценттері – ашытқылардың арнайы штаммдары.

Целлюлозалы шикізат – бидай кебегін, күнбағыс қалдығын және күріш қауызын тәуліктік сорпалы бактериалды дақылмен инокуляттады. Дақылдауды 10 тәулік бойы 28-30°C температурада жүзеге асырады. Ферментацияның тиімділігі, яғни *Bacillus* туысының 12 штамының қатты целлюлозалы субстраттарда өсу қабілетін құрамындағы 80%  $H_2SO_4$  және 2%  $HCl$ -да оңай гидролизденетін полисахаридті целлюлозаның өзгеруімен бағалайды.

Зерттеу барысында целлюлоза және гемицеллюлозаның шығыны: кебекте – 2-6 %, күріш қауызында – 7-10 %, күнбағыс қалдығында – 5-9%. 3 түрлі аралас дақыл құрастырылды. *Bacillus* туысы бактериялары мен *Pichia guilliermondii* ашытқыларынан тұратын аралас дақылдарды пайдалану целлюлозаның бұзылу тиімділігін 2-3 есе арттырды. Бұлардың арасындағы белсенділері қатты субстраттарда жасуықтың гидролизін 20- 25 % жүргізді.

3 тәулік ішінде  $8 \times 10^9$  КОЕ/г-ға дейін соңғы субстраттарда өсуге қабілетті, ал алдыңғы бактериалды конверсия олардың өсуін 25% арттырған, алдын ала өңделген ашытқы штаммдарының субстраттарын инокуляттады.

Алынған нәтижелер целлюлозаның бактериалды конверсия жолымен алынатын қантты пайдаланушы аэробты, целлюлозолитикалық *Bacillus* туысының бактериялары мен целлюлозолитикалық емес *Pichia guilliermondii* ашытқылары өсімдік субстратының сатылы ыдырауға қабілетін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** целлюлозалы шикізат, қатты фазалы ферментация, *Pichia guilliermondii*, микробтық ақуыз.

\*Kistaubayeva A., Savitskaya I., Shokataeva D., Zhabakova A., Kuli Zh.

Al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty, \*e-mail: aida.kistaubaeva@kaznu.kz

### **Utilization of agricultural waste by yeast-bacterial conversion of cellulose-containing substrates to protein feed products**

Bio-conversion of cellulose containing raw materials into enriched with microbial protein and probiotics is one of the ways to increase the nutrition of fodder for livestock and poultry. Bio-conversion of initial substrates is a joint solid-phase fermentation by two groups of microorganisms. Saccharification of raw materials is the first step of conversion performed by first group of bacteria from the *Bacillus* genus (producers of cellulolytic enzymes and antimicrobial substances). The second step is performed by special strains of yeast that produce proteins.

Cellulose containing raw materials like wheat bran, sunflower meal and rice husk inoculated for 10 days within 24-hours at 28-300 ° C temperature in bacterial broth culture. Effectiveness of fermentation based on growth ability of 12 *Bacillus* genus strains on cellulose containing solid substrates by changing content of cellulose hydrolyzed by 80% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and easily hydrolysable polysaccharides (hemicelluloses) hydrolyzed by 2% HCl.

According to our research cellulose and hemicellulose in bran decreased to 2-6%, decrease in rice husk is 7-10%, in sunflower meal is 5-9%. Three mixed cultures were constructed. Mix cultures based on bacteria of the *Bacillus* genus and yeast *Pichia guilliermondii* increase cellulose destruction efficiency by 2-3 times. The most active of them hydrolyzed 20-25% of cellulose on solid substrates.

Prefabricated substrates were inoculated with yeast strains that capable to grow on initial substrates to 8 × 10<sup>9</sup> cfu / g during 3 days of cultivation, and preliminary bacterial conversion increases their growth to 25%. The obtained results demonstrate the possibility of step-by-step degradation of the plant substrate by aerobic cellulolytic bacteria of the *Bacillus* genus and non-celluloseolytic yeast *Pichia guilliermondii*, which use sugar obtained by bacterial cellulose conversion.

**Key words:** cellulose containing raw materials, solid-phase fermentation, *Pichia guilliermondii*, microbial protein.

\*Кистаубаева А., Савицкая И., Шокатаева Д., Жабакова А., Кули Ж.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, \*e-mail: aida.kistaubaeva@kaznu.kz

### Утилизация отходов сельского хозяйства путем дрожже-бактериальной конверсии целлюлозосодержащих субстратов в белковые кормовые продукты

Биоконверсия целлюлозосодержащего сырья в обогащенные микробным белком и пробиотиками – это один из путей повышения питательности кормов для животноводства и птицеводства. Инструментом биоконверсии исходных субстратов является совместная твердофазная ферментация двумя группами микроорганизмов. Это бактерии рода *Bacillus* (продуценты целлюлозолитических ферментов и антимикробных субстанций), осуществляющие первый этап конверсии – осахаривание сырья. Вторая – специальные штаммы дрожжей – продуценты белка.

Целлюлозосодержащее сырье – пшеничные отруби, подсолнечный шрот и рисовую шелуху – инокулировали суточной бульонной бактериальной культурой. Культивирование осуществляли при температуре 28-30°C в течение 10-ти суток. Эффективность ферментации, т.е. способность 12-ти штаммов рода *Bacillus* расти на твердых целлюлозосодержащих субстратах оценивали по изменению содержания целлюлозы (клетчатки), гидролизуемой 80% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, и легкогидролизуемых полисахаридов (гемицеллюлоз), гидролизуемых 2% HCl.

В ходе исследования было установлено, что убыль целлюлозы и гемицеллюлозы в отрубях составляла 2-6%, в рисовой шелухе – 7-10%, в шроте подсолнечника – 5-9%. Было сконструированы 3 смешанные культуры. Использование смешанных культур на основании бактерий рода *Bacillus* и дрожжами *Pichia guilliermondii* увеличивало эффективность деструкции целлюлозы в 2-3 раза. Наиболее активные из них гидролизовали клетчатку твердых субстратов на 20-25%.

Предобработанные субстраты инокулировали штаммами дрожжей, способных расти на исходных субстратах до 8×10<sup>9</sup> КОЕ/г в течение 3-х суток культивирования, а предварительная бактериальная конверсия увеличивает их рост в среднем на 25%. Полученные результаты демонстрируют возможность поэтапной деградации растительного субстрата аэробными целлюлозолитическими бактериями рода *Bacillus* и нецеллюлозолитическими дрожжами *Pichia guilliermondii*, которые используют сахар, полученный путем бактериальной конверсии целлюлозы.

**Ключевые слова:** целлюлозосодержащее сырье, твердофазная ферментация, *Pichia guilliermondii*, микробный белок.

Егін алқабында және жыртылған алқапта қалдырылған бидай кебектері, күріш қауызы және күнбағыс қалдықтары құрамында жасұнық пен кремний органикалық байланыстардың қатынасының жоғарылығының нәтижесінде ыдыраудың ұзақ мерзімін қамтиды (Kanochkina 2010: 236-237). Сондықтан, жыртылатын

қабаттарда бұл қалдықтар 3-5 жыл көлемінде сақталады. Олар топырақтың сусыздануына және азот көздерінің тиімді жұмсалмауына алып келеді. Өсімдік қалдықтарының шіру процесін биоконверсия арқылы тездетуге болады.

Қазіргі уақытта Қазақстан үшін маңызды мәселелердің бірі ауылшаруашылық өндіріс

кешеніндегі пайдалы өнімдердің әртүрлі қалдықтарының микробиологиялық конверсиясы. Целлюлозалық бактериялардың жеке түрлерінің биологиялық құрылымын зерттеу арқылы, бұл микроорганизмдердің ортаны белсенді заттарға байытып, жемдік өнімдердің сапасын арттыру қызметін атқаратыны белгілі болды (Silas 2002: 541–545).

Жем сапасының жақсаруы мен тез сіңірілуі микробтық ақуызды пайдалануымен тығыз байланысты. Әдетте ол үшін жемге ашытқы белогын енгізеді (Tian 2013: 17–23). Қоректік жемнің сапасының жоғарылауының тағы бір жолы – ақуыздық өнімге өсімдік шикізатының тікелей биоконверсиясы (Yong 2011: 489–495).

Дәстүрлі әдебиеттер бойынша биоконверсияның негізгі құралы ретінде жемдік шикізатты алмаспайтын аминқышқылдар және витаминдермен байытумен қатар (Pratima 2012: 1-3), болашақта өсімдік субстраттарында ашытқылардың өсу тиімділігін жоғарылататын қанттануды қамтамасыз етеді (Bagman 2011: 1-7).

Басқа жағынан қарасақ, жануар және құс өсіру шаруашылығында заманауи өндірістік технология жоғары тиімді өсу стимуляторлары мен бактериальды инфекцияға қарсы профилактика құралдарынсыз жүзеге аспайтын еді. Сондықтан қазіргі кезде пробиотикалық-ферментативті микробты жемдік қосылыстардың жасалуына мән берілуде (Han 2003: 119-153). Оларды жүзеге асырудың заманауи бағыттарының бірі – *Bacillus* туысының бактерияларын пайдалану. Олардың арасында патогенді және шартты патогенді микроорганизмдерге қарсы антогонистік белсенділікке ие штаммдар кездеседі (Clayton 1995: 595–599). Осы продуцент бактериялар синтездейтін амилаза, целлюлоза, пектиназа ферменттері жемнің сіңірілуіне қабілетті (Clarridge 2004: 840–862). Биоконверсияның бірінші сатысында целлюлозолитикалық бактериялар субстратта жай қанттардың жинақталуына әсер етеді, сол арқылы сахаролитикалық ашытқылар үшін қорек көзін дайындайды (Tian 2013: 17–23). Олай болса, *Bacillus* туысының целлюлозолитикалық бактериялары субстраттардың қанттануы арқылы ашытқылардың өсу тиімділігін жоғарылатып қана қоймай, жемді антимикробты субстанциялар мен гидролитикалық ферменттермен байытады.

Осыған байланысты жүргізіліп отырған зерттеудің мақсаты – жемдік-ақуызды өнімдердің целлюлозолитикалық субстраттарының ашытқы-бактериальды конверсия процесінің мүмкіндігін

экспериментті түрде дәлелдеу. Ол үшін, біріншіден, целлюлозолитикалық белсенділікке ие, белсенділігі жоғары *Bacillus* туысының бактерия штаммдарын іріктеу. Екіншіден, зерттелген субстраттарда тиімді түрде биомассаны жинақтайтын ашытқы штаммдарын сұрыптау.

### Материалдар мен әдістер

Ферментация үшін шикізат ретінде ауыл шаруашылық өндірісінің екінші реттік қалдықтары пайдаланылады: бидай кебегі, күнбағыс қалдығы және күріш қауызы. Ферментацияның бірінші сатысында ұйытқы ретінде *Bacillus* туысы бактериясының 12 штамының тәуліктік сорпасының дақыл суспензиясын пайдаланады. Барлық штамдар жоғары деңгейде патогенді және шартты-патогенді энтеробактерияларға қарсы антогонистік қабілетке ие (Сушкова 2008: 117). Стерильді майдаланған және деылғалданған шикізатты  $10^7$  КОЕ/г мөлшерде ұйытқысы бар кюветаларға біркелкі орналастырады. Алғашқы тәулікте себінділерді араластырып, кейін статикалық жағдайда  $30^{\circ}\text{C}$ -та инкубациялайды. Штамдардың қатты целлюлозалы субстраттарда өсу қабілетін сұйылту әдісі арқылы, 1 г ферменттелген материалда тіршілікке қабілетті бактерияларды санау арқылы анықтайды. Субстраттардың ферментация тиімділігін дақылдаудың Гуго-Мюллер әдісі арқылы 5-ші тәулікте целлюлозаның шығынына қарай бағалайды (Han 2003: 119-153). Целлюлазды кешендегі ферменттердің белсенділігін штамдарды әртүрлі целлюлозалық субстраттарда (фильтрленген қағазда, карбоксиметилцеллюлозада, мақтада, целлюлозада) өсіргеннен кейін дақылдық сұйықтықта түзілетін қанттардың редуцирленген әдісі арқылы анықтайды (Пузанков 2000: 147-149).

Екінші сатыда ферменттелген бактерия шикізатына  $10^7$  КОЕ/г мөлшеріндегі ашытқы ұйытқысы енгізіледі. Ашытқылардың интенсивті түрде өсуі ферменттелген материалды сұйылту арқылы Сабуро қоректік ортасына егілгеннен кейін, 1 г субстраттағы тіршілікке қабілетті клеткалардың санымен бағаланады. Өнімділік Кьельдала әдісі бойынша ақуыз мөлшерімен сипатталады (Norman 2009: 268).

Штамдардың идентификациясы *16S rRNA* гені фрагментінің нуклеотидтерінің тізбектелуін анықтау әдісі арқылы жүзеге асады (Kanochkina 2010: 236-237). Бұл нуклеотид тізбегіндегі халықаралық GenBank дерек базасында сақталған сәйкестікті анықтау арқылы жүзеге асады.

ДНҚ Kate Wilson әдісі арқылы бөлініп алынады (Борисенко 2012: 46-49).

Генотиптеу олардың түрлік қажеттіліктерін анықтады: *Bacillus cereus* (НП-1, П-5, Ж-7); *Bacillus subtilis* (Р-2, НП-7, С-10, НП-9); *Bacillus licheniformis* Ж-25, *Bacillus pumilis* Р-5, *Brevibacillus brevis* С-7, *Bacillus pseudomycooides* С-17, *Rhodococcus rhodochrous* Ж-23, *Candida famata* (А1, А3); *Pichia guilliermondii* (КВ-4, IS-7), *Pichia anomala* Р-12. Барлық штамдар Қазақстан Республикасының РКМ-де сақталған. Алынған белсенді дақылдар Еуропалық ЕНА мүмкіндігі бар ген банкіне және Жапонияның ДНҚ ген банкінде SUB2501869 *Bacillus*\_P2 KY780502; SUB2501867 *Pichia*\_KB4 KY780500 және SUB2501870 *Bacillus*\_ZH25 KY780501 орналастырылды.

### Нәтижелер және оларды талқылау

*Bacillus* туысының бактериялары штамдарының целлюлозалитикалық белсенділігін беттік қатты фазалы жағдайда, бактерияларды 65%-ға дейінгі ылғалданған қатты, кеуекті материалдары (ұн өнеркәсібінің қалдығы, май экстракционды өндіріс және өсімдік шаруашылығы: бидай кебектері, күнбағыс қалдығы және күріш қауызы) бар қоректік ортада өсіру арқылы анықтайды. Кебектер және күнбағыс қалдығы

– жануар және құс шаруашылығының барлық түрлерінде қолданылатын жоғарғы протеинді өнім (Лыско 2006: 54-55). Алайда, олардың құрамында көп мөлшерде жасұнық болады (Троякова 2007: 52-54). Күріш қауызы – Қазақстан Республикасында күріш өндірісіндегі көп тоннажды, құрамында органикалық заттары аз қосалқы өнім. Оның құрамындағы жасұнықтың көп мөлшерде (38%-ға дейін) болуы, пайдалы утилизация ретінде пайдалану мүмкіндігі ақуыздық өнім алу үшін күріш қауызын сапалы субстрат ретінде пайдалануының негізі (Golowczyc 2009: 111–116). Алынған мәліметтер бойынша барлық штамдар экспериментальді субстраттарда өсу қабілетіне ие. Бірақ бидай кебегінде *Pichia guilliermondii* КВ-4 және *Bacillus subtilis* Р-2 және *Bacillus licheniformis* Ж-25 (патент №18 бюлл. 30 желтоқсан 2016 жылдан бастап) штамдары жақсы өседі. *Pichia guilliermondii* КВ-4 пен *Bacillus subtilis* Р-2 штамдары күнбағыс қалдығында және күріш қауызында, құрамы жоғары мөлшерде целлюлозасы бар, бірақ басқа органикалық заттар аз субстратта *Bacillus subtilis* Р-2 және *Bacillus licheniformis* Ж-25 штамдары белсенді өседі.

Зерттелетін барлық штамдар бұл субстраттардағы целлюлозаны ыдырата алады (1-кесте).

**1-кесте** – *Bacillus* туысының қатты фазалы ферментациядан кейін целлюлозалы субстраттарда жасұнық мөлшерінің төмендеуі

Штамм	Бидай кебегі		Күріш қауызы		Күнбағыс қалдығы	
		% целлюлоза шығыны		% целлюлоза шығыны		% целлюлоза шығыны
Р-2	7.03±2	12,12	35.05±1	14,2	17.27±1	20,76
Р-5	7.08±1	11,5	34.28±1	7,8	19.41±2	7,57
НП-1	7.43±2	7,13	34.56±2	9,05	19.95±1	5
НП-7	5.15±2	31,6	35.11±2	7,6	19.17±1	8,7
НП-9	6.12±2	23,5	34.32±1	9,7	19.87±2	5,38
Ж-7	7.18±2	10,25	33.28±2	12,42	19.57±1	6,8
Ж-25	5.45±2	35,86	34.76±1	8,52	17.68±2	20,57
Ж-23	7.04±1	12	34.98±2	7,9	19.11±2	9
П-5	6.55±1	18,13	32.34±1	10,89	19.36±2	7,8
С-7	7.30±1	8,75	35.30±2	7,1	19.15±1	8,8
С-10	7.12±2	11	35.02±1	7,8	17.66±2	15,9
С-17	5.45±1	31,88	34.31±1	9,7	19.32±1	8

Ескерту: целлюлозаның бидай кебегіндегі мөлшері – 8±1%; күріш қауызында – 38±1%; Күнбағыс қалдығында – 21±2 %.

Сонымен қатар, целлюлозаның максималды шығыны бидай кебегінде 35,86 %-ға дейін байқалады. Күнбағыс қалдығында целлюлоза мөлшері 15-20%-ға, күріш қауызында 10-15% азаяды. Бұл штаммдардың жоғары спецификалық қасиетке ие екендігін, яғни әр түрлі шикізат көздеріндегі целлюлозаның ыдырау қабілетілігін көрсетеді. Онымен қоса, целлюлозаның субстраттарда ыдырау диапазоны біршама кең: 7,13% – 35,86% бидай кебегі, күріш қауызында 7,1%-дан 14,2%-ға дейін, күнбағыс қалдығында 5%-дан 20,76%-ға дейін.

Күтілгендей, штаммдардың осы және басқа да субстраттарда өсу қабілеті ондағы целлюлоза деңгейінің төмендеуімен байланысты, оны қолданылатын штаммдардың целлюлозолитикалық белсенділігін әртүрлі дәрежесімен түсіндіруге болады. Бірақ бұлардың ешқайсысы берілген субстраттар сұрыптамасында целлюлозаны ыдырату қабілетіне қарай «әмбебап» болмағандықтан, басқа да түсініктерге ие. Субстраттардың гидролиздік тереңдігі цел-

люлазды комплекстегі ферменттердің белсенділігінің қатынасына және синергизмнің болуына тәуелді ([Plumed-Ferrer 2011: 1032–1040](#)). Соған байланысты, мақсатқа сәйкес аралас дақылды субстраттардың ферментациясын жүргізу, негізгі бекітілген принцип бойынша әр түрлі басымды целлюлозалы типтерді бір штамм дақылға біріктіру. Целлюлозолитикалық ферменттердің белсенділігі дәстүрлі түрде ферментациядан кейін глюкоза саны анықталатын әр түрлі жасұнық түрлерінің ыдырау деңгейімен бағаланады ([Bautista-Gallego 2008: 1412–1421](#)). Бұл ферменттердің пайдалану спектрі әр түрлі целлюлозалы субстраттарда штаммдарды өсіргеннен кейін дақылдық сұйықтықты түзетін редуцирленген қанттар әдісімен анықтаған. Бұл үшін Гетчинсон қоректік ортасына целлюлоза көзі ретінде карбоксиметилцеллюлозаны, целлобиозаны, мақтаны, фильтр қағазын қосты ([Filipa 2013: 5949–5961](#)).

Целлобиаза және C2 ферментінің белсенділігі бойынша барлық бактерия штаммдары өзгешеленбеген (2-кесте).

2-кесте – Ферментативті бактерия комплексінде жеке целлюлозалардың қатынасы

Штамм	редуцирленген қант (мг/мл)				Сх: Цб: C2: C1
	Сх-фермент	Целлобиаза	C2- фермент	C1-фермент	
P-2	0.55±0,06	1.18±0,03	0.38±0,01	0.44±0,01	1.6: 1: 1,1: 1.2
P-5	0.48±0,03	1.27±0,02	0.39±0,02	0.47±0,01	1.3: 1.1: 1,1: 1.1
НП-1	0.49±0,04	1.23±0,01	0.36±0,01	0.56±0,05	1.3: 1.1: 1: 1.3
НП-7	0.32±0,01	1.29±0,03	0.40±0,03	0.52±0,03	1.3: 1.1: 1,1: 1
НП-9	0.35±0,02	1.21±0,01	0.36±0,01	0.56±0,02	1: 1: 1: 1.3
Ж-7	0.46±0,03	1.30±0,02	0.38±0,02	0.43±0,03	1.3: 1.1: 1,1: 1
Ж-23	0.50±0,01	1.17±0,04	0.41±0,03	0.46±0,02	1.4: 1: 1,1: 1.1
Ж-25	0.55±0,02	1.29±0,03	0.39±0,02	0.42±0,01	1.6: 1.1: 1,1: 1
П-5	0.47±0,01	1.28±0,02	0.37±0,04	0.47±0,02	1.3: 1.1: 1: 1.1
С-7	0.51±0,01	1.20±0,01	0.36±0,01	0.52±0,01	1.5: 1: 1: 1.2
С-10	0.49±0,02	1.22±0,05	0.41±0,02	0.48±0,01	1.4: 1: 1,1: 1.1
С-17	0.56±0,04	1.21±0,04	0.38±0,03	0.57±0,02	1.4: 1: 1,1: 1.4

Ескерту: бірлік ретінде әр штаммның жеке ферментімен целлюлозаның ыдырауы кезінде түзілген глюкозаның абсолютті мағынада аз көрсеткішін қабылдау керек.

Басқа ферменттердің белсенділік деңгейіне байланысты штаммдарды 2 топқа бөледі: С<sub>1</sub> – ферментінің белсенді басымдылығына ие: НП-1, НП-9 және Сх – ферментінің белсенді

басымдылығына ие: P-2, Ж-25, С-17 (карбоксиметилцеллюлозаны ыдыратады). Аралас дақыл целлобиазы және Сх – ферменттерінің байланысқан белсенділігіне ие штаммдардан түзілді.

## 3-кесте – Целлюлозалитикалық бактериялардың аралас дақылмен өсімдік субстраттарын қатты фазада дақылдау

Штаммдар	Бидай кебегі		Күріш қауызы		Күнбағыс қалдығы	
	Целлюлоза	% шығын	Целлюлоза, %	% шығын	Целлюлоза, %	% шығын
Бақылау	43,00+3	-	38,00+1	-	21,00+2	-
НП-7	39,98+2	7	35,11+2	8	19,17+1	9
НП-9	39,66+1	8	34,32+1	10	19,87+2	5
НП7+НП-9	38,27+1	11	30,79+2	18	17,46+2	17
Ж-25	40,56+1	6	34,76+1	9	19,68+2	6
НП-9	39,66+1	8	34,32+1	10	19,87+2	5
Ж25+НП-9	32,24+1	21	29,03+1	20	15,92+1	22
С-17	40,34+1	6	34,31+1	10	19,32+1	8
НП-9	41,24+2	4	34,56+2	9	19,95+1	5
С-17+ НП9	33,12+1	23	28,5+1	22	15,76+1	23
Р-2	41,24+2	4	34,56+2	9	19,95+1	5
НП-1	39,54+2	8	34,29+2	10	19,57+1	7
Р-2 +НП-1	36,76+1	15	31,36+2	17	17,02+2	19
Ж-7	39,54+2	8	34,29+2	10	19,57+1	7
НП-9	39,66+1	8	34,32+1	10	19,87+2	5
Ж-25 +Р-2	42,97+3	25	38,39+4	24	22,79+1	25
Ж-7	39,54+2	8	34,29+2	10	19,57+1	7
С-7	39,91+2	7	35,30+2	7	19,15+1	9
С-17 +НП-1	36,79+1	14	32,57+1	14	17,48+1	17

Ескерту: кестеде 100 гр шикізатта болатын целлюлоза мен гемицеллюлозаның мөлшері көрсетілген.

Штаммдарды бірге қолдану барысында кебектегі және күріш қауызында, күнбағыс қалдығында целлюлоза ыдырау деңгейі жоғарылайды, мысалы Ж-25+Р-2 штаммдарын біріктіріп зерттеу нәтижесінде бидай кебегінде жасұнықтың шығыны 25%, күріш қауызында – 24%, күнбағыс қалдығында – 25% болды. Осы мазмұнға сәйкес целлюлозаның мөлшері: күріш қауызында – 38,39±4%; қалдығында – 22,79±1 %, кебекте – 42,97±3%. Басқа түзілген аралас дақылдар бидай кебегінің, күріш қауызының, күнбағыс қалдығының жасұнығын 11-ден 23%-ға дейін гидролиздейді. Кебектегі целлюлозаның болу диапазоны: күріште – 39-41%, күріш қауызында – 29%-34% және күнбағыс қалдығында 5%-дан 23%-ға дейін.

Барлық сынақтан өткен ассоциациялар целлюлозаларды жақсы ыдыратады (монодақыл 4-тен – 10%-ға дейін).

Алынған нәтижелер *Bacillus* туысының бактерияларын қатаң ауыл шаруашылық қалдықтардың қанттануында қолдану мүмкіншіліктерін көрсетеді.

Өсімдік қалдықтарына *Bacillus* туысының бактерияларын ендіру күрделі көмірсулардың сіңірілуіне септігін тигізіп, өсімдік қалдықтарының энергетикалық құндылығын 15–25 %-ға жоғарылатады.

Күтілгендей, жемдік ақуызды өнімдерге *Bacillus subtilis* Р-2 *Bacillus licheniformis* Ж-25 штаммдарының мультиэнзимді қосылысын қосу арқылы жемдік өнімнің тиімділігін 25%-ға дейін арттыруға болады.

Бұдан басқа, жасұнықты бір уақытта ыдырататын тірі бактериялардың кешені энергопатогенді микроорганизмдер қатынасында антогонистік рөл атқаруы мүмкін (Leon-Romero 2015: 689–695). Осыған байланысты ауыл шаруашылық жануарлар мен құстардың рационнда бұл препарат жемдік фермент және пробиотик секілді 2 түрлі жемдік қоспаны алмастыра алады (Tati 2013: 3).

Ферментті кешен бидай кебегінің, күнбағыс және күріш қауызының қалдығының сіңірілуін жоғарылатады және кешен құрамындағы пробиотикалық бактериялар патогенді микроорга-

низмдердің өсуін тежейді (Pratima 2012: 1-3), соған орай жануарлардың ас қорыту жолында пайдалы микрофлораның пайда болуына әсер етеді (Norman 2009: 268).

Жүргізілген зерттеу тапсырмаларының бірі – оның қанттануын жүзеге асыратын бактериялардың қатысында целлюлозалы шикізаттан ақуызды алу мүмкіндігін экспериментальді дәлелдеу. Ол үшін арнайы эксперимент-

тер жүргізілді. Целлюлозолитикалық бактериялардың дақылдарын 5 тәулік бойы 30°C-та күнбағыс қалдығында, күріш қауызында, бидай кебегінде өсірді. Содан кейін субстратты *Candida* және *Pichia* туысына жататын ашытқылардың дақылдарымен инокуляттады. Егу дозасы –  $3 \times 10^7$  КОЕ/г. 27°C-та 3 тәулік дақылданған кейін ферменттелетін ашытқы субстратының өнімділігін анықтады (4-кесте).

**4-кесте** – Целлюлозолитикалық бактериялар мен ашытқылардың деңгейлі дақылдау процесінде өсімдік қалдықтарында биомасса мен ақуыздың түзілуі

Ашытқы түрі	Ашытқы клеткаларының мөлшері, КОЕ/г			
	Күнбағыс қалдығы		Күріш қауызы	
	Қанттануға дейін ЦЛБ	Қанттанудан кейін ЦЛБ	Қанттануға дейін ЦЛБ	Қанттанудан кейін ЦЛБ
<i>Candida famata A1</i>	$(3.5 \pm 0.1) \times 10^8$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^9$	$(3.4 \pm 0.2) \times 10^8$	$(2.2 \pm 0.2) \times 10^9$
<i>Candida famata A3</i>	$(3.9 \pm 0.2) \times 10^8$	$(3.6 \pm 0.3) \times 10^9$	$(3.1 \pm 0.2) \times 10^8$	$(3.8 \pm 0.4) \times 10^9$
<i>Pichia guilliermondii</i> KB-4	$(4.9 \pm 0.3) \times 10^8$	$(8.8 \pm 0.5) \times 10^9$	$(3.1 \pm 0.1) \times 10^8$	$(6.6 \pm 0.4) \times 10^9$
<i>Pichia guilliermondii</i> IS-7	$(4.6 \pm 0.5) \times 10^8$	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^9$	$(3.2 \pm 0.3) \times 10^8$	$(2.1 \pm 0.3) \times 10^9$
<i>Pichia anomala</i> P-12	$(4.5 \pm 0.4) \times 10^8$	$(5.1 \pm 0.3) \times 10^9$	$(3.5 \pm 0.4) \times 10^8$	$(4.3 \pm 0.3) \times 10^9$
Бастапқы субстрат	0	0	0	0
Ашытқы түрі	Шикі протеиннің массалық үлесі, %			
	Күнбағыс қалдығы		Күріш қауызы	
	Қанттануға дейін ЦЛБ	Қанттанудан кейін ЦЛБ	Қанттануға дейін ЦЛБ	Қанттанудан кейін ЦЛБ
<i>Candida famata A1</i>	44.6±2.7	57.7±3.8	12.8±0.6	15.6±0.8
<i>Candida famata A3</i>	43.9±2.2	58.0±2.8	13.1±0.7	17.1±1.6
<i>Pichia guilliermondii</i> KB-4	45.1±2.6	59.3±2.9	13.5±0.6	17.6±1.1
<i>Pichia guilliermondii</i> IS-7	43.8±2.6	57.1±2.8	12.9±0.8	15.6±0.9
<i>Pichia anomala</i> P-12	44.1±2.3	58.6±2.4	12.5±0.6	16.3±1.2
Бастапқы субстрат	37.6±2.1	37.6±2.1	4.08±0.1	4.08±0.1

Алынған нәтижеге сай *Pichia guilliermondii* KB-4 штаммы өнімді болып табылады. Бастапқы субстратта ашытқы клеткаларының концентрациясы  $8.8 \times 10^9$  КОЕ/г-ға 3 тәулік культивирлеуден кейін жетеді. Алдын ала бактериалды конверсияны пайдалану ашытқылардың өсуін біршама арттырады (Marchal 2002: 205-217). Къельдаль бойынша бастапқы массада ақуыздың мөлшері қатты фазалы ферментацияда күнбағыс қалдығында орташа шамамен 45.1%, күріш қауызында – 13.5%.

Амило- және глюколитикалық ферменттердің бактериялармен бөлінуі олардың өмірлік

циклімен тікелей байланысты. Споралардың пісіп жетілуі сыртқы ортаға ферменттің крахмалды клейстердің бөлінуімен сипатталады. Вегетативті формалардың алдағы бөлінуі қанттану ферментінің (глюколитикалық фермент) бөлінуімен байланысты (Reise 2000: 485 – 488). Бактериялар қорда жиналған крахмалды жай метаболитикалық белсенді көмірсуларға айналдырады. Бактериялардың дақылдары қайнатылған крахмалдан моносхаридтерге дейін қанттайды, одан бөлек бактериялар сұйықтататын және қанттататын экзоферменттерді бөледі (Dale 2000: 287-291).



Сол себепті, субстраттың қанттануынан кейін целлюлозолитикалық бактериялар шикізаттың құрамындағы протеин орташа мөлшерде 25%-ға артады.

### Қорытынды

Целлюлозолитикалық бактериялардың қатты фазалы дақылдауының лабораториялық моделі жасалды. Барлық штаммдар целлюлозалық комплекспен түзілген кең субстратты спецификаға ие екені айқындалды. Күнбағыс қалдығында, ағаш жоңқасында, күріш қауызында қатты фазалы дақылдауда монодақылды целлюлоза конверсиясының тиімділігі белгілі болды. Дақылдаудың 5-ші тәулігінде бидай кебегінде целлюлозаның концентрациясы – 4-6%, күріш қауызында – 7-10 %, күнбағыс қалдығында 5-9%-ға төмендейді.

Целлюлоза ыдырауының тиімділігін 2-3 есеге жоғарылататын 6 аралас дақылдар құрылды. Аралас дақылдардың ішіндегі ең белсенділері: *B.licheniformis* Ж-25 + *B.subtilis* НП-9, *B.cereus* С-17 + *B.subtilis* НП-9, *B.licheniformis* Ж-25 +

*B.subtilis* Р-2, олар жасұнықты қатты фазалы субстраттарда 20-25%-ға гидролиздейді. Бұл табиғи азобты бактерия штаммдарын ағаш жоңқасын және ауыл шаруашылығының қатты қалдықтарын қанттауда қолдану мүмкіндігін туғызады.

Ашытқылардың *Pichia guilliermondii* КБ-4 өнімдірек штаммдары таңдалынып алынды. Бұл ашытқылар 3 тәулік ішінде дақылдау барысында бастапқы субстраттарда  $8.8 \times 10^9$  КОЕ/г-ға дейін өсуге қабілетті. Алдын ала бактериялыды конверсияны пайдалану шикі протеиннің массалық үлесін орта шамамен 25%-ға жоғарылатады. Алынған нәтижелер *Bacillus* туысының бактериялары мен микробты целлюлозалы конверсия нәтижесінде алынған редуцирленген қантты пайдаланатын целлюлозалитикалық емес ашытқылардың *Pichia* және *Candida* туысы өсімдік субстратының толық ыдырау мүмкіндігін көрсетеді.

Айта кетсек, бұл қалдықтарды құс өндірісінде жемге қосады және осы штаммдардың негізінде жемдік пробиотиктердің алыну мүмкіндігінің перспективасын ашады.

### Әдебиеттер

- 1 Norman F., Haard S.A., Odunfa and etc., «FAO agricultural services bulletin», (2009): 268
- 2 Kanochkina M.S., Borisenko E.G., Gorin K.V., Nguen C.Z., «EurasiaBio: 2nd International Congress-Partnering & Exhibition on Biology and Bioenergy», 2 (2010): 236-237.
- 3 Silas G.V-B., Elisa E., Margarida M.M., «World Journal of Microbiology & Biotechnology», 3 (2002): 541–545.
- 4 Tian V.C., Gulimova L.A., Nguyen T.G., Gorin K.V., Borisenko E.G., «Bulletin of Biotechnology and Physical and chemical biology», 9 (2013): 17–23.
- 5 Yong T., Danqing Zh., Liwei Zh., Jianxin J., «Eur Food Res Technol», 233 (2011): 489–495.
- 6 Pratima G., Kalpana S., Avinash S., «International Journal of Microbiology», (2012): 1-3.
- 7 Barman D., Saud Z.A., Habib M.R., Islam M.F., Hossain K., Yeasmin T., «Life Sciences and Medicine Research.», (2011): 1-7.
- 8 Han Y.W., «Adv. App. Microbiol.», 23 (2003): 119-153.
- 9 Clayton R. A., Sutton G., Hinkle P. S., Bult Jr. C., Fields C., «International Journal of Systematic Bacteriology», 45 (1995): 595–599.
- 10 Clarridge III J. E., «Clinical Microbiology Reviews», 17 (2004): 840–862.
- 11 Tian Van Chi, Gulimova L.A., Nguyen Truong Giang, Gorin K.V., Borisenko E.G., «Plant-Microbe Nutrients. Report 2: Yeast bioconversion of plant material. Bulletin of Biotechnology and Physical and chemical biology», 66 (2013): 17–23.
- 12 Сушкова В.И., Воробьева Г.И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества [Текст] // Дели принт. – 2008. – Т. 7, №2. – С. 117.
- 13 Han Y.W., «Microbial utilization of straw Adv. App. Microbiol», 66 (2003): 119-153.
- 14 Пузанков А., Мхитарян Г. Техника для повышения питательной ценности кормов [Текст] // Свиноводство. – 2000. – Т.4, №6. – Р. 147-149.
- 15 Norman F., Odunfa S.A., «Fermented cereals a global perspective. FAO agricultural services bulletin», 3 (2009): 268.
- 16 Kanochkina M.S., Borisenko E.G., Gorin K.V., Nguen Chyoung Zang., «The yeast bacterial edible products based on the primary and secondary agroindustrial raw materials. EurasiaBio: 2nd International Congress-Partnering & Exhibition on Biology and Bioenergy», 2 (2010): 236-237.
- 17 Борисенко Е.Г., Каночкина М.С., Горин К. В. Функциональные свойства дрожжей и бактерий, входящих в состав микробных корректоров пищевого и кормового назначения [Текст] // Хранение и переработка сельхозсырья = Storage and processing of farm products: теоретический журнал. – 2012. – Т. 8, №. 3. – С. 46-49.
- 18 Лыско К. А., Шамсутдинова В. Р., Ганькина Е. В., Борисенко Е. Г. Дрожжевые технологии в производстве продуктов питания [Текст] // Пищевая промышленность. – 2006. – Р. 54-55.

- 19 Троякова С.А., Лыско К. А., Шамсутдинова В. Р., Борисенко Е. Г., Терешина Е.Н. Дрожжевые обогатители пищи и кормов на основе молочной сыворотки и зернового сырья [Текст] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2007. – P. 52-54.
- 20 Golowczyc M.A., Mobili P., Garrote G., de Los Angeles Serradell M., Abraham A., De Antoni G.L., «Interaction between *Lactobacillus kefir* and *Saccharomyces lipolytica* isolated from kefir grains: evidence for lectin-like activity of bacterial surface proteins», 76 (2009): 111–116.
- 21 Plumed-Ferrer C., von Wright A., «Antimicrobial activity of weak acids in liquid feed fermentations, and its effects on yeasts and lactic acid bacteria», 91 (2011): 1032–1040.
- 22 Bautista-Gallego J., Arroyo-López F., Durán-Quintana M., Garrido-Fernandez A., «Individual effects of sodium, potassium, calcium, and magnesium chloride salts on *Lactobacillus pentosus* and *Saccharomyces cerevisiae* growth», 71 (2008): 1412–1421.
- 23 Filipa Mendes, Sander Siewerts, Erik de Hulster, Marinka J.H., Marijke A.H., Jack T., Eddy J., Peter A., «Based Characterization of Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* in Lactose-Grown Chemostat Cocultures», 79 (2013): 5949–5961.
- 24 Leon-Romero A., Dominguez-Manzano J., Garrido-Fernandez A., Arroyo-Lopez F., Jimenez-Diaz R., «Formation of In Vitro Mixed-Species Biofilms by *Lactobacillus pentosus* and Yeasts Isolated from Spanish-Style Green Table Olive Fermentations», 82 (2015): 689–695.
- 25 Tati Barus, «Genetic diversity of yeasts from Ragi tape starter for cassava and glutinous rice fermentation from Indonesia», (2013): 3.
- 26 Pratima G., Kalpana S., Avinash S., «Isolation of Cellulose-Degrading Bacteria and Determination of Their Cellulolytic Potential», (2012): 1-3.
- 27 Norman F., Odunfa S.A., «Fermented cereals a global perspective. FAO agricultural services bulletin», 3 (2009): 268.
- 28 Marchal R., Ropars M., Pourquie J., «Large-scale enzymatic hydrolysis of agricultural lignocellulosic biomass», 42 (2002): 205-217.
- 29 Reise E. T., Sin R. Y., Levinson H.S., «The biological degradation of soluble cellulose derivatives and its relation to the mechanism of cellulose hydrolysis», (2000) 485 – 488.
- 30 Naoki N., Shin H., Zong J.C., Masaharu I., Yasuo I., «Effect of Adding Cellulolytic Bacterium on Stable Cellulose-Degrading Microbial Community», 104 (2007): 432-434.
- 31 Dale Bruce E., «Lignocellulose conversion and the future of fermentation biotechnology», 5 (2000): 287-291.

#### References

- 1 Norman F., Haard S.A., Odunfa and etc., «FAO agricultural services bulletin», (2009): 268
- 2 Kanochkina M.S., Borisenko E.G., Gorin K.V., Nguen C.Z., «EurasiaBio: 2nd International Congress-Partnering & Exhibition on Biology and Bioenergy», 2 (2010): 236-237.
- 3 Silas G.V-B., Elisa E., Margarida M.M., «World Journal of Microbiology & Biotechnology», 3 (2002): 541–545.
- 4 Tian V.C., Gulimova L.A., Nguyen T.G., Gorin K.V., Borisenko E.G., «Bulletin of Biotechnology and Physical and chemical biology», 9 (2013): 17–23.
- 5 Yong T., Danqing Zh., Liwei Zh., Jianxin J., «Eur Food Res Technol», 233 (2011): 489–495.
- 6 Pratima G., Kalpana S., Avinash S., «International Journal of Microbiology», (2012): 1-3.
- 7 Barman D., Saud Z.A., Habib M.R., Islam M.F., Hossain K., Yeasmin T., «Life Sciences and Medicine Research.», (2011): 1-7.
- 8 Han Y.W., «Adv. App. Microbiol.», 23 (2003): 119-153.
- 9 Clayton R. A., Sutton G., Hinkle P. S., Bult Jr. C., Fields C., «International Journal of Systematic Bacteriology», 45 (1995): 595–599.
- 10 Clarridge III J. E., «Clinical Microbiology Reviews», 17 (2004): 840–862.
- 11 Tian Van Chi, Gulimova L.A., Nguyen Truong Giang, Gorin K.V., Borisenko E.G., «Plant-Microbe Nutrients. Report 2: Yeast bioconversion of plant material. Bulletin of Biotechnology and Physical and chemical biology», 66 (2013): 17–23.
- 12 Sushkova V.I., Vorobeva G.I. Bezothodnaya konsersiya rastitelnogo surya v biologicheskii aktivnyye veshstva // *Deli print*. – 2008. – T. 7, №2. – S. 117.
- 13 Han Y.W., «Microbial utilization of straw Adv. App. Microbiol», 66 (2003): 119-153.
- 14 Puzhankov A., Mhitaryan G. Tehnika dlya povysheniya pitatelnoi cennosti kormov // *Svinovodstvo*. – 2000. – T.4, №6. – P. 147-149.
- 15 Norman F., Odunfa S.A., «Fermented cereals a global perspective. FAO agricultural services bulletin», 3 (2009): 268.
- 16 Kanochkina M.S., Borisenko E.G., Gorin K.V., Nguen Chyoung Zang., «The yeast bacterial edible products based on the primary and secondary agroindustrial raw materials. EurasiaBio: 2nd International Congress-Partnering & Exhibition on Biology and Bioenergy», 2 (2010): 236-237.
- 17 Borisenko E.G., Kanochkina M.S., Gorin K.V. Funkcionalnye svoistva drozhzhei I bakterij, vhdoyashih v sostav microbnyh korrektorov pishhevoego I kormovogo naznacheniya // *Hranenie I pererabotka selhozsyrya = Storage and processing of farm products: teoreticheskij zhurnal*. – 2012. – T. 8, №. 3. – P. 46-49.
- 18 Lysko K. A., Shamsutdinova V.R., Gankina E. V., Borisenko E.G. Drozhzhevye tehnologij v proizvodstve productov pitaniya // *Pishevaya promyshlennost*. – 2006. – P. 54-55.
- 19 Troyakova S/A/, Lysko K.A., Shamsutdinova V.R., Borisenko E.G., Tereshina E.N. Drozhzhevye obogatiteli pishi I kormov na osnove molochnoi syvorotki I zernovogo syrya// *Hranenie I pererabotka selhozsyrya*. – 2007. – P. 52-54.

- 20 Golowczyc M.A., Mobili P., Garrote G., de Los Angeles Serradell M., Abraham A., De Antoni G.L., «Interaction between *Lactobacillus kefir* and *Saccharomyces lipolytica* isolated from kefir grains: evidence for lectin-like activity of bacterial surface proteins», 76 (2009): 111–116.
- 21 Plumed-Ferrer C., von Wright A., «Antimicrobial activity of weak acids in liquid feed fermentations, and its effects on yeasts and lactic acid bacteria», 91 (2011): 1032–1040.
- 22 Bautista-Gallego J., Arroyo-López F., Durán-Quintana M., Garrido-Fernandez A., «Individual effects of sodium, potassium, calcium, and magnesium chloride salts on *Lactobacillus pentosus* and *Saccharomyces cerevisiae* growth», 71 (2008): 1412–1421.
- 23 Filipa Mendes, Sander Sieuwerts, Erik de Hulster, Marinka J.H., Marijke A.H., Jack T., Eddy J., Peter A., «Based Characterization of Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* in Lactose-Grown Chemostat Cocultures», 79 (2013): 5949–5961.
- 24 Leon-Romero A., Dominguez-Manzano J., Garrido-Fernandez A., Arroyo-Lopez F., Jimenez-Diaz R., «Formation of In Vitro Mixed-Species Biofilms by *Lactobacillus pentosus* and Yeasts Isolated from Spanish-Style Green Table Olive Fermentations», 82 (2015): 689–695.
- 25 Tati Barus, «Genetic diversity of yeasts from Ragi tape starter for cassava and glutinous rice fermentation from Indonesia», (2013): 3.
- 26 Pratima G., Kalpana S., Avinash S., «Isolation of Cellulose-Degrading Bacteria and Determination of Their Cellulolytic Potential», (2012): 1-3.
- 27 Norman F., Odunfa S.A., «Fermented cereals a global perspective. FAO agricultural services bulletin», 3 (2009): 268.
- 28 Marchal R., Ropars M., Pourquie J., «Large-scale enzymatic hydrolysis of agricultural lignocellulosic biomass», 42 (2002): 205-217.
- 29 Reise E. T., Sin R. Y., Levinson H.S., «The biological degradation of soluble cellulose derivatives and its relation to the mechanism of cellulose hydrolysis», (2000) 485 – 488.
- 30 Naoki N., Shin H., Zong J.C., Masaharu I., Yasuo I., «Effect of Adding Cellulolytic Bacterium on Stable Cellulose-Degrading Microbial Community», 104 (2007): 432-434.
- 31 Dale Bruce E., «Lignocellulose conversion and the future of fermentation biotechnology», 5 (2000): 287-291.



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**

<sup>1</sup>Кадирбекова А.А., <sup>2</sup>Оспанова А.С., <sup>1</sup>Казова Р.А., <sup>3</sup>Ленчке Я.

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>ЧУ Политехнический колледж корпорации «Казахмыс», Казахстан, г. Балхаш

<sup>3</sup>Берлинский университет Гумбольдта, Германия, г. Берлин

\*e-mail: zhaku84@mail.ru

## ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА БАЛХАШСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (БГМК) НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Воздействие металлургического предприятия на окружающую среду отличается интенсивностью, разнообразием и значительными масштабами. Интенсивность антропогенного давления на экосистему в горно-металлургическом комплексе негативно влияет на экологическое равновесие. В связи с этим, актуально своевременное выявление и оценка очагов деградации и опустынивания почвенного покрова, изучение геоэколого-генетических показателей, разработка научных основ реабилитации и охраны нарушенных земель, разработка экологически чистых технологий для обезвреживания и утилизации отходов.

Цель работы – изучить состояние территории медного производства для выявления воздействия предприятия на литосферу.

В статье показано состояние воздействия геотехнической системы (ГТС) на почвенный покров. В процессе эксплуатации месторождений, транспортировки сырья выявлено загрязнение почвенного покрова и окружающей среды выбросами в атмосферу, засоления литосферы минерализованными промышленными сточными водами, загрязнение почвы складированными на площадках вскрышными породами, мелкими фракциями сырья и др.

Использован метод симплекс-решетчатого планирования взаимодействия в многокомпонентных системах с построением по матрице полной диаграммы «состав – свойство».

Разработана методика изучения концентрации солей в процессе засоления почвы. Приведены результаты химико-аналитического изучения содержания загрязнителей, данные симплекс-решетчатого планирования воздействия солевых компонентов на почву с получением диаграммы «состав – свойство» системы  $\text{NaCl}(X_1) - \text{MgSO}_4(X_2) - \text{CaSO}_4(X_3)$ . Установлено, что наибольшая степень засоления почвы при соотношении компонентов  $\text{NaCl}(X_1) - \text{MgSO}_4(X_2) - \text{CaSO}_4(X_3) = 10:60:30$ . В области обогащенной сульфатами степень засоления почвы (до 99,8%), в то время как в «хлоридном углу» степень засоления ниже (до 70-80%). Снижение степени засоления в области хлоридов обусловлено большей растворимостью хлоридов щелочных металлов (в частности хлорида натрия) и более интенсивной растворимостью хлоридов в сравнении с сульфатами.

Практическая ценность заключается в разработке рекомендаций по снижению засоленности литосферы путем исследования системы природных минералов галлит –  $\text{NaCl}$ , сульфат магния  $\text{MgSO}_4$  и сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$ .

Основные результаты получены в полевых испытаниях на территории медеплавильного цеха БГМК, которые подтвердили данные лабораторных исследований.

**Ключевые слова:** почва, система, засоление, моделирование, ландшафт, загрязнители.

<sup>1</sup>Kadirbekova A.A., <sup>2</sup>Ospanova A.S., <sup>1</sup>Kazova R.A., <sup>3</sup>Lentschke J.

<sup>1</sup>Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Politechnic college of Corporation Kazakhmys, Kazakhstan, Balkhash

<sup>3</sup>Humboldt University of Berlin, Germany, Berlin,

\*e-mail: zhaku84@mail.ru

### **Chemical-analytical study of the impact of the copper-smelting section of Balkhash mining-metallurgical combine on the condition of the soil**

The impact of the metallurgical enterprise– the copper-smelting section of the Balkhash mining-metallurgical combine (BMMC) on environment are characterized by intensity, diversity and significant scales. Intensity of anthropogenic pressure on ecosystem in mining and smelting complex has negative impact on ecological balance. Due to this fact, identifying and evaluating foci of degradation is relevant. Also, desertification of soil cover, researching geoecological-genetic indexes, creating scientific bases of rehabilitation and protecting disturbed lands, creating ecologically clear technologies for detoxification and utilization of wastes is important.

The aim of the work is to research the condition of the copper production territory for identifying the impact of the production on lithosphere.

Article shows the condition of the impact of geotechnical system (GTS) on lithosphere. There is a pollution of soil cover and environment, salinization of lithosphere with mineralized industrial wastewater and contamination of soil stores on sites by overburden, small fractions of raw materials during the process of exploitation of deposits, transportation of raw materials.

Methods of simplex-lattice planning of interaction in polycomponental systems with building the full diagram «composition-property» by matrixes were used.

Method of researching the concentration of salts during the salinization of soil cover was created. Results of chemico-analytical researching of the concentration of pollutants and the data of simplex-lattice planning of interaction of salt components on soil cover with getting the diagram «composition-property» of system  $\text{NaCl} (X_1) - \text{MgSO}_4 (X_2) - \text{CaSO}_4 (X_3)$  were got. It is identified that the highest degree of salinization occurs during the ratio of components  $\text{NaCl} (X_1) - \text{MgSO}_4 (X_2) - \text{CaSO}_4 (X_3) = 10:60:30$ . In sulfat-enriched area degree of salinity is the highest (up to 99.8%), whereas in «chloride angle» degree is lower (up to 70-80%). Decrease of the salinity degree in chloride area is caused by huge solubility of alkali metal chlorides (especially chloride of sodium) and huge intensive washout of chlorides in comparison with sulfates.

Practical value is about giving recommendations on decreasing the salinity of lithosphere by researching the systems of natural minerals halite –  $\text{NaCl}$ , sulfat of magnesium  $\text{MgSO}_4$  and sulfat of Calcium  $\text{CaSO}_4$ .

The main results were got in field trials in the area of mining and smelting enterprise, that proved the data of laboratory experiments.

**Key words:** soil, system, salinization, modeling, landscape, pollutants.

<sup>1</sup>Кадирбекова А.А., <sup>2</sup>Оспанова А.С., <sup>1</sup>Казова Р.А., <sup>3</sup>Ленчке Я.

<sup>1</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>ЖМ «Қазақмыс» корпорациясының политехникалық колледжі, Қазақстан, Балқаш қ.

<sup>3</sup>Гумбольдт атындағы Берлин университеті, Германия, Берлин қ.

e-mail: zhaku84@mail.ru

### **Балқаш тау-кен металлургиялық комбинатының мыс балқыту цехының топырақ күйіне әсерін химиялық-аналитикалық тәсілмен зерттеу**

Металлургиялық өндірістің қоршаған ортаға әсері қарқындылығымен, алуантүрлілігімен және үлкен масштабымен ерекшеленеді. Тау-кен металлургиялық кешенінің экожүйесіне антропогенді қысымның қарқындылығы экологиялық тепе-теңдікке жағымсыз әсер етеді. Осыған байланысты, топырақ қабатының тозуы мен босаңсу көздерін бағалау мен уақытында анықтау, геоэкологиялық-генетикалық көрсеткіштерін зерттеу, бүлінген жерлерді қалпына келтіру мен қорғаудың ғылыми негіздерінің әзірлемесі, қалдықтарды жою мен қайта өңдеуге арналған экологиялық таза технологиялардың әзірлемесі өзекті мәселе болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – кәсіпорынның литосфераға әсерін анықтау үшін мыс өндірісі аумағының күйін зерттеу.

Мақалада геотехникалық жүйенің литосфераның топырақ қабатына тигізетін әсері көрсетілген. Кен орындарын пайдалану үрдісінде шикізатты тасымалдау топырақ қабатының бүлінуіне, атмосфераға тастанды газдардың шығуына, литосфераның өндірістік ағынды сулармен тұздануына, топырақтың қоймаланған бос жыныстармен және шикізаттың ұсақ фракцияларымен ластануына әкеліп соғады.

«Құрам-қасиет» толық диаграмма матрицасы бойынша құрылған көп компонентті жүйелерде симплексті-торлы жоспарлау әдісі қолданылған.

Топырақтың тұздану үрдісіндегі тұздардың концентрациясын әдістемесі құрастырылған. Поллютанттардың құрамын зерттеуде химиялық-аналитикалық нәтижелері,  $\text{NaCl}(X_1) - \text{MgSO}_4(X_2) - \text{CaSO}_4(X_3)$  жүйелері «құрам-қасиет» диаграммасын алу арқылы, тұзды құрамдардың топыраққа әсерін симплексті-торлы жоспарлау деректері көрсетілген.  $\text{NaCl}(X_1) - \text{MgSO}_4(X_2) - \text{CaSO}_4(X_3) = 10:60:30$  құрамдарының арақатынасында тұзданудың ең жоғарғы деңгейі анықталған. Сульфаттармен байытылған аймақта тұздану деңгейі жоғары (99,8% дейін), сонымен қатар хлорлану бұрышында тұздану деңгейі төмен (70-80% дейін). Хлоридтер аумағында тұздану деңгейінің төмендеуі сілтілік металдардың хлоридтерінің жақсы ерігіштігіне негізделген (осы жағдайда натрий хлориді) және сульфаттармен салыстырғанда хлоридтердің шайылғыштығының қарқындылығы жоғары.

Берілген жұмыстың тәжірибелік құндылығы табиғи минералдар галлит –  $\text{NaCl}$ , магний сульфаты  $\text{MgSO}_4$  және кальций сульфаты  $\text{CaSO}_4$  жүйесін зерттеу жолымен литосфераның тұздану деңгейінің төмендеуі бойынша ұсыныс болып табылады.

Негізгі нәтижелер Балқаш тау-кен кәсіпорны территориясында тұздік сынақтар бойынша алынған, ол нәтижелер зертханалық зерттеулермен расталады.

**Түйін сөздер:** топырақ, жүйе, тұздану, модельдеу, ландшафт, поллютанттар.

## Введение

Воздействие освоения месторождений полиметаллических руд на окружающую среду отличается интенсивностью, разнообразием и значительными масштабами (Казова, 2012:342-344; Dewulf, 2005: 419-432). В процессе разработки и эксплуатации месторождений, транспортировки сырья имеет место загрязнение почвенного покрова и окружающей среды выбросами в атмосферу, засоление минерализованными промышленными сточными водами, складированными на площадках вскрышными породами, мелкими фракциями сырья и др. Масштабы и интенсивность антропогенного давления на экосистему в горно-металлургическом комплексе негативно влияют на экологическое равновесие (Tvans, 1974:274-296). В этой связи актуально своевременное выявление и оценка очагов деградации и опустынивания почвенного покрова, изучение геоэколого-генетических показателей, разработка научных основ реабилитации и охраны нарушенных земель, разработки экологически чистых технологий для обезвреживания и утилизации отходов (Чередниченко, 1997:192-202; Чигаркин 2000:224).

Необходимо совершенствовать техники и технологии для предупреждения и снижения отрицательного воздействия на окружающую среду работ по добыче и переработке металлургического сырья, актуальны вопросы детального изучения состояния природной среды в районе месторождения и промышленного предприятия, выявление факторов негативного воздействия (Novinski, 2007:555-558; Kanatschnig, 2004:202-208).

Обзор литературных источников по охране окружающей среды на промышленных предприятиях показал, что недостаточно сведений по изучению засоленности почв, выявлению загрязнения методами моделирования воздействия поллютантов на литосферу (Liu, 2002:201-207; Keijzers, 2002:349-359).

На основе полевых и лабораторных эколого-аналитических исследований изучены химические свойства загрязненных и нарушенных земель. Это позволило оценить современное экологическое состояние территории.

Необходимо определить соответствие значений засоленности закономерности изменения состояния почв геотехнической системы, включающей промышленную площадку медеплавильного цеха БГМК, выявить закономерности изменения засоленности почв во времени: установлено, что наиболее сильно влияющие компоненты – ион кальция  $\text{Ca}^{2+}$ , сульфаты  $[\text{SO}_4^{2-}]$ , хлор-ион  $[\text{Cl}^-]$ , ион магния  $\text{Mg}^{2+}$ ; методом симплекс-решетчатого планирования выполнен диаграммный анализ системы  $\text{NaCl} - \text{MgSO}_4 - \text{CaSO}_4$  при  $t^0 - 25^0 \text{C}$ , наибольшая степень засоленности (до 99,7%) находится области с преобладанием сульфатов. Методом симплекс-решетчатого моделирования взаимодействия в системе  $\text{NaCl} - \text{MgSO}_4 - \text{CaSO}_4$  изучено воздействие предприятия на засоленность почвы на ареале медеплавильного завода БГМК, применен метод идентификации минеральных компонентов системы  $\text{NaCl} - \text{MgSO}_4 - \text{CaSO}_4$ , расчеты кристаллохимических формул минералов (Казова, 2012:257-259; Гилянская, 1975:7-63).



## Характеристика состояния окружающей среды

### *Физико-географическая характеристика территории геотехнической системы (ГТС)*

По агротехническим характеристикам (Чигаркин, 2000:224), территория геотехнической системы (ГТС) медеплавильного производства и комбината не пригодна для использования в сельском хозяйстве, что подтверждается, в том числе, исследованиями Института почвоведения Национальной Академии Наук (НАН).

Особенности геолого-геоморфологического строения обуславливает континентальный тип климата. Недостаток увлажнения, сравнительно высокий температурный фон способствуют формированию здесь полупустынных типов ландшафтов (Джаналева, 2001:163; Белов, 1986:344; Иванова, 1974:399).

Питание грунтовых вод происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков и частично – конденсации водяных паров. Разгрузка идет в соровые понижения и в нижележащий водоносный горизонт хвалынских отложений.

Наличие хорошей аккумулярующей среды и неровный барханный рельеф способствуют формированию в песчаных массивах значительного количества подземных вод. Они обычно приурочены к мелко-, тонкозернистым, местами глинистым пескам, с прослоями супесей и суглинков (Dewulf, 2005: 419-432).

Благодаря наличию хорошей аккумулярующей среды, в золотых песках создаются естественные условия для формирования грунтовых вод. Отсутствие водоупорных пород способствует смешиванию пресных вод песчаных отложений с солеными водами нижележащих хвалынских отложений.

По химическому составу карбонатов, сульфатов, хлоридов встречаются воды самых различных типов: от гидрокарбонатных и гидрокарбонатно-хлоридных натриевых до хлоридных натриево-магниевых, вплоть до хлоркальциевых рассолов в зоне разгрузки глубинных вод (Novosielski, 2007:99-102; Neuman, 1953:1-10).

Оценка качества подземных вод для питья определяется содержанием биогенных соединений, которые содержатся в следующих пределах:

нитраты – от 1 до 3,8 мг/л;  
нитриты – от 0,02 до 0,4 мг-экв/л;  
величина общей жесткости – 2,5 – 6,8 мг/л;  
карбонатной – 2,0 – 2,7 мг-экв/л.

При увеличении минерализации жесткость воды увеличивается до 2-15 мг-экв/л. Тяжелые металлы, как правило, отсутствуют или содержатся в ничтожных количествах. Характерно слабое развитие растительности (Dekkers, 2003:385-393).

Почвенно-растительный покров промышленной зоны соответствует полупустынной территории, самыми распространенными почвами являются солончаки корково-пухлые (Mueller 1964:267-269).

Описываемая промышленная площадка геотехнической системы медеплавильного цеха относится к равнинному классу ландшафтов, в пределах которого выделен один подкласс относительно опущенных равнин. По характеру биоклиматических показателей ареал БГМК относится к пустынному типу ландшафтов.

Пустынный тип ландшафта занимает всю территорию участка и формируется на аккумулятивной морской равнине и эоловой бугристо-грядовой равнине. Абсолютные высоты составляют от 10 до 30 м. Это связано, в первую очередь, с развитием геолого-геоморфологического фундамента (Перельман, 2000:764).

Глубина залегания грунтовых вод находится в пределах 0,5 – 4 м. Грунтовые воды сильно минерализованы (до 150 – 180 г/л), обуславливая различие и характер почвенно-растительного покрова и разнообразие ландшафтов.

Почвенный покров представлен серо-бурым (бурым) типом почв в комплексе с солончаками и солонцами (Vevela, 2001:519-549).

### *Исследование почв в районе геотехнической системы*

Выполнены химико-аналитические исследования почв в районе ГТС по границе горного отвода месторождения. Во всех образцах грунта определили содержание щелочно-земельных металлов (Ca, Mg), щелочных металлов (Na, K), а также хлорида (Cl<sup>-</sup>) и сульфатов (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) и величину pH. Средняя концентрация элементов из верхних интервалов скважины не отличалась от проб поверхностного слоя почвы (в подошве разрезе первого метра). Возрастание содержания легкорастворимых солей объясняется усилением промачивания почв и, как следствие, промываемости почв (таблица 1). За этот период засоленность возросла на 2,5%.

Как видно из таблицы 1, наблюдается наибольшее загрязнение почв хлоридами, кальциевым ионами и сульфатами за период 2012-2014 г.г.

**Таблица 1** – Содержание солей в бурых солонцеватых почвах (глубина забора пробы во всех экспериментах – 20 см)

Параметры	Содержание, мг/100г	
	2012 г.	2014 г.
Калий (Kalium) [K <sup>+</sup> ]	12,32 см	13,40
Магний (Magnesium) [Mg <sup>2+</sup> ]	20,66	22,70
Натрий (Natrium) [Na <sup>+</sup> ]	68,97	69,17
Хлор-ион (Chloride) [Cl <sup>-</sup> ]	125,57	127,60
Кальций (Calcium) [Ca <sup>2+</sup> ]	236,47	242,38
Сульфаты (Sulphate) [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]	662,	670.40
Сумма солей	912,00	942,47

Засоление почв оценивается: по глубине расположения верхней границы солевого горизонта; по составу солей (химизму засоления); по степени засоления; по процентному участию засоленных почв в почвенном контуре.

По глубине верхней границы солевого горизонта выделяются: засоленные почвы, содержащие соли в верхнем метровом слое почвенного профиля и глубоко засоленные – верхние границы засоленного горизонта расположены во втором метре. Потенциально засоленные содержат легкорастворимые соли на глубине 2–5 м, то есть в почвообразующих и подстилающих породах.

По составу солей (химизму) почвы делятся на преимущественно хлоридные, преимущественно сульфатные и содовые (с участием или преобладанием гидрокарбонатов или карбонатов натрия). Наиболее токсичным является содовое засоление.

Аналитические данные устанавливают засоление уже в верхнем горизонте данных почв, где наблюдается более 1% легкорастворимых солей, причем с глубиной содержание солей увеличивается, достигая в суглинистых и глинистых прослойках 8%, по плотному остатку. По типу засоления это сульфатно-хлоридные солончаки. Отношение Cl/SO<sub>4</sub> больше единицы. Из двухвалентных катионов магний преобладает над кальцием. Почвы карбонатные, обладают щелочной средой (рН 9.25) почвенного раствора (Казова, 2013:40-45).

Разработана методика исследования систем, включающая природные минералы (галлит – NaCl, сульфат магния MgSO<sub>4</sub> и сульфат кальция CaSO<sub>4</sub>). Изучение взаимодействия в подобных многокомпонентных системах ставит целью по-

лучение полной диаграммы «состав-свойство»: степень засоления.

Известно (Новик, 1967:840-847; Казова, 1990:3-7), что построение многокомпонентных систем «состав – свойство» связано с большим объемом экспериментальных работ. Такие системы можно изучить методом математического моделирования: состав q-мерной системы задается (q–n)-симплексом, и функция, описывающая влияние состава на свойства системы, может быть выражена полиномом некоторой степени от значений независимых переменных X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>,...,X<sub>n</sub> и где X<sub>n</sub> – количество n-го компонента в смеси. Для случая, когда свойство системы (например, степень реагирования, прочность образцов и др.) зависит от состава смеси, а не от ее количества, то экспериментальные точки располагаются, по так называемым симплексным решеткам (Sheffe, 1958:102-108; Ким, 1980:167-172; Новик, 1967:840-847).

Симплекс-решетчатые планы являются насыщенными, т.е. содержат минимальное возможное число экспериментальных точек, необходимых для оценки коэффициентов полиномов. Поэтому адекватность полученных моделей оценивается по дополнительным контрольным точкам, выбор которых произволен: обычно их располагают на тех участках диаграммы, изучаемое свойство в которых и представляет наибольший интерес для экспериментатора, либо выбор их основан на возможности использования опытных данных для построения модели более высокого порядка (Kazova, 2014:147-151; Казова, 2012:498-473).

Адекватность описания исследуемого свойства полученной модели в некоторой точке симплекса оценивается разностью:

$$\Delta Y = Y_{\text{экс}} - Y_{\text{расч}}$$

где Y<sub>экс</sub> – экспериментальное значение свойства; Y<sub>расч</sub> – значение свойства, полученное по модели.

Принята регламентированная сумма независимых переменных  $\sum X_n = 1$ . Тогда в рассматриваемых системах изучаемое свойство – степень засоленности зависит от состава смеси, но не от ее количества (Kadirbekova, 2015:169-174).

Таким образом, составлена матрица планирования, в которой независимые переменные X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>,...,X<sub>n</sub> представляют собой компоненты этой системы (таблица 2). Для изучаемой 3-компонентной системы рассчитали модель четвертой степени.

Для изучаемой 3-компонентной системы находили модель четвертой степени по приближению. Модель четвертой степени (Saxena, 1976:643-645;

Чемлева, 1989:191-208; Новик, 1967:840-847), описывающая влияние состава на степень засоления образцов в системе  $\text{NaCl-MgSO}_4\text{-CaSO}_4$  имеет вид:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + y_{12} + X_1 X_2 (X_1 - X_2) + y_{13} X_1 X_3 (X_1 - X_3) + y_{23} X_2 X_3 (X_2 - X_3) + a_{12} X_1 X_2 (X_1 - X_2)^2 + a_{13} X_1 X_3 (X_1 - X_3)^2 + a_{23} X_2 X_3 (X_2 - X_3)^2 + \beta_{1123} X_1^2 X_2 X_3 + \beta_{1223} X_1 X_2^2 X_3 + \beta_{1233} X_1 X_2 X_3^2$$

В результате выполнения экспериментов получены значения степени засоления образцов при изучаемой температуре. Составлена матрица планирования, в которой независимые пере-

менные  $X_1, X_2, X_3$  представляют собой компоненты системы (таблица 2).

Нами изучено взаимодействие в системе  $\text{NaCl - Mg SO}_4 - \text{CaSO}_4$ , при температуре 25°C.

**Таблица 2** – Матрица планирования системы  $\text{NaCl-MgSO}_4\text{-CaSO}_4$

Номера опытов	Состав смеси						Индекс коэффициента $Y_{1...n}$	Степень засоления %
	доли единиц			концентрация компонента в массовых процентах, масс. %				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	NaCl	$\text{MgSO}_4$	$\text{CaSO}_4$		
1	1	0	0	100	0	0	$Y_1$	70,0
2	0	1	0	0	10	0	$Y_2$	90,2
3	0	0	1	0	0	100	$Y_3$	91,2
4	1/2	1/2	0	50	50	0	$Y_{12}$	91,8
5	1/2	0	1/2	50	0	50	$Y_{13}$	89,3
6	0	1/2	1/2	0	50	50	$Y_{23}$	92,5
7	3/4	1/4	0	75	25	0	$Y_{1112}$	95,9
8	1/4	3/4	0	25	75	0	$Y_{1223}$	92,0
9	3/4	0	1/4	75	0	25	$Y_{1113}$	91,0
10	1/4	0	3/4	25	0	75	$Y_{1333}$	96,9
11	0	3/4	1/4	0	75	25	$Y_{2223}$	97,8
12	0	1/4	3/4	0	25	75	$Y_{2333}$	98,0
13	1/2	1/4	1/4	50	25	25	$Y_{1123}$	97,9
14	1/4	1/2	1/4	25	50	25	$Y_{1223}$	98,9
15	1/4	1/4	1/2	25	25	50	$Y_{1233}$	99,0

На диаграмме, построенной методом симплексных решеток, нанесены изотермические кривые степени засоленности с выявлением областей образования наиболее засоленных почв (рисунок 1).

Наибольшая степень засоления достигается при соотношении компонентов  $X_1 : X_2 : X_3 = 10:60:30$

(рисунок 1). В области, обогащенной сульфатами  $\text{MgSO}_4$  и  $\text{CaSO}_4$ , степень засоления наибольшая (до 99,8%): в то время как в «углу» сульфата кальция степень ниже (до 70-80%), что обусловлено большей растворимостью NaCl более интенсивной растворимостью хлорида натрия в сравнении с сульфатами магния и кальция.

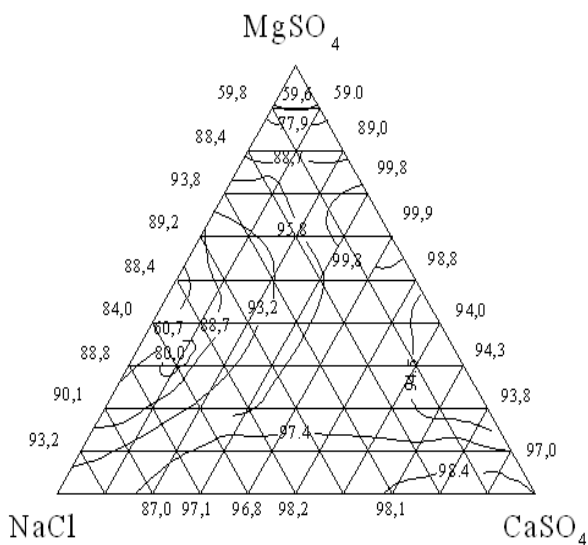


Рисунок 1 – Изотермический разрез системы NaCl-MgSO<sub>4</sub>-CaSO<sub>4</sub>

Диаграмма «состав-свойство» построена по компьютерной программе «Triangle – Simplex Lattice» (Kadirbekova, 2015:169-174). Рисунок создан по программе компьютерной графики, в программу введены реперные точки.

## Выводы

1. По результатам анализов химико-аналитической лаборатории БГМК засоление наблюдается более 1% легкорастворимых солей, уже в верхнем горизонте почв. Отношение CuSO<sub>4</sub>/MgSO<sub>4</sub> больше единицы. Из двухвалентных катионов магний преобладает над кальцием. Почвы карбонатные, обладают щелочной реакцией (pH 9.25) почвенного раствора.

2. На диаграмме NaCl-MgSO<sub>4</sub>-CaSO<sub>4</sub>, построенной методом симплексных решеток, нанесены изотермические кривые степени засоленности с выявлением областей образования наиболее засоленных почв.

3. Наибольшая степень засоления достигается при соотношении компонентов NaCl(X<sub>1</sub>):MgSO<sub>4</sub>(X<sub>2</sub>):CaSO<sub>4</sub>(X<sub>3</sub>)=10:60:30. В области, обогащенной сульфатами магния и кальция степень засоления наибольшая (до 99,8%), в то время как в области диаграммы, содержащей хлориды, степень засоления почвы ниже (до 70-80%), что обусловлено большей растворимостью хлорида натрия в сравнении с сульфатами магния и кальция и более интенсивной вымываемостью хлорида натрия в сравнении с сульфатами магния и кальция.

## Литература

- 1 Казова Р.А., Кадирбекова А.А. и др. (2012) Анализ экологической статистики предприятий при оценке воздействия на окружающую среду //Сборник трудов «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика», Т.1. – Алматы. – С. 342-344
- 2 Dewulf J., Van Langenhove H. (2005) Integrating industrial ecology principles into a set of environmental sustainability indicators for technology assessment. Resources Conservation and Recycling, p.419-432
- 3 Tvans B.W., Trommsdorff V. (1974) Stability of enstatite+talk and – metamorphism of metaperiodonine // J. Amer. sci., 272, PP. 274-296
- 4 Чередниченко В.С., Стороженко Н.Д. и др. (1997) К оценке влияния хвостохранилища Соколовско-Сарбайского обогатительного объединения на окружающую среду //Гидрометеорология и экология. – № 2. – С. 192-202.
- 5 Чигаркин А.В. (2000) Региональная геоэкология Казахстана. Алматы: Казак университети. – С. 224.
- 6 Novinski R., Spika M., Kania A. (2007) Strategies of sustainable development in practice, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 20, p.555-558
- 7 Kanatschnig D., Rassel K., Strigl A. (2004) Guidelines: Reporting about Sustainability – 7 steps to a Successful Sustainability Report, Wien, Austria, p.202-208
- 8 Liu F., Zang H., Wu P., Cao H.J. (2002) A model for analyzing the consumption situation of product material resources in manufacturing systems. Journal of materials Processing Technology, p, 201-207
- 9 Keijzers G. (2002) The transition to the sustainable enterprise // Journal of Cleaner Production, p.349-359
- 10 Казова Р.А. (2012) Техносфера металлургических производств и экологическая безопасность //Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». – Алматы. – С. 257-259
- 11 Гилянская Л.Г., Щербакова М.Я. (1975) Изоморфные замещения и структурные нарушения в апатите по данным ЭПР. – Новосибирск: Наука. Вып.50. В кн.: Физика апатита, с. 7-63.
- 12 Джаналеева К.М. (2001) Антропогенное ландшафтоведение. – Алматы: Казак университети. – С. 163.
- 13 Белов Н.В. (1986) Очерки по структурной минералогии. – М., Недра. – С. 344.
- 14 Иванова В.П., Касатов Б.К. и др. (1974) Термический анализ минералов и горных пород. – Л.: Недра. – С. 399.
- 15 Novosielski R., Kania A., Spika M. (2007) Indicators of technological processes environmental estimation // Journal of Achievements in minerals and Manufacturing Engineering. Vol.22, issue 2, p.99-102

- 16 Neuman W. F., Veuman M.W. (1953) The nature of the mineral phase of bone // *Chem. Rev.'s.*, V. 53, p. 1-10.
- 17 Dekkers R. (2003) Strategic capacity menegment: meeting technological demands and performanct crireria. *Journal of materials Processing Techology*, p.385-393
- 18 Mueller R.F. (1964) Analysis of relations among Mg, Fe, Mn in certain metamorphic minerals // *Geohim. Cosmochim. Acta*. 25. pp. 267–269
- 19 Перельман А.И., Касымов Н.С. (2000) Геохимия ландшафта. – М.: Астрей. – С. 764
- 20 Vevela V., Ellrnbecker M. (2001) Indicators of sustainable production: framework and methodology // *Journal of Cleaner Production*, p.519-549
- 21 Казова Р.А., Кадирбекова А.А.и др. (2013) Воздействие техногенеза на устойчивость экосистемы урбанизированной территории //Сборник трудов II Международной научной конференции «Высокие технологии-залог устойчивого развития». – Алматы. – С. 40-45.
- 22 Новик Ф.С., Минц Р.С., Малков Ю.С. (1967) Применение метода симплексных решеток для построения диаграмм состав-свойство.//Заводская лаборатория. – т. 33. – №7. – С. 840-847.
- 23 Казова Р.А. (1990) Исследование взаимодействия в системе  $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6\text{F}_2\text{-SiO}_2\text{-CaMg}(\text{CO}_3)_2\text{-CaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  симплекс решетчатого планирования //Иzv.АН КазССР. Сер.химич., №1, , с.3-7
- 24 Sheffe H. (1958) Experimnts with mixtures //V.Roy.State Soc.. Ser.B, p.102-108
- 25 Ким В.А., Акбердин А.А., Куликов И.С. (1980) Использование метода симплексных решеток для построения диаграмм типа состав-свойство // Изв.ВУЗов: Черная металлургия. – №9. – С. 167-172.
- 26 Новик Ф.С., Минц Р.С., Малков Ю.С. (1967) Применение метода симплексных решеток для построения диаграмм состав-свойство //Заводская лаборатория. – №8. – С. 840-847.
- 27 Kazova R., Kadirbekova A., Lentschke J., Tolepbaeva A. (2014) Mathematical planning of influence of enterprise on condition of soil// VIII International of Beremzhanov Forum «Chemistry and chemical technology». – Ust-Kamenogorsk. – Part 2. – Pp.147-151.
- 28 Казова Р.А. (2012) Моделирование взаимодействия в многокомпонентных системах при экообосновании технологий //Труды Бизнес-конференции «20 лет информатизации в Республике Казахстан: статус, инновации, управление развитием». – Алматы. – С. 498-473.
- 29 Kadirbekova A., Tolepbaeva A., Kazova R., Lentschke J. (2015) The physical-chemical and technological fundamentals of industrial waste recycling of the industrial enterprises' (technosphere. Ecology. Environment and Conservation 21 (November Suppl.). pp.169-174
- 30 Saxena S.K., Chose S. (1976) Order-diorders and the thermodynamics of the orthopyroxene crystalline solutions // *Amer. Mineral.* 61, p. 643 – 645
- 31 Чемлева Т.А., Микемина Н.Г. (1989) Применение симплекс-решетчатого планирования при исследовании диаграмм состав-свойство //В сб. «Новые идеи в планировании эксперимента». – М.: Наука. – С. 191-208.

## References

- 1 Belov N.V. (1986) *Ocherki po strukturnoj mineralogii [Essays on structural mineralogy]* . М., Nedra, s.344
- 2 Chemleva T.A., Mikemina N.G. (1989) *Primenenie simpleks-reshetchatogo planirovaniya pri issledovanii diagramm sostav-svoystvo [Application of the симплекс-решетчатого planning at research of diagrams composition-property]*//V sb. «Novye idei v planirovanii ehksperimenta». М.:Наука, s.191-208
- 3 Cherednichenko B.C., Storozhenko N.D.i dr. (1997) *K ocnke vliyaniya hvostohranilishcha Sokolovsko-Sarbajskogo obogatitel'nogo obvedineniya na okruzhayushchuyu sredu [To the estimation of influence of хвостохранилища Соколовско-Сарбайского of concentrating association on an environment]* //Gidrometeorologiya i ehkologiya. № 2, s.192-202
- 4 Chigarkin A.V. (2000) *Regional'naya geoehkologiya Kazahstana [Regional geoecology of Kazakhstan]*. Almaty: Kazak universiteti, s.224
- 5 Dekkers R. (2003) Strategic capacity menegment: meeting technological demands and performanct crireria. *Journal of materials Processing Techology*, p.385-393
- 6 Dewulf J., Van Langenhove H. (2005) Integrating industrial ecology priciples into a set of environmental sustainability indicators for technology assessment. *Recources Conservation and Recycling*, p.419-432
- 7 Dzhanaleeva K.M. (2001) *Antropogennoe landshaftovedenie*. Almaty: Kazak universiteti, s.163
- 8 Gilinskaya L.G., Sherbakova M.YA. (1975) *Izomorfnye zameshcheniya i strukturnye narusheniya v apatite po dannym EHPR [Isomorphic substitutions and structural violations in an apatite from data of EPR]*. Novosibirsk: Nauka. Vyp.50. V kn.: Fizika apatita, s. 7-63.
- 9 Ivanova V.P., Kasatov B.K.i dr. (1974) *Termicheskij analiz mineralov i gornyh porod [Technical analysis of minerals and mountain breeds]*. L., Nedra, s.399
- 10 Kadirbekova A., Tolepbaeva A., Kazova R., Lentschke J. (2015) The physical-chemical and technological fundamentals of industrial waste recycling of the industrial enterprises' (technosphere. Ecology. Environment and Conservation 21 (November Suppl.). pp.169-174
- 11 Kazova R.A. (1990) *Issledovanie vzaimodejstviya v sisteme  $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6\text{F}_2\text{-SiO}_2\text{-CaMg}(\text{CO}_3)_2\text{-CaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  simpleks reshetchatogo planirovaniya [Research of cooperation is in the system  $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6\text{f}_2 - \text{SiO}_2 - \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 - \text{CaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  simplex of the latticed planning]* //Izv.АН КазССР. Сер.химич., №1, , с.3-7
- 12 Kazova R.A. (2012) *Tekhnosfera metallurgicheskikh proizvodstv i ehkologicheskaya bezopasnost' [Technosphere of metallurgical productions and ecological safety]* //Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Gornoe delo i

metallurgiya v Kazahstane. Sostoyanie i perspektivy». Almaty: s.257-259

13 Kazova R.A., Kadirbekova A.A. i dr. (2012) Analiz ehkologicheskoy statistiki predpriyatij pri ocenke vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu [Analysis of ecological statistics of enterprises at the estimation of affecting environment] //Sbornik trudov «Informacionnye i telekommunikacionnye tekhnologii: obrazovanie, nauka, praktika», T.1. Almaty, s.342-344

14 Kazova R., Kadirbekova A., Lentschke J., Tolepbaeva A. (2014) Mathematical planning of influence of enterprise on condition of soil// VIII International of Beremzhanov Forum «Chemistry and chemical technology». Ust-Kamenogorsk. Part 2, pp.147-151

15 Kazova R.A. (2012) Modelirovanie vzaimodeystviya v mnogokomponentnyh sistemah pri ehkoobosnovanii tekhnologij [Design of cooperation in the multicomponent systems at the ecoobosnovanii of technologies] //Trudy Biznes-konferencii «20 let informatizacii v Respublike Kazahstan: status, innovacii, upravlenie razvitiem». Almaty, s.498-473

16 Kazova R.A., Kadirbekova A.A. i dr. (2013) Vozdeystvie tekhnogeneza na ustojchivost' ehkositemy urbanizirovannoy territorii [Affecting of technogenesis stability of ecosystem of the urbanized territory] //Sbornik trudov II Mezhdunarodnoj konferencii «Vysokie tekhnologii-zalog ustojchivogo razvitiya». Almaty, s.40-45

17 Kanatschnig D., Rassel K., Strigl A. (2004) Guidelines: Reporting about Sustainability – 7 steps to a Successful Sustainability Report, Wien, Austria, p.202-208

18 Keijzers G. (2002) The transition to the sustainable enterprise // Journal of Cleaner Production, p.349-359

19 Kim V.A., Akberdin A.A., Kulikov I.S. (1980) Ispol'zovanie metoda simpleksnyh reshetok dlya postroeniya diagramm tipa sostav-svoystvo [Use of method of symplex grates for the construction of diagrams of type composition-property] // Izv.VUZov: Chernaya metallurgiya, №9, s.167-172

20 Liu F., Zang H., Wu P., Cao H.J. (2002) A model for analyzing the consumption situation of product material resources in manufacturing systems. Journal of materials Processing Technology, p, 201-207

21 Mueller R.F. (1964) Analysis of relations among Mg, Fe, Mn in certain metamorphic minerals // Geohim. Cosmochim. Acta. 25. pp. 267–269

22 Neuman W. F., Veuman M.W. (1953) The nature of the mineral phase of bone // Chem. Rev.'s., V. 53, p. 1-10.

23 Novik F.S., Minc R.S., Malkov YU.S. (1967) Primenenie metoda simpleksnyh reshetok dlya postroeniya diagramm sostav-svoystvo [Application of method of symplex grates for the construction of diagrams composition-property] //Zavodskaya laboratoriya, t.33, №7, s.840-847

24 Novik F.S., Minc R.S., Malkov YU.S. (1967) Primenenie metoda simpleksnyh reshetok dlya postroeniya diagramm sostav-svoystvo [Application of method of symplex grates for the construction of diagrams composition-property] //Zavodskaya laboratoriya, №8, s.840-847

25 Novinski R., Spika M., Kania A. (2007) Strategies of sustainable development in practice, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 20, p.555-558

26 Novosielski R., Kania A., Spika M. (2007) Indicators of technological processes environmental estimation. Journal of Achievements in minerals and Manufacturing Engineering. Vol.22, issue 2, p.99-102

27 Perel'man A.I., Kasymov N.S. (2000) Geohimiya landshafta [Geochemistry is a landscape]. M.: Astreya, s.764

28 Saxena S.K., Chose S. (1976) Order-disorders and the thermodynamics of the orthopyroxene crystalline solutions // Amer. Mineral. 61, p. 643 – 645

29 Sheffe H. (1958) Experiments with mixtures //V.Roy.State Soc.. Ser.B, p.102-108

30 Tvans B.W., Trommsdorff V. (1974) Stability of enstatite+talk and – metamsomatism of metaperiodonine // J. Amer. sci., 272, PP. 274-296

31 Vevela V., Ellrnbecker M. (2001) Indicators of sustainable production: framework and methodology //Journal of Cleaner Production, p.519-549

**<sup>1</sup>Маусумбаева А., <sup>2</sup>Кабдрахманова А.**

<sup>1</sup>а.ш.ғ.к., доцент, e-mail: Aida\_28.65@mail.ru, тел.: +7 702 282 5064

<sup>2</sup>биология магистрі, аға оқытушы, e-mail: ainurkabdrakhmanova@mail.ru, +7 777 982 5006

І. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Қазақстан, Талдықорған қ.

**БИОЛОГИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛ ҚҰРАМЫНДАҒЫ  
АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ САРАПТАМАСЫ**

Зерттеу тақырыбының алғы сөзі. Қазіргі кезде қоршаған ортаның ластануы өзекті мәселеге айналып отырғандығы мәлім. ҚР бойынша Өскемен қаласы қоршаған ортасы ластанған қала болып есептеледі және өндіріс көздеріне жақын орналасқан және ауыр металдармен ластану деңгейі өте қауіпті токсиканттардың максималды санымен сипатталатын аймақтар кездеседі.

Мақсаты, негізгі бағыты және ғылыми зерттеу ұсынысы. Экологиясы ластанған аймақ тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі ауыр металдардың мөлшерін салыстырмалы түрде зерттеу.

Тырнақтың химиялық құрамы аймақтың экологиялық мәселесін айқындайтын негізгі көрсеткіш бола отырып, белгілі бір тұрғылықты жерге элементтердің жинақталу ерекшеліктерін көрсететін табиғи-техногенді ортада индикаторы ретінде пайдаланыла алады.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығына қысқаша сипаттама. Адам ағзасында микроэлементтер деңгейін бағалау үшін қан, зәр сияқты диагностикалық биологиялық субстраттармен бірге тырнақ та жақсы ақпарат көзі болып табылады.

Зерттеу әдістемесіне қысқаша сипаттама. Эктодермальды үлгі алу А.В. Скальный әдістемесі арқылы жүргізілді. Тырнақ талдаулары үшін атомдық-абсорбциялық спектроскопия (ААС), вольтамперметрлік анализатор және рентген-флуоресцентті спектроскопиясы (РФС) ыңғайлы әдістер болып табылады.

Зерттеу жұмысының нәтижесі мен сараптамасы және қорытындысы. Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі ауыр металл мөлшеріне сандық және сапалық анализдеу бойынша зерттеу жүргізілді.

ААС әдісі бойынша металлургия саласы дамыған Өскемен қаласы тұрғындарының биологиялық субстратындағы қорғасын мен кадмийдің мөлшері Талдықорған қаласы тұрғындарымен салыстырғанда жоғары екендігі анықталды.

Зерттеу жұмысының құндылығы. Адам қаны, зәрі, ұлпаларындағы улы заттардың жинақталуын зерттеу – туа біткен ауытқуларды диагностикалауға ғана емес, өнеркәсіптік, яғни өндіріс ерекшеліктеріне байланысты кәсіби ауруларға және қоршаған ортаға қатысты ауруларды анықтауға септігін тигізеді.

Зерттеу нәтижесінің практикалық маңыздылығы. Тырнақтағы микроэлементтерді зерттеу, аурудың алдын алу үшін патологиялық процестерді анықтауға мүмкіндік береді. Ауыр металға анализдік нәтижелері зерттеу жұмыстарына қосымша мәлімет ретінде, экологиялық мониторинг жасауда қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** эктодерма, индикатор, токсиканттар, биологиялық субстрат.

<sup>1</sup>Maussumbayeva A., <sup>2</sup>Kabdrakhmanova A.

<sup>1</sup> Ph.D., Associate Professor, e-mail: Aida\_28.65@mail.ru, tel.: +7 702 282 5064

<sup>2</sup>master of Biology, Senior Lecturer, e-mail: ainurkabdrakhmanova@mail.ru, tel.: +7 777 982 5006

Zhetysay State University named after I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan,

**Comparative analysis of heavy metals in biological material**

Introductory word about the research topic. Nowadays pollution of the environment is an actual problem. Because of closely located industrial enterprises, the environment of the city of Ust-Kamenogorsk is contaminated with the maximum amount of harmful toxicants of heavy metals.

Purpose, main directions and ideas of scientific research. To give a comparative analysis of heavy metals in the composition of biological material in ecologically polluted regions.

Carrying out a comparative analysis of heavy metals in ectodermal samples of the population of ecologically polluted regions, it appears that the chemical composition of ectodermal samples is an indicator of the natural and man-made environment.

Brief description of the scientific and practical significance of the work. To determine the level of microelements in the human body, the diagnosis of biological substrates is not only blood and urine, but full information can also be obtained on the nails.

Brief description of the research methodology. To obtain ectodermal specimens, work was carried out using the method of AV Skalnogo. The analysis of nails is carried out by the method of atomic absorption spectroscopy (AAS), voltampereametric analyzer and X-ray fluorescence spectroscopy (RFS).

Main results and analysis, conclusions of research work. Studies of qualitative and quantitative analysis of ectodermal samples of heavy metals in Ust-Kamenogorsk and Taldykorgan cities have been conducted. The AAS method showed that the lead and cadmium content in the biological substratum of residents of the city of Ust-Kamenogorsk is higher than that of residents of Taldykorgan.

The value of the study. Investigation of accumulated harmful substances in the blood, tissues and urine of a person is not only the diagnosis of hereditary abnormalities, but also for the identification of occupational diseases and diseases associated with a polluted environment.

Practical significance of the results of the work. Determination of pathological processes for disease prevention is the study of the composition of trace elements.

**Key words:** Ectoderm, indicator, toxicants, biological substrates.

<sup>1</sup>Маусумбаева А., <sup>2</sup>Кабдрахманова А.

<sup>1</sup>к.с.х.н., доцент, e-mail: Aida\_28.65@mail.ru, тел.: +7 702 282 5064

<sup>2</sup>магистр биологии, старший преподаватель, e-mail: ainurkabdrahmanova@mail.ru, тел.: +7 777 982 5006

Жетысуский государственный университет имени И. Жансугурова, Казахстан, г. Талдыкорган

### **Сравнительный анализ тяжелых металлов в составе биологического материала**

Вступительное слово о теме исследования. В наше время загрязнение окружающей среды является актуальной проблемой. Из-за близко расположенных промышленных предприятий окружающая среда города Усть-Каменогорска РК загрязнена максимальным количеством вредных токсикантов тяжелых металлов.

Цель, основные направления и идеи научного исследования: дать сравнительный анализ тяжелых металлов в составе биологического материала в экологически загрязненных регионах.

Проводя сравнительный анализ тяжелых металлов в эктодермальных образцах населения экологически загрязненных регионов, выясняется, что химический состав эктодермальных образцов является индикатором природно-техногенной среды.

Краткое описание научной и практической значимости работы: для определения уровня микроэлементов в организме человека предметами диагностики биологических субстратов являются не только кровь и моча, но и ногти, по которым можно получить полную информацию.

Краткое описание методологии исследования: для получения эктодермальных образцов проведена работа по методике А.В. Скального. Анализ ногтей проведен методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), вольтамперметрическим анализатором и рентген-флуоресцентным спектрометром (РФС).

Основные результаты и анализ, выводы исследовательской работы: проведены исследования качественного и количественного анализов эктодермальных образцов тяжелых металлов жителей городов Усть-Каменогорска и Талдыкоргана. Метод ААС показал, что содержания свинца и кадмия в биологическом субстрате жителей города Усть-Каменогорска более высокие, чем у жителей г. Талдыкоргана.

Ценность проведенного исследования: исследование накопленных вредных веществ в крови, тканях и моче человека – это не только диагностика наследственных отклонений, но и определение профессиональных болезней и болезней, связанных с загрязненной окружающей средой.

Практическое значение итогов работы: определение патологических процессов для профилактики болезней путем исследования состава микроэлементов ногтей.

**Ключевые слова:** эктодерма, индикатор, токсиканты, биологический субстрат.



## Кіріспе

*Тақырыпты таңдау негіздемесі және өзектілігі.* Қазақстан Республикасы бойынша Өскемен қаласы қоршаған ортасы ластанған қала болып есептеледі және Өскемен қаласында өндіріс көздеріне жақын орналасқан, ауыр металдармен ластану деңгейі өте қауіпті токсиканттардың максималды санымен сипатталатын аймақтар кездеседі (Важенин 2012:16). Тырнақтың химиялық құрамы аймақтың экологиялық мәселесін айқындайтын негізгі көрсеткіш бола отырып, белгілі бір тұрғылықты жерге элементтердің жинақталу ерекшеліктерін көрсететін табиғи-техногенді ортада индикаторы ретінде пайдаланыла алады (Харисчаришвили 2006:65).

Өскемен қаласының ерекшелігі ауыр металдың негізгі түсетін көзі түсті металлургияның өнеркәсіп орындары қала экожүйесінде орналасқан. Сондықтан да, ағзаны ластайтын ауыр металдардың аймақ бойынша таралуының сандық және сапалық ерекшелігін анықтау бүгінгі таңда өзекті мәселе болып отыр.

*Зерттеу нысаны.* Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды тырнақ үлгілері алынды.

*Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндеттері.* Экологиясы ластанған аймақ тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі ауыр металдардың мөлшерін салыстырмалы түрде зерттеу.

Өскемен және Талдықорған аймақтарындағы ауыр металдардың таралуы мәселесіне арналған ғылыми-зерттеу жұмыстарына шолу жасау және тырнақ үлгілері алынатын тұрғындарды анықтау. Анықталған тұрғындар бойынша олардың тырнақ үлгілерін алу, анализге дайындау және тырнақ құрамындағы ауыр металдарға (Pb, Zn, Cu) атомды-абсорбциялық (ААС) және рентген-флуоресцентті спектроскопия (РФС) әдістерімен анализ жүргізіп, алынған нәтижелерді сараптап, қорытындылау.

*Зерттеу жұмысының әдістері.* Тырнақ үлгісін алу өте қарапайым және қандай да бір ауыртпалықсыз жүзеге асатындықтан, зерттеуге қажетті қол жетімді субстрат болып табылады. Тырнаққа түскен ауыр металдар олардың өсуі барысында жоғалмайды. Тырнақ

құрамы адам ағзасында ауыр металдар деңгейін толық көрсетеді. Тырнақ талдаулары үшін атомдық-абсорбциялық спектроскопия (ААС), вольтамперметрлік анализатор және рентген-флуоресцентті спектроскопиясы (РФС) ыңғайлы әдістер болып табылады (Скальный 2008:255).

*Зерттеу жұмысының гипотезасы мен жұмыс маңыздылығы.* Адам ағзасында микроэлементтер деңгейін бағалау үшін қан, зәр сияқты диагностикалық биологиялық субстраттармен бірге тырнақ та жақсы ақпарат көзі болып табылатындығы зерттеу жұмысымыздың нәтижесі бойынша дәлелденуде (Горгошидзе 2006:60). Қан арқылы тырнақ жасушаларына түсетін элементтер ағзаның минералды зат алмасуына айтарлықтай қиындық тудырады. Тырнақтың ағзадағы ең негізгі тасымалдаушы функциясы қаннан айырмашылығы, оларда микроэлементтердің концентрациясы жиналады. Қандағы микроэлементтер құрамы ауыр металдардың деңгейінің өсуіне жауапты, бірақ олардың ағзадағы шынайы деңгейін көрсете алмауы мүмкін (Ратеб 1999:2172), (Трахтенберг 1994:125), (Ревич 1990:65). Сондықтан, ағзадағы ауыр металдардың деңгейін анықтау үшін биологиялық субстраттарды зерттеу маңызды.

*Материал және әдістері.* Зерттеу жұмысы барысында Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды тырнақ үлгілері алынып (1-кесте), алынған үлгілер ауыр металға анализденді. Үлгі алуға қатысқан адамдардың жасы 6,5-62 жас аралығында болды.

**1-кесте** – Өскемен және Талдықорған қалалары бойынша алынған эктодермальды үлгілер саны

Үлгі алынған нысан	Үлгі алынған тұрғындар саны	Тырнақ үлгілерінің саны
Өскемен қ.	23	23
Талдықорған қ.	25	25
Барлығы	48	48

2, 3-кестелерде Өскемен және Талдықорған қалалары бойынша алынған үлгілердің сипаттамасы, атап айтқанда тұрғындардың жынысы және қалада тұру мерзімі көрсетілген.

3-кестеде Талдықорған қаласы бойынша тұрғындар мен үлгілерді жынысы және қалада тұру мерзіміне байланысты бөлінді.

**2-кесте** – Өскемен қаласы бойынша тұрғындар мен үлгілер саны

Жынысы	Жалпы саны	Өскемен қаласында тұрған уақыты					
		1 – 5 жыл	5 – 10 жыл	10 – 15 жыл	15 – 20 жыл	20 – 25 жыл	25 – 30 Жыл
Тырнақ үлгісі							
Еркек	7	1	2	3	1	-	-
Әйел	16	4	2	1	4	2	3

**3-кесте** – Талдықорған қаласы бойынша тұрғындар мен үлгілер саны

Жынысы	Жалпы саны	Талдықорған қаласында тұрған уақыты					
		1 – 5 жыл	5 – 10 жыл	10 – 15 жыл	15 – 20 жыл	20 – 25 жыл	25 – 30 жыл
Тырнақ үлгісі							
Еркек	2	1	1	-	-	-	-
Әйел	23	14	2	1	-	2	4

Профессор А.В. Скальный жүргізген зерттеу нәтижесі бойынша ағзадағы химиялық элементтердің алмасу жағдайын және жеке ауыр металдардың улы әсерін анықтау үшін шашты зерттеу маңызды екендігі белгілі болды. Осы жүргізілген зерттеулер мәліметтері тырнақтағы металдардың құрамы ағзаны біртұтас алып қарағандағы элементтік дәрежесін айқындайды және минералдық алмасудың интегралды көрсеткіші болып табылады. Адамның эктодермальды үлгісін алу А.В. Скальный жүргізген зерттеу әдістемесі арқылы жүзеге асырылды (Скальный 2008:255).

Тырнақ үлгісін алу өте қарапайым және қандай да бір ауыртпалықсыз жүзеге асатындықтан, зерттеуге қажетті қол жетімді субстрат болып табылады. Тырнаққа түскен ауыр металдар олардың өсуі барысында жоғалмайды. Тырнақ құрамы адам ағзасында ауыр металдар деңгейін толық көрсетеді (Бабилова 1990:209), (Барановская 2003:18).

Тырнақ барлық он саусақтың тырнақтарын қиып алу арқылы жиналады. Жиналған тырнақтың салмағы 25-30 мг-нан кем болуы тиіс. Тырнақ үлгілерін қақпағы бар тигельдерге салып, 5 сағат бойы эфирмен жуады. Арасында эфирді ауыстырып отырады. 5 сағаттан соң эфирді төгіп, үлгіні бөлме температурасында кептіреді. Тырнақ үлгілерін қағаз конверттерде сақтайды. Сақтау мерзімі шектеусіз (Zhuk 1999:339).

Тырнақ үлгісін тигельге салып, 1 мл концентрлі азот қышқылы және 0,5 мл концентрлі хлорлы қышқыл құяды. 24 сағатқа қалдырады. Осыдан кейін ерітіндіні құм моншасында буландырып, құрғап қалғанша ақырындап қыздырады. 1,5 мл бидистилденген су құйып, жылытып, сүзеді. Суыған соң зольсіз фильтр арқылы өлшеуіш колбаға сүзеді. Тигельді 2 рет сумен шайып, сүзіндіге құяды. Ерітіндіге 2 мл-ге жеткенше су құяды, егер 2 мл-ден асып кетсе сол көрсеткішті жазады (1-сурет).

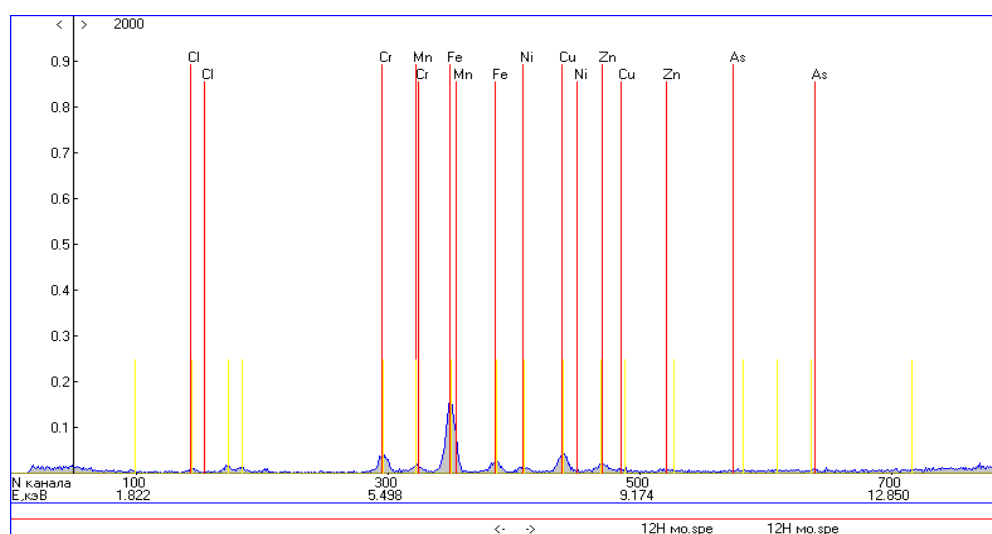
Тырнақ талдаулары үшін атомдық-абсорбциялық спектроскопия (ААС), вольтамперметрлік анализатор және рентген-флуоресцентті спектроскопиясы (РФС) ыңғайлы әдістер болып табылады (Харисчаришвили 2009:65).

*Зерттеу нәтижесі.* Өскемен қаласында 1–5 жыл аралығында тұратын адамдардың РФС сараптамасы бойынша тырнағында Fe, Cu, Zn, Ni, Cr, Mn және Ca бар. Кейбір РФС анализдерінде Ca-дың көрсетілмеуі оның ағзадағы концентрациясына байланысты. 5–10 жыл аралығында тұратын тұрғындардың РФС сараптамасы бойынша кейбір адамдардың анализінде Si бар екен. Бұл ол адамның кәсібіне, тамақтануына байланысты болуы мүмкін.

2-суретте Өскемен қаласында 10–15 жыл аралығында тұратын адамдардың РФС сараптамасы бойынша тырнақ үлгісінің сапалық анализі көрсетілген.



1-сурет – Тырнақ үлгісін анализге дайындау



2-сурет – РФС сараптамасы бойынша Өскемен қаласында 12 жыл тұратын еркек адамның тырнақ үлгісінің сапалық анализі

Қалада 10–15 жыл аралығында тұрып жатқан адамның тырнақ анализінен Si мен As бар екені анықталып отыр. Бұл екі металл да тырнақ құрамында болады, Si-дің бар болуы қолмен әр түрлі жұмыстар жасалатын болғандықтан немесе тамақ, ауа арқылы түсуі әбден мүмкін. Ал As ол адам ағзасы үшін зиян металл болып табылады.

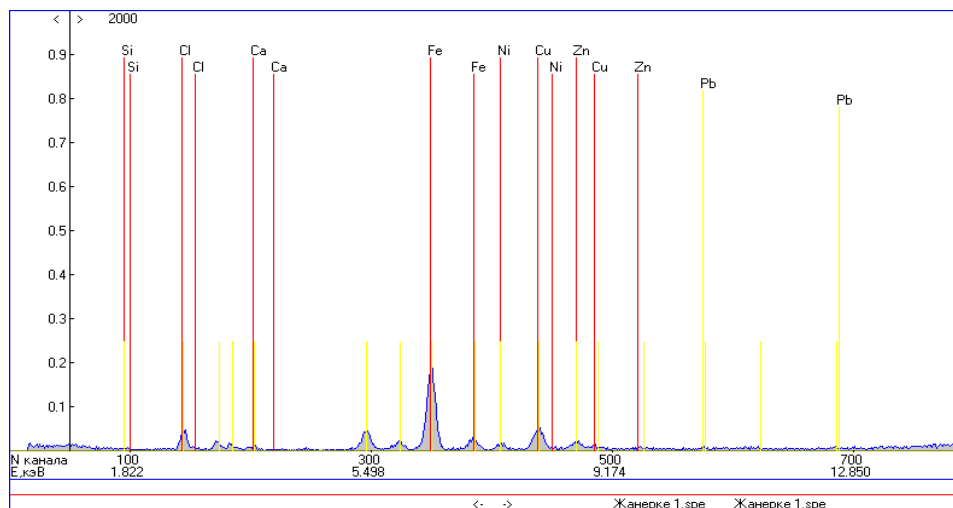
3-суреттерде Өскемен қаласында 15–20 жыл аралығында тұратын тұрғындардың РФС сараптамасы бойынша тырнақ үлгісінің сапалық анализі көрсетілген.

Өскемен қаласында 15–20 жыл аралығында тұратын тұрғындардың РФС сараптамасы бойынша кейбір тұрғындардың тырнақ құрамында Zn, Cu, Cr, Mn-тің жоқ екені байқалады. Есесіне, қалада 19 жыл тұратын еркек адамның тырнақ анализінен Pb-ның бар екені анықталды. Ол өз кезегінде өмірлік маңызы бар элементтердің ағзада азаюына әкеліп соқтырады. Өскемен

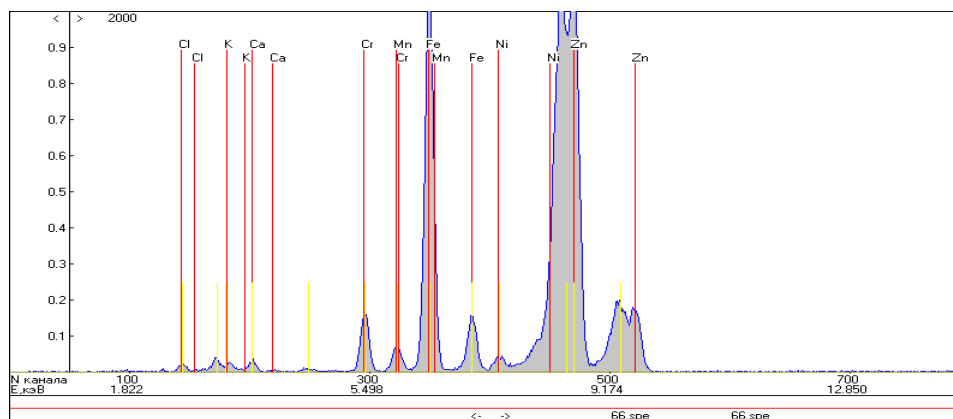
қаласында 24 жыл тұратын адамның РФС сараптамасы бойынша тырнақ үлгісінің сапалық анализінен Ca-дің жоқ екені байқалады. Бұл адамның жасы ұлғая келе Ca-дің адам ағзасында азая бастауының дәлелі. Сол себепті, әр түрлі тірек-қимыл аппараты жүйесінің аурулары пайда болады, яғни Ca-дің аз болуы денсаулықтағы ауытқуларға байланысты болуы мүмкін.

Талдықорған қаласы тұрғындарының РФС сараптамасы бойынша тырнақ құрамындағы металдарда Өскемен қаласы тұрғындарының сараптамаларынан айырмашылықтар болмады, тек қорғасын мен астат ешбір тұрғыннан анықталмады. Бұл қоршаған ортаның адам ағзасына едәуір әсер ететіндігінің дәлелі.

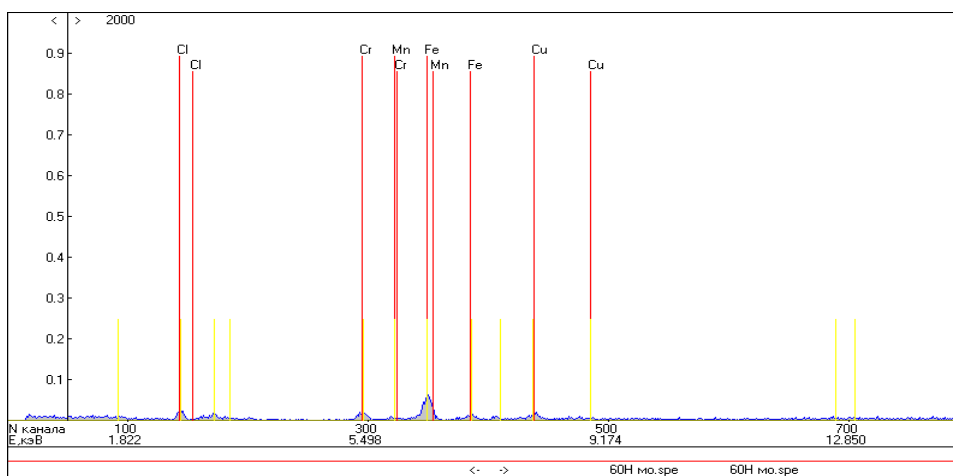
4-суретте Талдықорған қаласында 1–5 жыл аралығында тұратын адамдардың РФС сараптамасы бойынша тырнақ құрамының сапалық анализі берілген.



3-сурет – РФС сараптамасы бойынша Өскемен қаласында 19 жыл тұратын еркек адамның тырнақ үлгісінің сапалық анализі



4-сурет – Талдықорған қаласында 4 жыл тұратын әйел адамның РФС сараптамасы бойынша тырнақ құрамының сапалық анализі



5-сурет – Талдықорған қаласында 8 жыл тұратын әйел адамның РФС сараптамасы бойынша тырнақ құрамының сапалық анализі

5-суретте Талдықорған қаласында 5–10 жыл аралығында тұратын адамның РФС сараптамасы бойынша тырнақ құрамының сапалық анализі берілген.

Талдықорған қаласында 8 жыл тұратын адамның РФС сараптамасы бойынша тырнақ құрамында басқа сараптамаларға қарағанда Zn

және Ni-дің жоқ екені байқалады. Қоршаған ортаның таза болуына байланысты бұл металдардың ағзада аз болуы мүмкін.

4-кестеде РФС сараптамасы бойынша Өскемен қаласы тұрғындарының тырнақ үлгілерінде кездесетін металл түрлерінің сапалық анализі көрсетілген.

**4-кесте** – РФС сараптамасы бойынша Өскемен қаласы тұрғындарының тырнақ үлгілерінде кездесетін металл түрлерінің сапалық анализі

Металл Түрі	Эктодермальды үлгі нөмірі №																
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	14	16	17	18	22	24
Cu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Zn	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-
Ni	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Cr	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Mn	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Pb	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5-кестеде РФС сараптамасы бойынша Талдықорған қаласы тұрғындарының тырнақ үлгі-

лерінде кездесетін металл түрлерінің сапалық анализі көрсетілген.

**5-кесте** – РФС сараптамасы бойынша Талдықорған қаласы тұрғындарының тырнақ үлгілерінде кездесетін металл түрлерінің сапалық анализі

Металл Түрі	Эктодермальды үлгі нөмірі										
	№27	№30	№31	№35	№37	№46	№47	№48	№49	№50	
Cu	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
Zn	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	
Ni	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
Cr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Mn	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	

Рентген-флуоресценттік спектроскопиясының сапалық сараптамасына сүйене отырып, атомдық-абсорбциялық спектроскопия әдісін қолдандық. Атомдық-абсорбциялық зерттеу әдісі жоғары сезгіштігімен сипатталады (Дубовой 2009:370, Ballschmiter 1999:20-31, Josephson 1992:43, Boyle 1990:6).

Бұл әдіспен 80-нен астам элементтерді анықтауға болады, оның ішінде тіршілік үшін маңызды элементтер Na, K, Mg, Ca, Cu, Zn, P және микроэлементтер Cd, Hg, B, Pb, Sb, As, Mn және т.б. Сандық зерттеулер калибрлеу графигін

салу әдісін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Атомдық-абсорбциялық спектроскопия әдісі бос атомдардың жарықты өзіне сіңіру қабілетіне негізделген. Абсорбция процесінде электрон негізгі энергетикалық деңгейден едәуір жоғары деңгейге ауысады, мұндайда берілген жиіліктегі қоздыратын жарықтың интенсивтігі төмендейді. Өлшенетін жарық сіңіру шамасымен анықталатын элемент концентрациясының арасындағы байланысты Ламберт-Бугер-Беер заңының көмегімен өрнектеуге болады (Adams 1986:1113, Eduljee 1998:241, Kocan 1991:126).

Атомдық сiңiрудiң шамасын өлшеу үшiн тұжырымдаған екi шарт орындалуы қажет: атом жұптарының ең көп сiңiруiне сәйкес келетiн толқын ұзындығы сәуле шығару көзiнiң ең көп интенсивтiгiнiң толқын ұзындығына тең болуы керек; атом жұптарының сiңiру сызықтарының жарты енi, сәуле шығару көзiнiң ең көп

интенсивтiгiнiң толқын ұзындығына тең болуы керек (Jiang P107, Костоусова 1991: 78, Отчет по НИР 1997: 3).

6-кестеде тырнақ үлгiлерiндегi металдардың сандық анализi берiлген.

7-кестеде тырнақ үлгiлерiндегi металдардың сандық анализi берiлген.

**6-кесте** – ААС сараптамасы бойынша Өскемен қаласы тұрғындарының тырнақ үлгiлерiндегi металдардың сандық анализi

Үлгi нөмiрi	Аналиттiң орташа мөлшерi, мг/л						
	Zn	Pb		Ni	Cd		Cu
	C, мг/л	C, мг/л	S <sub>p</sub> , %	C, мг/л	C, мг/л	S <sub>p</sub> , %	C, мг/л
№ 1	< 0,0013	0,18	0,32	< 0,0011	0,007	1,45	< 0,075
№ 2	< 0,0013	0,06	0,97	< 0,0011	0,001	5,97	< 0,075
№ 3	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,002	5,26	< 0,075
№ 4	< 0,0013	0,34	2,94	< 0,0011	0,007	1,45	< 0,075
№ 5	< 0,0013	0,06	1,69	< 0,0011	0,002	8,18	< 0,075
№ 6	< 0,0013	0,2	2,94	< 0,0011	0,001	5,97	< 0,075
№ 7	< 0,0013	0,06	0,97	< 0,0011	0,001	6,19	< 0,075
№ 8	< 0,0013	0,2	2,94	< 0,0011	0,004	2,56	< 0,075
№ 9	< 0,0013	0,14	7,14	< 0,0011	0,002	5,26	< 0,075
№ 10	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,005	1,16	< 0,075
№ 11	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 12	< 0,0013	0,17	9,17	< 0,0011	0,004	2,56	< 0,075
№ 14	< 0,0013	0,12	4,68	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 16	< 0,0013	0,12	9,12	< 0,0011	0,003	3,33	< 0,075
№ 17	< 0,0013	0,1	5,97	< 0,0011	0,002	2,94	< 0,075
№ 18	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,004	2,50	< 0,075
№ 19	< 0,0013	0,28	3,57	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 21	< 0,0013	0,14	7,14	< 0,0011	0,001	5,97	< 0,075
№ 22	< 0,0013	0,06	1,67	< 0,0011	0,001	5,97	< 0,075
№ 23	< 0,0013	0,06	1,67	< 0,0011	0,003	3,33	< 0,075

**7-кесте** – ААС сараптамасы бойынша Талдықорған қаласы тұрғындарының тырнақ үлгiлерiндегi металдардың сандық анализi

Үлгi нөмiрi	Аналиттiң орташа мөлшерi, мг/л						
	Zn	Pb		Ni	Cd		Cu
	C, мг/л	C, мг/л	S <sub>p</sub> , %	C, мг/л	C, мг/л	S <sub>p</sub> , %	C, мг/л
№ 24	< 0,0013	0,2	5,00	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 25	< 0,0013	0,3	3,33	< 0,0011	0,002	2,84	< 0,075
№ 26	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,004	2,50	< 0,075
№ 27	< 0,0013	0,2	5,00	< 0,0011	0,002	2,84	< 0,075
№ 28	< 0,0013	0,1	6,19	< 0,0011	0,003	1,90	< 0,075

Үлгі нөмірі	Аналиттің орташа мөлшері, мг/л						
	Zn	Pb		Ni	Cd		Cu
	C, мг/л	C, мг/л	S <sub>p</sub> , %	C, мг/л	C, мг/л	S <sub>p</sub> , %	C, мг/л
№ 29	< 0,0013	0,2	2,84	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 30	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,003	1,95	< 0,075
№ 31	< 0,0013	0,15	6,67	< 0,0011	0,001	5,59	< 0,075
№ 32	< 0,0013	0,063	1,59	< 0,0011	0,004	1,46	< 0,075
№ 33	< 0,0013	0,3	1,95	< 0,0011	< 0,00075	-	< 0,075
№ 34	< 0,0013	0,32	3,13	< 0,0011	0,002	4,76	< 0,075
№ 35	< 0,0013	0,08	7,53	< 0,0011	0,001	5,97	< 0,075
№ 36	< 0,0013	0,13	4,56	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 37	< 0,0013	0,4	2,50	< 0,0011	0,004	2,50	< 0,075
№ 38	< 0,0013	0,2	2,84	< 0,0011	0,003	1,95	< 0,075
№ 39	< 0,0013	0,15	6,67	< 0,0011	0,007	0,83	< 0,075
№ 40	< 0,0013	0,21	2,79	< 0,0011	0,002	2,99	< 0,075
№ 41	< 0,0013	0,21	4,46	< 0,0011	0,004	1,47	< 0,075
№ 42	< 0,0013	0,02	5,00	< 0,0011	0,001	5,97	< 0,075
№ 43	< 0,0013	0,12	8,33	< 0,0011	< 0,00075	-	< 0,075
№ 44	< 0,0013	0,21	4,76	< 0,0011	< 0,00075	-	< 0,075
№ 45	< 0,0013	< 0,013	-	< 0,0011	0,003	3,33	< 0,075
№ 46	< 0,0013	0,13	7,69	< 0,0011	0,006	1,67	< 0,075
№ 47	< 0,0013	0,07	0,83	< 0,0011	0,002	5,00	< 0,075
№ 48	< 0,0013	0,2	2,94	< 0,0011	0,006	0,97	< 0,075

Атомдық-абсорбциялық спектроскопия сараптамасының қорытындысы бойынша эктодермальды үлгілердегі қорғасын және кадмийдің мөлшері ААС әдісінің анықтау диапазонына кіретіндігі, мыс, мырыш, никель, хром және марганецтің мөлшері ААС әдісінің анықтау диапазонынан төмен екендігі анықталды.

*Зерттеу нәтижесі бойынша салыстырмалы сараптама*

Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі ауыр металдар көрсеткіштері негізінде:

8-кестеде ААС сараптамасы бойынша Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі Рb-ның мөлшері көрсетілген.

9-кестеде ААС сараптамасы бойынша Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі Cd-дың мөлшері көрсетілген.

Мыс, қорғасын және мырыш сияқты ауыр металдар адам ағзасының тіндері мен өмірлік маңызды органдарында жоғары кумуля-

тивтік қасиетке ие болып, созылмалы интоксикацияға ұшыратады (Федоров 1993:35), N 2. Geneva: WHO, (1976); (2000) Женева, ВОЗ. М.: Медицина 98, (Отчет 2010:3), ал ол өз кезегінде онкологиялық ауруларға, жүрек, қан тамырларының аномалиясына әкеліп соқтырады. 2013 жылы Өскеменде 1 мың 100 адам онкологиялық аурудан қайтыс болды. Онкологиялық сырқаттар бойынша Өскемен Қазақстанда 2-орында тұр екен. Сондықтан да адам ағзасындағы ауыр металдардың концентрациясын анықтау маңызды да, күрделі міндет болып табылады (Ishankulov 2008:387, Syracuse research corporation 2000, Under contract 1999:945, Cincinnati NIOSH 1997:25).

Шығыс Қазақстан облысы және Өскемен қаласында ластаушы заттардың негізгі шығарындылары ең ірі төрт зауыт – Үлбі металлургиялық зауыты, Титан-магний комбинаты, «Согра» және «Қазмырыш» зауыттары жылына 60 тонна зиянды қалдық бөледі. Демек, қаланың әр тұрғыны жылына екі центнер у жұтады (Reynber 2004:15, Ed. S.Safe 2001, Harvey 1976:203).

**8-кесте** – Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі Pb-ның мөлшері

Тұру мерзімі	Өскемен қ.	Талдықорған қ.
	Тырнақ сынамаcы мг/л	
1 – 5	0,11 – 0,2	0,06 – 0,32
5 – 10	0,06 – 0,28	0,18 – 0,2
10 – 15	0,06 – 0,17	0,013 – 0,28
15 – 20	0,06 – 0,14	< 0,013
20 – 25	0,013 – 0,13	0,013 – 0,2
25 – 30	0,06 – 0,2	0,13 – 0,21

**9-кесте** – Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі Cd-дың мөлшері

Тұру мерзімі	Өскемен қ.	Талдықорған қ.
	Тырнақ сынамаcы	
1 – 5	0,0007 – 0,007	0,0008-0,006
5 – 10	0,001 – 0,003	0,001-0,003
10 – 15	0,001 – 0,004	0,0007-0,002
15 – 20	0,001 – 0,004	< 0,00075
20 – 25	0,0007 – 0,002	0,001-0,004
25 – 30	0,001 – 0,007	0,001-0,003

### Қорытынды

Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды: тырнақ үлгілері ауыр металға анализденді:

1. Өскемен және Талдықорған аймақтарындағы ауыр металдардың таралуы мәселесіне арналған ғылыми-зерттеу жұмыстарына шолу жасалынып, тырнақ үлгілері алынатын тұрғындар анықталынды.

Өскемен және Талдықорған қаласы тұрғындарының эктодермальды үлгілеріндегі ауыр металл мөлшеріне сандық және сапалық анализдеу бойынша зерттеу жүргізілді.

2. Эктодермальды үлгілерге жататын тырнақтың барлық саны 48 болатын биологиялық субстраттары 48 тұрғындардан алынып, анализге дайындалды. 48 биологиялық субстрат РФА және ААС әдістері бойынша анализденді.

Биологиялық субстраттарда ауыр металдар түрінен РФА әдісі бойынша Pb, Cu, Zn, Ni, Mn, Cr және Cd анықталды. РФА әдісі бойынша биологиялық субстраттағы ауыр металл мөлшері жыныс айырмашылығына тәуелсіз екендігі анықталды.

Эктодермальды үлгілердегі қорғасын және кадмийдің мөлшері ААС әдісінің анықтау диапазонына кіретіндігі, мыс, мырыш, никель, хром және марганецтің мөлшері ААС әдісінің анықтау диапазонынан төмен екендігі зерттелді.

3. Тырнақ құрамындағы ауыр металдарға (Pb, Zn, Cu) атомды-абсорбциялық (ААС) және рентген-флуоресцентті спектроскопия (РФС) әдістерімен анализге сараптама жасалынды. Яғни, ААС әдісі бойынша металлургия саласы дамыған Өскемен қаласы тұрғындарының биологиялық субстратындағы қорғасын мен кадмийдің мөлшері Талдықорған қаласы тұрғындарымен салыстырғанда жоғары екендігі анықталды. Бұл қоршаған ортаға түсетін ауыр метал түрлерінің адам ағзасына жинақталатындығын айқындайды.

Биологиялық субстраттағы қорғасын мен кадмийдің мөлшері адам жасына және жынысына тәуелсіз екендігі белгілі болды.

Тырнақтағы микроэлементтерді зерттеу, аурудың алдын алу үшін тиісті түзетулер енгізуге, клиникаға дейінгі кезеңде патологиялық процестерді анықтауға мүмкіндік береді. Осының бәрі көптеген аурулардың алдын алу үшін үлкен маңызға ие.

### Әдебиеттер

1. Важенин Е.А. Влияние техногенных выбросов через атмосферу на агрохимические свойства дерново-порозолистых почв / Е.А. Важенин. – М. : Агрохимия, 2012. – 168 б.
2. Харисчаришвили И.З. Анализ микроэлементного состава волос рентгено-флуоресцентным методом и его значение в деле диагностики заболеваний человека / И.З. Харисчаришвили, Б. Е. Горгошидзе // Экспериментальная и клиническая медицина. – 2006. – №7(32). – С. 65-67.
3. Скальный. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд. – СПб.: Наука, 2008. – 544 б.
4. Горгошидзе Б.Е. Вопросы медицинской элементологии и значение определения микроэлементов в биосубстратах для диагностики и профилактики заболеваний репродуктивной системы / Б.Е. Горгошидзе, И.З. Харисчаришвили // Экспериментальная и клиническая медицина. – 2006. – № 6(31). – С. 60-63.



- 5 Ратеб С.М. Определение микропримесей меди (II), свинца (II) и кадмия (II) в пищевых продуктах методом инверсионной вольтамперометрии / С. М. Ратеб, С. И. Петров // *Ж. анал. химии.* – 1999. – Вып. 12. – С. 2172-2174.
- 6 Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде / И.М. Трахтенберг, В.С. Колесников, В.М. Луковенко. – Минск: Наука і тэхніка 1994. – 285 б.
- 7 Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды / Б.А. Ревич // *Гигиена и санитария.* – 1990. – №3. – С. 55–59.
- 8 Бабикина Ю.Ф. Микроэлементный состав волос населения как индикатор загрязнения природой и производственной сред / Ю.Ф. Бабикина, В.В. Колесник Н.П. Росляков, А.В. Горбунов, Б.А. Ревич, Ю.П. Сотсков // *В кн.: Активационный анализ. Методология и применение.* – Ташкент: ФАН, 1990. – С. 209–214.
- 9 Барановская Н.В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно измененных территорий (на примере южной части Томской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Н.В. Барановская. – Томск, 2003. – 24 б.
- 10 Zhuk L.I. Human hair neutron activation analysis: analysis on population level and mapping / L.I. Zhuk, A.A. Kist Czechoslovak // *J. Phys.* – 1999 – V. 49. – S. 1. – P. 339–346.
- 11 Харисчаришвили И.З. Анализ микроэлементного состава волос рентгено-флуоресцентным методом и его значение в деле диагностики заболеваний человека / И.З. Харисчаришвили, Б.Е. Горгошидзе // *Экспериментальная и клиническая медицина.* – 2009. – № 9. – С. 65–67 б.
- 12 Дубовой Р.М. Элементный статус при действии неблагоприятных факторов производственной деятельности и его алиментарная восстановительная коррекция: дис. ... д-ра мед. наук / Р.М. Дубовой. – М., 2009. – 370 б.
- 13 Ballschmiter K., Zell M. Analysis of polychlorinated biphenyls (PCB) by glass capillary gas chromatography. Composition of technical Arochlors and Chlorphen mixtures. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, 1999, v. 302, p.20-31.
- 14 Josephson J. Phasing out PCBs. // *Environ. Sci. Technol.*, 1992, 18 (2), p. A43-A44.
- 15 Boyle R.H., Hignland J.H. Persistence of PCBs. // *Environment*, 1990, 21(5), p. 6-8.
- 16 Adams R.E., Thomason M.M., Strother D.L. et al. // *Ibid.* 1986. Vol.15, N 9/12. P.1113-1122.
- 17 Eduljee G.H. // *Chem. Brit.* 1998. Vol.24, N 3. P.241-244.
- 18 Kocan A., Petrik J., Holoubek I. // *Abstracts of 11th Intern. Sympos. on chlorinated dioxins and related compounds.* Triangle Park, 1991. Rep. P126.
- 19 Jiang K., Chen Y., Chen R. // *Ibid.* Rep. P107.
- 20 Костоусова М.Н. Обезвреживание диоксинов и фуранов в окружающей среде: Аналитический обзор. – М.: МП ИЗАНА, 1991. – 87 с.
- 21 Прогнозирование состояния окружающей среды на Усть-Каменогорском конденсаторном заводе и разработка мер по снижению выбросов до санитарных норм: Отчет по научно-исследовательской работе. – Усть-Каменогорск: Усть-Каменогорский строительно-дорожный институт, 1997. – 118 с.
- 22 Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. – М., Издательство «Наука», 1993.
- 23 Polychlorinated biphenyls and terphenyls: environmental health criteria document N 2. Geneva: WHO, 1976; Полихлорированные бифенилы и терфенилы. Женева, ВОЗ. – М.: Медицина, 2000. – 98 с.
- 24 Отчет «Подготовка первого Национального отчета по стойким органическим загрязнителям в секретариат Стокгольмской Конвенции о СОЗ» Программа 001 «Обеспечение деятельности уполномоченного органа в области охраны окружающей среды». – Астана, 2010.
- 25 Ishankulov M.Sh. PCB-Contaminated Areas in Kazakhstan and Analysis of PCB Impact Human Health Experience. / In: NATO science series volume: The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment. – Springer: AK/NATO Publishing Unit. Editors: E. Mehmetli and B. Koumanova. 2008, p. 387-403.
- 26 Toxicological profile for polychlorinated biphenyls (PCBs). Syracuse research corporation. Under contract № 205–1999–00024. 2000. 945 p.
- 27 Polychlorinated biphenyls (PCBs): potential health hazards from electrical equipment fires or failures: Current intelligence bulletin N 45 NIOSH US Department of health and human services. Cincinnati: NIOSH, 1997. 25 p.
- 28 Reynber H., Gilet J.C., Falcu M. *Can Notes, Doc. Inst. Nat. Resh. Secur.* 2004. N 126, p. 15-32.
- 29 Polychlorinated biphenyls. *Mammalian and Environmental Toxicology.* (Ed. S.Safe). Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- 30 Harvey, G.R. and W.G. Steinhauer (1976a) Biogeochemistry of PCB and DDT in the North Atlantic, Vol. I. Pages 203-221, *Environmental Biogeochemistry.*

#### References

- 1 Adams R.E., Thomason M.M., Strother D.L. et al. // *Ibid.* 1986. Vol.15, N 9/12. p.1113-1122.
- 2 Babikova Yu.F., Microelemental hair composition of population as an indicator of pollution by nature and industrial environments / Yu.F. Babikov, V.V. Kolesnik NP Roslyakov, A.V. Gorbunov, B.A. Revich, Yu.P. Sotskov // *Vk .: Active analysis. Methodology and application.* – Tashkent: ФАН, 1990. – p. 209-214.
- 3 Baranovsky NV Elemental composition of biological materials and its use for revealing anthropogenically altered territories (for example, the southern part of the Tomsk region): aktref. Dis. ... the card. Biol. nauk. / N.V. The Baranovsky. – Tomsk, 2003. p. 24.
- 4 Ballschmiter K., Zell M. Analysis of polychlorinated biphenyls (PCB) by glass capillary gas chromatography. Composition of technical Arochlors and Chlorphen mixtures. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, 1999, v. 302, p.20-31.
- 5 Boyle R.H., Hignland J.H. Persistence of PCBs. // *Environment*, 1990, 21(5), p. 6-8.

- 6 Dubovoy R.M. Elemental status with the action of non-favorable factors of production activity and its alimentary retracement correction: dis. ... Dr. honey. Nauj / RM. Oak wood. – M., 2009. p. 370.
- 7 Eduljee G.H. // Chem. Brit. 1998. Vol.24, N 3. P.241-244.
- 8 Fedorov L.A. Dioxins as an environmental hazard: a retrospective and perspective. – Moscow, Nauka Publishers, 1993.
- 9 Forecasting the state of the environment at the Ust-Kamenogorsk condenser plant and developing measures to reduce emissions to sanitary standards: Report on research work. Ust-Kamenogorsk: Ust-Kamenogorsk Road Construction Institute, 1997. p.118.
- 10 Gorgoshidze B. Ye., Questions of medical elementology and the definition of trace elements in biosubstrates for diagnosing and profiling the diseases of the reproductive system / B. Ye. Gorgoshidze, I.Z. Kharischarishvili // Experimental and Clinical Medicine. – 2006. – No. 6 (31). p. 60-63.
- 11 Harvey, G.R. and W.G. Steinhauer (1976a) Biogeochemistry of PCB and DDT in the North Atlantic, Vol. I. Pages 203-221, Environmental Biogeochemistry.
- 12 Harischarishvili IZ, Analysis of trace element composition of hair with X-ray fluorescent method and its significance in the diagnosis of human diseases / IZ Harischarishvili, BE Gorgoshidze // Experimental and Clinical Medicine. – 2006. – No. 7 (32). p. 65-67.
- 13 Harischarishvili IZ Analysis of microelement composition of hair by X-ray fluorescence method and its significance in the diagnosis of human diseases / IZ Harischarishvili, BE Gorgoshidze // Experimental and Clinical Medicine. – 2009. – No. 9. p. 45-52.
- 14 Ishankulov M.Sh. PCB-Contaminated Areas in Kazakhstan and Analysis of PCB Impact Human Health Experience. / In: NATO science series volume: The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment. – Springer: AK/NATO Publishing Unit. Editors: E. Mehmetli and B. Koumanova. 2008, p. 387-403.
- 15 Josephson J. Phasing out PCBs. // Environ. Sci. Technol., 1992, 18 (2), p. A43-A44.
- 16 Jiang K., Chen Y., Chen R. // Ibid. Rep. p.107.
- 17 Kocan A., Petrik J., Holoubek I. // Abstracts of 11th Intern. Sympos. on chlorinated dioxins and related compounds. Triangle Park, 1991. Rep. p.126.
- 18 Kostousova M.N. Neutralization of dioxins and furans in the environment: Analytical review. Moscow: MP Izana, 1991. p. 87.
- 19 Polychlorinated biphenyls and terphenyls: environmental health criteria document N 2. Geneva: WHO, 1976; Полихлорированные бифенилы и терфенилы. Женева, ВОЗ. М.: Медицина, 2000. p.98.
- 20 Polychlorinated biphenyls (PCBs): potential health hazards from electrical equipment fires or failures: Current intelligence bulletin N 45 NIOSH US Department of health and human services. Cincinnati: NIOSH, 1997.p. 25.
- 21 Polychlorinated biphenyls. Mammalian and Environmental Toxicology. (Ed. S.Safe). Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- 22 Rateb SM, Determination of microimpurities of copper (II), lead (II) and cadmium (II) in food products by the method of inversion voltammetry / SM Rateb, SI Petrov // Zh. Anal. chemistry. – 1999. – T. vyp. 12. – P. 2172-2174
- 23 Revich BA Chemical elements in man's hair as an indicator of the effects of industrial and environmental pollution / BA Revich // Hygiene isanitaria. – 1990. – №3. p. 55-59
- 24 Report «Preparation of the first National Report on Persistent Organic Pollutants to the Secretariat of the Stockholm Convention on POPs» Program 001 «Ensuring the activities of the authorized body in the field of environmental protection». – Astana, 2010.
- 25 Reynber H., Gilet J.C., Falcu M. Can Notes, Doc. Inst. Nat. Resh. Secur. 2004. N 126, p. 15-32.
- 26 Scalny. Biological role of macro- and microelements in humans and animals / D. Oberlis, B. Harland, – St. Petersburg .: Nauka, 2008. p. 544.
- 27 Trakhtenberg IM, Heavy Metals in the External Environment / IM Trakhtenberg, V. S. Kolesnikov, V. M. Lukovenko, – Minsk: Science and Technology 1994. p. 285.
- 28 Toxicological profile for polychlorinated biphenyls (PCBs). Syracuse research corporation. Under contract № 205–1999–00024. 2000. p. 945.
- 29 Vazhenin E. A. Impact of Technogenic Emissions through the Atmosphere on Agrochemical Properties of Sod-Porzolic Soils / E. A. Vazhenin. – M.: Agrochemistry, 2012. p. 168.
- 30 Zhuk L.I., Human hair neutron activation analysis: analysis on population level and mapping / L. I. Zhuk, A. A. Kist Czechoslov // J. Phys. – 1999 – V. 49. – S. 1. – p. 339–346.

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

---

Раздел 3  
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
СОХРАНЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

---

Section 3  
**ACTUAL PROBLEMS  
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

<sup>1</sup>Мухитдинов Н., <sup>2</sup>Аметов А., <sup>3</sup>Альмерекова Ш., <sup>4</sup>Абидкулова К.

<sup>1</sup>б.ғ.д., биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры, e-mail: Nashtay.Muhitdinov@kaznu.kz

<sup>2</sup>б.ғ.к., биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының профессоры, e-mail: Abibulla.Ametov@kaznu.kz

<sup>3</sup>биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының PhD-докторанты, e-mail: almerkovakz@gmail.com

<sup>4</sup>биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының жетекші маманы, e-mail: Karime.Abidkulova@kaznu.kz  
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

## СИРЕК ЖӘНЕ ЭНДЕМ *Oxytropis almaatensis* ВАЖТ. ӨСІМДІГІ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақала сирек, эндем *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің ценопопуляцияларын кешенді зерттеуге және жағдайын бағалауға арналған. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде, *O.almaatensis* ценопопуляцияларының эколого-биологиялық ұштастығы ерекшеліктері анықталды. Зерттелген түрдің үш популяциясы да Іле Алатауының солтүстік беткейінің батыс экспозициясындағы шөгінділерде және өзен бойындағы ұсақ тасты үйінділерде 1200-ден 2400 м<sup>2</sup> аспайтын кеңістікті алып жатады. Ценопопуляцияның сандық көрсеткішін, тығыздығын және жастық спектрін, жалпы репродуктивтік санын анықтау, көпшілігіне бір максимумы бар жастық спектр тән екендігін көрсетті, жас генеративтік және генеративтік максимумы бар бимодальды спектр тек 5-6 ценопопуляцияларға тән. *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің ценопопуляцияларының ең жоғарғы тығыздығы №6 ( $13,5 \pm 3,1$  дана/м<sup>2</sup>), ең төмен №4 ( $6,3 \pm 0,5$  дана/м<sup>2</sup>) ценопопуляцияда екендігі анықталған.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің популяцияларын зерттеудің нәтижесінде, ценопопуляциялар өзінің шегіндегі оптимумда орналасқан және бұл түрдің жойылуына тікелей төніп тұрған қауіптің жоқтығы айқындалған. Дегенмен, *Oxytropis almaatensis* өсімдігі таралу ареалы шектеулі, тар эндем түр болғандықтан, келесі шараларды жүргізу ұсынылған: 1) Іле Алатау Ұлттық табиғи паркі Іле Алатауындағы *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің барлық үш популяцияларының жағдайы бойынша бақылау және мониторинг жұмыстарын жүргізіп отыруы қажет екендігі; 2) Алматы қаласындағы Ботаника және фитоинтродукция институтына *Oxytropis almaatensis* өсімдігін таралу ареалы шектеулі, тар эндем, сирек түр ретінде өздерінің коллекциясына енгізу.

**Түйін сөздер:** популяция, ценопопуляция, өсімдіктер бірлестіктері, өсімдіктердің тіршілік формалары, экологиялық типтері.

<sup>1</sup>Mukhitdinov N., <sup>2</sup>Ametov A., <sup>3</sup>Almerkova Sh., <sup>4</sup>Abidkulova K.

<sup>1</sup>doctor of biological sciences, professor of the department of Biodiversity and bioresources,  
e-mail: Nashtay.Muhitdinov@kaznu.kz

<sup>2</sup>candidate of biological sciences, professor of the department of biodiversity and bioresources,  
e-mail: Abibulla.Ametov@kaznu.kz

<sup>3</sup>PhD-student of the department of Biodiversity and bioresources, e-mail: almerkovakz@gmail.com

<sup>4</sup>leading specialist of the department of Biodiversity and bioresources, e-mail: Karime.Abidkulova@kaznu.kz  
al-Farabi Kazakh national, Kazakhstan, Almaty

### Ecological and biological features of cenopopulations of rare and endemic species *Oxytropis almaatensis* Bajt.

The article is devoted to the complex study of the cenopopulations of the rare endemic species *Oxytropis almaatensis* and to the cenopopulations assessment. As a result of the conducted studies, the features of the ecological-cenotic confinement of the cenopopulations *O.almaatensis* were revealed. All three populations of the studied species are located on the axes of the northern macroslope of the Trans-Ili Alatau mountains and on stony-gravel deposits along rivers occupying by small areas ranging from

1200 to 2400 m<sup>2</sup>. Studying the number, density and age spectrum, determining the general, reproductive power of the cenopopulations showed that most of them have an exceptionally high coefficient, only the populations of 5-6 have a bimodal spectrum with the maximum imposed vegetative and generative individuals. The highest density of *Oxytropis almaatensis* species was noted in the cenopopulation №6 – 13.5 ± 3.1 pcs./m<sup>2</sup> the smallest in the coenopopulation №4 – 6,3 ± 0,5 pcs./m<sup>2</sup>.

As a result of the study *Oxytropis almaatensis* cenopopulations was revealed that they are located within their optimum, there is no special threat of extinction for this species. However, due to the fact that *Oxytropis almaatensis* is a narrowly endemic species with a limited range, we recommend the following activities: 1) Ile-Alatau National Natural Park should keep control and constantly conduct monitoring work for all three populations of *Oxytropis almaatensis* in Trans-Ili Alatau mountains; 2) The Institute of Botany and Phytointroduction should be introduced into its collections *Oxytropis almaatensis* species as a narrow endemic, rare species with a limited range.

**Key words:** Population, cenopopulation, plant communities, plant life forms, ecological types.

<sup>1</sup>Мухитдинов Н., <sup>2</sup>Аметов А., <sup>3</sup>Альмерекова Ш., <sup>4</sup>Абидкулова К.

<sup>1</sup>д.б.н., профессор кафедры биоразнообразия и биоресурсов, e-mail: Nashtay.Muhitdinov@kaznu.kz

<sup>2</sup>к.б.н., профессор кафедры биоразнообразия и биоресурсов, e-mail: Abibulla.Ametov@kaznu.kz

<sup>3</sup>PhD-докторант кафедры биоразнообразия и биоресурсов, e-mail: almerkovakz@gmail.com

<sup>4</sup>ведущий специалист кафедры биоразнообразия и биоресурсов, e-mail: Karime.Abidkulova@kaznu.kz  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

### Эколого-биологические особенности ценопопуляций редкого и эндемичного вида *Oxytropis almaatensis* Vajt.

Статья посвящена комплексному изучению ценопопуляций редкого эндемичного вида *Oxytropis almaatensis* и оценке состояния ценопопуляций. В результате проведенных исследований были выявлены особенности эколого-ценотической приуроченности ценопопуляций *O. almaatensis*. Все три популяции изучаемого вида располагались на осыпях западной экспозиции северного макросклона Заилийского Алатау и на каменисто-щебнистых наносах вдоль реки, занимая небольшие участки площадью от 1200 до 2400 м<sup>2</sup>. Изучение численности, плотности и возрастного спектра, определение общей, репродуктивной численности ценопопуляций показало, что большинство из них имеют возрастной спектр с одним максимумом, только ценопопуляций 5-6 имеют бимодальный спектр с максимумами на молодых вегетативных и генеративных растениях. Наибольшая плотность растений *Oxytropis almaatensis* отмечается в ценопопуляции №6 – 13,5 ± 3,1 шт./м<sup>2</sup>, наименьшая в ценопопуляции №4 – 6,3 ± 0,5 шт./м<sup>2</sup>.

В результате исследования ценопопуляций *Oxytropis almaatensis* выявлено, что они располагаются в пределах своего оптимума, особой угрозы исчезновения для этого вида здесь нет. Тем не менее, в связи с тем, что *Oxytropis almaatensis* является узкоэндемичным видом с ограниченным ареалом, мы рекомендуем проводить следующие мероприятия: 1) Иле-Алатаускому национальному природному парку необходимо держать под контролем и постоянно проводить мониторинговую работу по состоянию всех трех популяций *Oxytropis almaatensis* в Заилийском Алатау; 2) Институту ботаники и фитоинтродукции необходимо ввести в свои коллекции в ботаническом саду г. Алматы *Oxytropis almaatensis* как узкоэндемичный, редкий вид с ограниченным ареалом.

**Ключевые слова:** популяция, ценопопуляция, растительное сообщество, жизненные формы растений, экологические типы.

## Кіріспе

Қазіргі таңда ғаламдық деңгейде биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың стратегиясы халықаралық конвенцияда арнайы қаралып, қабылданған. Соған сәйкес Қазақстанда да биологиялық алуантүрлілікті сақтауға бағытталған бірқатар маңызды заңнамалық құжаттар қабылданды және көптеген іс-шаралар атқарылып келеді. Жалпы биоалуантүрлілікті сақтау және тіршіліктің аса маңызды көзін тиімді пайдалану өзекті мәселелердің бірі. Ол көптен ай-

тылып келеді. Тіптен оны адамзаттың басқа проблемаларымен салыстыруға келмейді. Бұл өсімдіктерге де, жануарларға да бірдей қатысты мәселе.

Кез келген факторлардың әсерінен сирек кездесетін биологиялық түрдің жойылуы ғаламдық проблема болып табылады, себебі биологиялық түрдің жойылуы бұл қайтадан орнына келмейтін құбылыс, өйткені генотиптер еш уақытта қайталанбайды. Сондықтан да, түрдің жойылуымен бірге, оның өзіне тән биологиялық қасиеттерінің барлығы мәңгілікке жоғалады.

Осыны ескере келіп, өсімдіктерге қатысты Ю.А. Злобин және т.б. (Злобин 2013: 439) былай деп жазды: «Сирек кездесетін өсімдік түрлерін сақтау және олардың жойылып кетпеуіне жол бермеу, бұл әлемдік проблема, сондықтан барлық экологтар мен биолог ғалымдардың ғылыми жобалары осы мәселеге бағытталған болуы керек». Бұл дер кезінде айтылған ой, себебі өсімдіксіз тіршілік жоқ, сондықтан өсімдік түрлерін және өсімдіктер жабынын қаз қалпында сақтау аса маңызды міндет.

Ю.А. Злобиннің (Злобин 1989: 146) пікірінше өсімдіктердің сирек кездесетін түрлерін зерттеу барысында популяциялық деңгей өте маңызды. Өйткені көптеген өсімдік түрлері табиғатта дербес жергілікті популяция ретінде кездеседі. Түрдің жойылуы бұл табиғатта кездесетін жергілікті популяциялардың жойылуы. Сондықтан сирек кездесетін өсімдіктерді популяциялық деңгейде зерттеу нәтижесі сұранысқа ие.

Өсімдіктердің табиғи популяцияларын зерттеу – қазіргі кездегі биологияның маңызды бағыттарының бірі. Әсіресе сирек және жоғалып бара жатқан өсімдіктер популяциясын зерттеу. Сондай түрлердің бірі, біздің зерттеу объектіміз – сирек, тар эндем, дәрілік Алматы кекіресі (*Oxytropis almaatensis* Bajt.) болып табылады.

ТМД елдері территориясында кекіренің 300-ден астам түрлері кездеседі, оның ішінде Қазақстан, Орта Азия және Сібірдің таулы аудандарында 119 түр кездеседі, оның 36 түрі (32,5%) эндемиктер, ал 10 түрі Қызыл кітапқа енгізілген (Қызыл кітап 2014: 439). Кекірелердің эндемдік түрлеріне бай аудан Солтүстік Тянь-Шань флорасында *Oxytropis* туысы түрлер саны жағынан Астрагалдардан кейін екінші орында (Ивашенко 2015: 30).

Қоршаған ортаға антропогендік факторлар әсерінің күшеюіне байланысты сирек кездесетін өсімдіктер түрлерін сақтау өте маңызды өзекті мәселенің біріне айналды. Биологтардың тиімді пайдалану қазіргі кезде экологияның және биологияның маңызды міндеттерінің бірі болып отыр, оны сақтау түрдің популяциялық биологиясын жан-жақты зерттеуді талап етеді (Гиляров 1990: 191, Куликова 1992: 103, Яговкина 2010: 20).

Сирек кездесетін өсімдік түрлерін сақтау стратегиясын жасау үшін, олардың популяциясының генетикалық алуантүрлілігін алдын ала зерттеу қажет. Сирек кездесетін өсімдік түрлерінің генофондына төнетін қауіпті бағалау мен оларды сақтау стратегиясын жасау үшін

популяция аралық және популяция ішілік компоненттерінің генетикалық алуантүрлілік туралы мәліметтерді геномдарды молекулярлық маркерлеу негізінде алуға болады (Caujare-Castells 2008: 99, McCauley 2010: 745, Lebeda 2010: 113, Lauterbach 2011: 667). Популяция құрылымын зерттеу өсімдікті орнықты пайдалану мен сақтауға бағытталған, басқару жоспарын жасауға негіз бола алады (Mohamed 2013: 97, Brinkmann 2009: 1035, Coomes 2007: 27, Hildebrandt 2007: W10411).

Осы аталған мәселелерге байланысты біздің бұл мақалада алға қойған мақсатымыз – *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің эколого-биологиялық ерекшеліктерін организмдік және популяциялық деңгейде зерттеп, олардың қазіргі кездегі жағдайына баға беру болып табылады.

Бұл мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

1) Алматы кекіресі өсімдігінің экология – ценотикалық ұштастығын (приуроченность) анықтау;

2) Зерттелген ценопопуляциялардың демографиялық параметрлерін анықтау (саны, тығыздығы, жастық спектрі)

3) Алматы кекіресінің әртүрлі экология-ценотикалық жағдайдағы вегетативтік мүшелерінің морфо-анатомиялық белгілерінің биометриялық ерекшеліктерін анықтау;

4) Алматы кекіресі популяцияларының генетикалық алуантүрлілігін және популяция аралық дифференциация дәрежесін анықтау.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Өсімдік популяциялары маршруттық-рекогносцировкалық әдісі бойынша GPS навигация приборын пайдалана отырып жүргізілді. Өсімдіктің ценотикалық популяциясын зерттеу және оған геоботаникалық сипаттама беру көптен қолданылып жүрген дәстүрлі әдістермен Работнов (Работнов 1950: 7), Уранов (Уранов 1975: 7), Голубев, Молчанов (Голубев 1978: 7), Заугольнова (Заугольнова 1994: 70) жүргізілді. Өсімдіктердің анатомиялық құрылысы жалпы қолданылатын М.Н. Прозина (Прозина 1960: 208), А.И. Пермяков (Пермяков 1988: 58), Р.Г. Барыкина және т.б. (Барыкина 2004: 312), морфологиялық көрсеткіштерді статистикалық өңдеу Г.Ф. Лакин (Лакин 1990: 352) және Н.Л. Удольскаяның (Удольская 1976: 83) әдістерімен және Microsoft Office Excel бағдарламасы бойынша жүргізілді. Өсімдік материалынан ДНҚ модификацияланған (Sramko

2014: 1609) СТАВ әдісі арқылы бөлініп алынды. Геномды ДНҚ-ң амплификациясы Applied Biosystems Veriti 96-Well Thermal Cyler PCR машинасында жүргізілді. AFLP маркерлерінің өзгергіштігін талдау жұмысы Vos және т.б. әдісі бойынша анықталды (Vos 1995: 4407). Алынған ДНҚ фрагменттері автоматты секвенатор 310 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, АҚШ) арқылы ажыратылды. GENALEX 6.502 (Peakall 2012: 2537) бағдарламасы арқылы полиморфты локустардың % (P) және популяциялардың генетикалық арақашықтығы анықталды.

*Oxytropis almaatensis* Bajt. сирек кездесетін эндем түр. Статусы II категория (Қызыл кітап 2014: 439), халық медицинасында пайдаланылады (Грудзинская 2014: 200). Іле Алатауында таудың орта белдеулеріндегі топырағы қиыршықты-ұсақ тасты беткейлеріндегі шалғындарда, бұталы өсімдіктердің арасында кездеседі. Сабақсыз көпжылдық өсімдік, биіктігі 30 см-ге дейін, мәденилендірілмеген, декоративтік және дәрілік маңызы бар. Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген, өсімдік ареалының бір бөлігі Алматы қорығында қорғалуда. Табиғатта түрдің саны азаюда. Негізгі шектеуші фактор өскен жерлерінде мал жаю (Қызыл кітап 2014: 439).

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Іле Алатауында *Oxytropis almaatensis* Bajt. өсімдігінің үш популяциясы табылып, алға қойылған мақсат және міндеттерге сәйкес комплексті зерттеу жүргізілді. Әр популяциядан 2 ценопопуляция, барлығы 6 ценопопуляция зерттелді. Құрамында *O. almaatensis* өсімдігінің зерттелген ценопопуляциялары кездесетін өсімдіктер қауымдарына геоботаникалық сипаттама жүргізіліп, нәтижесінде олардың экология-ценодикалық ұштастығы анықталды.

Бірінші популяция – Үлкен Алматы шатқалында теңіз деңгейінен 2158-2160 м биіктікте шыршалы орманды белдеуінің батыс беткейінен табылды. Бұл учаскеде бірінші 1 және 2 ценопопуляциялар зерттелді:

Бірінші ценопопуляция (ЦП 1) Үлкен Алматы шатқалында Күмбельсу өзенінің оң жағалауындағы тау жотасының шыршалы орманды белдеуінде, беткейдің батыс жотасының тіктігі 70° шамасында, теңіз деңгейінен 2160 м биіктіктен табылды, GPS координаттары N 43°04864', E 076°59604'. Бұл уческенің өсімдіктер жабыны қоңырбасты-кекірелі-эртүрлі шөптер қауымдастығынан (ass. *Geranium collinum*, *Thymus marschallianus*, *Ziziphora interrupta*,

*Origanum vulgare*, *Achillea millefolium*, *Oxytropis almaatensis*-*Festuca valesiaca*, *Festuca rubra*, *Phleum phleoides*, *Poa bulbosa*) тұрады. Топырағы – таулы қара топырақ, қарашірігі аз. Жер бетіне үлкен тастар 30% дейін жауып жатыр. Өсімдіктердің жалпы проекциялық жабыны 75-80%. Ценопопуляция ауданы шамамен 1300-1500 м<sup>2</sup>. Беткейдің жоғарғы бөлігінде *Picea schrenkiana* орманы және қалың бұталар (*Juniperus sibirica* және *Juniperus sabina* басым) өскен. Бұл жерде *Picea schrenkiana* көлеңкелеу, жеткілікті ылғалданған жерлерде, ал *Juniperus* түрлері ашық тасты-ұсақ тасты беткейлерде өседі. Жотаның етегіне таман *Salix starkeana*, *Salix tianschanica* және *Sorbus tianschanica* өсімдіктері кездеседі.

ЦП 2 – *Oxytropis almaatensis* бірінші ценопопуляцияға жақын Іле Алатауының тасты солтүстік биік жотасының (беткейдің тіктігі 75-80°) батыс беткейінде орналасқан. Беткейдің тастылығы 55-60%, GPS координаттары: N 43°04853 және E 076°59578', учаскенің теңіз деңгейінен биіктігі 2159 м. Грунт қатты емес, сусымалы, майда және ірі тастар сынықтарынан және майда топырақтардан (мелкозем) тұрады. Осындай борпылдақ, ылғалды жұмсақ грунтта өсімдіктердің (бірінші ценопопуляциямен салыстырғанда) кейбір түрлерінің пайда болуына, молырақ болуына жағдай бар. Олардың қатарына *Alfredia nivea* және *Oxytropis almaatensis* өсімдіктерін жатқызуға болады. Бұл өсімдіктер учаскенің барлық нүктелерінде кездеседі және басым. Екінші ценопопуляция учаскесінің ауданы шамамен – 2500-2800 м<sup>2</sup>. Бұл учаскеде өсімдіктер жамылғысы әртүрлі шөпті-қоңырбасты-емтікен ассоциациясынан тұратындығы анықталды (ass *Alfredia nivea*-*Elymus tschimganicus*, *Poa stepposa*, *Festuca valesiaca*, *Calamagrostis pavlovii*, *Oxytropis almaatensis*, *Aquilegia atrovinosa*, *Sisymbrium crassifolium*, *Hypericum perforatum*, *Echium vulgare*). Проекциялық жабыны 70-75%. Екінші ценопопуляция табылған учаскенің флоралық құрамы 34 тұқымдас, 99 туысқа жататын 123 түрден тұратындығы анықталды.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің зерттелген бірінші популяция шеңберінде өсімдіктер қауымдастықтарының систематикалық құрамында *Gymnospermatophyta* бөлімінен 1 түр, *Angiospermatophyta* бөлімінен 123 түр, оның 22 түрі *Monocotyledoneae*, 101 түрі *Dicotyledoneae* класстарына жататыны анықталды. Бірінші популяция кездесетін учаскеде жетекші тұқымдастар *Asteraceae* 21 түр (16,5%), *Poaceae* 13 түр

(10,3%), *Caryophyllaceae* 9 түр (7,4%), *Lamiaceae* және *Rosaceae* әрқайсысынан 8 түрден, *Fabaceae* 7 түр, *Brassicaceae* 6 түр. Осы аталған жетекші тұқымдастардан жалпы осы учаске флорасында 50,5% кездесетіндігі анықталды. Қалған тұқымдастардан барлығын қосқанда флораның 49,5% кездеседі.

Тіршілік формаларынан гемикриптофиттер немесе көпжылдық шөптесін өсімдіктердің ба-сым екендігі анықталды – 97 түр (77,6%). Екінші орында терофиттер (бір-екі жылдық өсімдіктер) – 17 түр (14,04%), микрофанерофиттер (бұталар және бұташалар) – 9 түр (7,4%), мегофанерофиттерден бір ғана түр *Sorbus tianschanica*, Лианалардан бір түр *Atragene tianschanica* кездесті.

Экологиялық типтерден мезофиттер – 120 түр (95,2%), мезоксерофиттер және ксерофиттерден 3 түр (4,8%), гидрофиттерден 1 түр бар екендігі анықталды.

Бірінші популяцияда кездесетін өсімдіктер қауымдарында Н.А. Павлов классификациясы бойынша пайдалы өсімдіктердің 12 тобы тіркелді [30]. 1) Эррозияға қарсы өсімдіктер – 107 (80,5%); 2) Малазықтық – 60 (40,4%); 3) Балды – 50 (30,9%); 4) Арамшөптер – 30 (20,4%); 5) Дәрілік – 23 (10,9%) және т.б. өсімдіктер топтары өкілдері кездеседі. Мысалы, илік затты (12), эфир-майлы (9), сәндік (7), витаминдік (6), улы (4) және т.б.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің екінші популяциясын Кіші Алматы шатқалындағы Сарысай сайында теңіз деңгейінен 2012-20557272м биіктіктен табылды. Ол учаске Кіші Алматы тіктігі 45-50° өзенінің оң жағалауында Кіші Алматы шатқалының оңтүстік-батыс және солтүстік-батыс экспозициясында 45-50° беткейінде орналасқан. Бұл популяция шекарасында 3 және 4 ценопопуляция зерттелді.

ЦП 3 – *O. almaatensis* Сарысай саласының оң жағалауында биік таулы «Шымбұлақ» шаңғы базасынан төменірек орналасқан учаскелерден табылды. Бұл учаске тіктігі 35-40° беткейдің оңтүстік-батыс және солтүстік-батыс беткейінде орналасқан. GPS координаттары N 43°08,490' және E 077°04,198'. Топырағы – таулы қара топырақ. Өсімдіктер жамылғысын әртүрлі шөпті – қоңырбасты өсімдіктер қауымдастығы (ass. *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Poa stepposa*, *Dactylis glomerata* – *Eremurus robustus*, *Polygonum songoricum*, *Dianthus tianschanicus*, *Erysimum transsilvanicum*, *Oxytropis almaatensis*) құрайды. Проекциялық жабыны 95-100%. Тау жотасының Солтүстік беткейінде *Picea schrenkiana* орман түзіп өседі. Орман маңында көлеңке сүйгіш

және көлеңкеге төзімді шөптесін көпжылдық өсімдіктер бар. Шыршалы орманның шеттерінде солтүстік беткейінде *Rosa alberti*, *Spiraea hypericifolia*, *Cotonaester alata* және *Lonicera microphylla* бұталары бар тоғайлар кездеседі. Беткейдің батыс бөлігін қалың шалғындық түзетін әртүрлі шөптер алып жатыр. Олардың ішінде әсіресе *Ligularia macrophylla*, *Polygonum songoricum*, *Roegneria canina*, *Milium effusum*, *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*, *Campanula glomerata*, *Origanum vulgare*, *Pedicularis zhinathadea* сияқты түрлердің дарақтарының сандық көрсеткіші басқа түрлерден көбірек. Жотаның батыс беткейінің проекциялық жабыны 100%.

Үшінші ценопопуляция орналасқан учаске бірнеше өсімдіктер қауымдастықтар аралығында орналасқан және шамамен 1200-1500 шаршы метр ауданды алып жатыр. Бұл учаскеде *Oxytropis almaatensis* өсімдігі негізінен жарық жақсы түсетін, ашық, ірі тастар жер бетіне шығып жатқан учаскелерге бейімделгендігін көреміз.

ЦП 4 – *O. almaatensis* Іле Алатауының солтүстік беткейінің батыс беткейінде Сарысай саласында, теңіз деңгейінен 2055м биіктікте табылды. Координаттары GPS бойынша N 43°08,421', E 077°04,358'. Топырағы – таулы қара топырақ, тастақтығы шамамен 10-15%. Өсімдіктер жамылғысы әртүрлі шөпті-қоңырбасты қауымдастықтардан тұрады (ass. *Festuca sulcata*, *Poa stepposa*, *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*, *Ferula kelleri*, *Ferula akitsnkensis*, *Echium italicum*, *Nepeta pannonica*, *Ziziphora bungeana*, *Verbascum thapsus*, *Hypericum perforatum*). Проекциялық жабыны 95-100%. Бұл учаскеде жотаның солтүстік беткейінде *Picea schrenkiana* орманын көреміз. Орман шеттерінде *Sorbus tianschanica*, *Spiraea hypericifolia*, *Cotonaester alata*, *Lonicera microphylla* және *Rosa alberti* бұталарынан тұратын тоғайлар кездеседі. Бірақ, жотаның солтүстік, шығыс және батыс беткейлерінде *Oxytropis almaatensis* кездеспейді. Мұндай биіктіктерде ол тек күн сәулесі жақсы қыздыратын, ашық, үлкен тастар жер бетіне шығып жататын жерлерде өседі. Мұндай жерлерде шөп қабаты онша биік болмайды және негізінен ксерофильділік белгілері байқалатын түрлерден тұрады.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің екінші популяциясы аумағындағы өсімдіктер бірлестіктерінде 29 тұқымдас және 86 туысқа жататын 106 өсімдіктер түрлері жиналып, анықталды. Жетекші тұқымдастар қатарына:



1) *Asteraceae* 17 түр (16,9%); 2) *Poaceae* 11 түр (10,47%); 3) *Lamiaceae* 10 түр (9,52%); 4) *Brassicaceae* 8 түр (7,62%); *Caryophyllaceae* (7 түр), *Scrophulariaceae* (7 түр), *Apiaceae* (5 түр), *Rosaceae* (5 түр) және *Fabaceae* (4 түр) жататындығы анықталды.

Тіршілік формаларынан гемикриптофиттер, яғни көпжылдық шөптесін өсімдіктер – 79 түр (75,2%) және терофиттер (біржылдық немесе екі жылдық шөптесін өсімдіктер) – 21 түр (20, %) екендігі анықталды. Бұталар және бұташықтар (микрофанерофиттер) өте аз екендігі, бар болғаны 5 (4,67%) түр екендігі анықталды. Макрофанерофиттерден бірде бір түр кездеспеді.

Экологиялық типтерден мұнда тасты және ұсақ тасты жерлерде петрофиттер басым келеді, екінші орында далалық өсімдіктер. Олардан кейін шалғындық, орманды-шалғындық өсімдіктері екендігіне көз жеткіздік.

Жотаның жарық жақсы түсетін оңтүстік-батыс, оңтүстік және оңтүстік-шығыс беткейлерінде ксерофиттер басым. Ксерофиттердің кейбір түрлері, мысалы, *Festuca sulcata*, *Festuca rubra* өсімдіктері негізінен қырқаның жоғарғы бөлігінде кездеседі. Дарақ санының молдығы жағынан мезофиттер мен мезоксерофиттері басым екендігі байқалды.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің екінші популяциясы аумағында өсімдіктер бірлестіктерінде Н.В. Павлов (1947) классификациясы бойынша пайдалы өсімдіктерді 16 топқа бөлдік: 1. Эрозияға қарсы тұратын өсімдіктер – 70 түр. Олардың негізін кіндік тамырлы көпжылдықтар құрады, шашақ тамырлылардан тек 9 түр; 2. Малазықтық өсімдіктер – 60 түр; 3. Балды – 19 түр; 4. Арамшөптер – 15 түр; 5. Сәндік – 10 түр; 6, 7. Тағамдық және эфир-майлы – әрқайсысы 6 түрден; 8, 9. Илік затты және бояғыш әрқайсысынан 5 түрден; Ары қарай улы (4), витаминді (3), шыны майлы, крахмалды және хош иісті өсімдіктер. Үш түр Іле Алатауының эндемдері, олар: *Oxytropis almaatensis*, *Saussurea robusta*, *Hieracium kumbelicum*. *Oxytropis almaatensis* өсімдігі популяциясының жағдайы бұл учаскеде қанағаттанарлық деуге болады. Дегенмен, ашық, күн сәулесі жақсы түсетін, биік шөптер жоқ жерлерде, ерекше қыраттарда – сызаттар (жарықтар) бар жерлерде алматы кекіресі жақсы өседі. Мұндай жерлерде оның дарақтары үлкен болып өсіп көптеген генеративтік өркендер береді. Олар әр жылы гүлдейді және жеміс береді. Бұл популяцияда әртүрлі жастық күйлерін жас вегетативтіктен орта генеративтікке дейін кездестіруге болады.

Бұл жерде өсімдіктің қалпына келуі бір қалыпты, яғни популяцияның жағдайына қауіп жоқ деуге болады.

Үшінші популяция. *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің үшінші популяциясы Үлкен Алматы шатқалында, шыршалы белдеуінде, жотаның батыс беткейінде Күмбельсу өзенінің Үлкен Алматы өзеніне құяр жерінен төменірек Үлкен Алматы өзенінің алқабында табылды (теңіз деңгейінен биіктігі 2012-2038 м). Бұл популяция шеңберінде екі ценопопуляция (5 және 6) зерттеліп, талдау жасалды.

ЦП 5 – Күмбельсу өзенінің Үлкен Алматы өзеніне құятын жерінен төменірек оң жағалауында орналасқан. GPS координаттары N43°04.705', E076°58.896', теңіз деңгейінен биіктігі 2012 м. Бұл учаскенің өсімдіктер жабыны қоңырбасты – шыралжың жусанды – кекіре қауымдастығы (ass. *Oxytropis almaatensis* – *Artemisia dracunculus* – *Dactylis glomerata*, *Calamagrostis pavlovi*, *Poa nemoralis*) деп сипатталды, ағаштардың және бұталардың қатысуымен. Проекциялық жабыны 45-50%. Топырағы – аллювиальды-шалғындық шөгінділер. Бұл учаске ауданында 60-70% ірі тастар шығып жатыр. Ағаштардан *Populus tremula*, *Betula tianschanica*, бірлі-жарым *Picea schrenkiana* өсімдігінің жас дарақтары, бұталар (*Lonicera stenantha*, *Salix starkeana*, *Salix viminalis*) кездеседі. Бесінші ценопопуляцияның жалпы ауданы, шамамен 1400 м<sup>2</sup>.

Алматы кекіресінің №5 ценопопуляциясы орналасқан өсімдіктер бірлестігінде 91 туысқа және 32 тұқымдасқа жататын 99 өсімдік түрлері бар екендігі анықталды.

ЦП 6 – Үлкен Алматы өзенінің оң жағында, жотаның батыс беткейінде, тіктігі 50-55° жерінде табылды. GPS координаттары N43°04.700', E076°58.936', теңіз деңгейінен биіктігі 2038 м. Топырағы – таулы қара топырақ, тастылығы 70-80%.

Өсімдіктер жамылғысы әртүрлі шөпті – шыралжың жусанды – кекіре қауымдастығы (ass. *Oxytropis almaatensis* – *Artemisia dracunculus*, *Alfredia nivea*, *Echium vulgare*, *Geranium collinum*, *Hypericum perforatum*) деп анықталып, сипатталды. Проекциялық жабыны 95-100%. Бұл учаскедегі өсімдіктер бірлестігінде 90 туысқа және 39 тұқымдасқа жататын 101 өсімдік түрлері бар екендігі анықталды. Алтыншы ценопопуляцияның жалпы ауданы, шамамен 2200 шаршы метр.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің үшінші популяциясы зерттелген учаскеде өсімдіктер бірлестіктерінің флорасының систематика-

лық құрамы: *Polypodiophyta* – 1 түр, *Gymnospermatophyta* – 1 түр, *Magnoliophyta* – 127 түр. Оның ішінде *Monocotyledoneae* 15, *Dicotyledoneae* – 112 түр. Жалпы алғанда үшінші популяция аумағында 40 тұқымдасқа, 110 туысқа жататын 128 өсімдік түрлері бар екендігі анықталды. Жетекші тұқымдастар: *Asteraceae* 27 түр (21,77%), *Poaceae*, *Rosaceae* және *Fabaceae* – 30 түр (24,20%) әрқайсысынан 10 түрден; *Caryophyllaceae* 9 (7,26%), *Lamiaceae* – 6 түр, *Ranunculaceae* – 5, *Caprifoliaceae* – 5. Тіршілік формаларынан популяцияда гемиокриптофиттер (68,54%) және терофиттер (16,43%) басым екендігі анықталды. Микрофанерофиттер (10,48%), макрофанерофиттер (2,08%).

Академик Н.В. Павлов классификациясы бойынша үшінші популяция өсімдіктер қауымдарында кездесетін пайдалы өсімдіктерді 18 топқа бөлдік: 1) Эррозияға қарсы өсімдіктер – 90; 2) Малазықтық өсімдіктер – 28; 3) Дәрілік өсімдіктер – 20; 4) Балды өсімдіктер – 18; 5) Сәндік өсімдіктер – 15; 6) Витаминді өсімдіктер – 12; 7,8) Эфир-майлы және бояғыш (14), әрқайсысынан 7 түрден; 9) Техникалық өсімдіктер – 5. Қалған топтарда 1 не 2 түрлер ғана. Экологиялық топтары бойынша үшінші популяция шекарасында негізінен мезофиттер (90%) басым. Олардан кейін мезоксерофиттер (8%), ксерофиттерден 3 түр болды. Олар *Festuca sulcata*, *Festuca rubra* және *Achillea millefolium*.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігі ценопопуляцияларының эколого-ценотикалық ерекшеліктері №1 кестеде келтірілген.

Іле Алатауында кездесетін *Oxytropis almaatensis* Ваят. өсімдігінің вегетативтік мүшелерінің анатомиялық құрылысы және биометриялық көрсеткіштері анықталған. Виргинильдік, жас және орташа генеративтік дарақтардың анатомиялық құрылысы салыстырмалы түрде жүргізілді. Барлық популяцияда виргинильдік жастық күйінде тамыр қабығы жас және орташа генеративтік жастық кезеңдерімен салыстырғанда қалың екендігі анықталды. Жапырақ тақтасының анатомиялық құрылысын салыстыру барысында, әртүрлі жастық кезеңіндегі дарақтардың барлығына дорзовентральды, билатеральды мезофилл тән екендігі айқындалды. Жапырақ негізгі фотосинтезге қатысатын өсімдік мүшесі болғандықтан, жапырақ тақтасының ішкі құрылысының ерекшеліктері, әсіресе хлорофиллды ұлпа – мезофиллдің қалыңдығы өсу ортасына, оның ішінде жарыққа тәуелді болуы мүмкін екендігі анықталған (Almerekova 2016: 4).

## Қорытынды

Сонымен, Іле Алатауы жағдайында сирек кездесетін, таралу аймағы шектеулі *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің үш популяциясы Үлкен Алматы және Кіші Алматы шатқалдарынан табылды. Оларға ботаникалық тұрғыдан жан-жақты зерттеулер жүргізілді. Ең бастысы осы үш популяция кездесетін өсімдіктер қауымдастықтарына геоботаникалық сипаттамалар беріліп, флорасына талдау жасалынды. Сонымен бірге, популяция деңгейінде *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің жастық күйлерінің сандық көрсеткіштерін есептеп, оларға сараптама жасалды. Осы зерттеулердің нәтижелері мынадай қорытындылар жасауға мүмкіндік береді. Іле Алатауы жағдайында *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің популяциялары қалыпты жағдайда және оларға тікелей төніп тұрған қауіп жоқ. Олай дейтініміз, бұл түр таудың шыршалы орманды белдеуінің жоғарғы бөлігінде теңіз деңгейінен 2158-2160 м биіктікте кездеседі. Бұл мал жайылмайтын, адамның аяғы жете бермейтін биіктік. Оның үстіне, Іле Алатауының Үлкен және Кіші Алматы шатқалдары Іле Алатауы Ұлттық паркінің аумағына кіреді. Сол себепті, бұл жер ерекше қорғалатын және тұрақты бақылаудағы территория.

*Oxytropis almaatensis* өсімдігінің осы үш популяциясының жағдайын бірдей деп айтуға келмейді. Әсіресе, Үлкен Алматы шатқалында кездесетін бірінші және үшінші популяциялар табиғи жолмен өзгерістерге ұшырап отыруы әбден мүмкін. Себебі, бірінші популяция биік тау жотасының етегіндегі грунты бос жерді алып жатыр. Бұл жерде жыл сайын қыста және ерте көктемде қар көшкіні жиі орын алып отырады. Бұл табиғаттың тылсым күші физикалық заңдылыққа ғана тәуелді, басқа заңға мүлдем бағынбайды. Қар көшкіні жоғарыдан өзімен бірге ірілі-ұсақты тастарды төмен қарай домалатады, тіптен топырақ бетін бірқатар сындырып, етекке түсіреді. Осылайша таудың жағдайында қар көшкіні эрозия тудырады және биік жыраның етегін жаңа шөгінділер басады. Бұл сөз жоқ осы жерде өсетін *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің популяциясына қауіп төндіреді. Популяция деңгейінде генеративтік және сенильдік дарақтардың аз кездесуін немесе мүлдем кездеспеуін осымен түсіндіруге болады. Үшінші популяцияға келсек, ол қар көшкіні болып тұратын биік жотаның етегінде және Үлкен Алматы өзенінің аңғарындағы тұрақсыз субстратта кездеседі.

1-кесте – *Oxytropis almaatensis* өсімдігі ценопопуляцияларының экология-ценогикалық сипаттамасы

Популяция нөмірі	Ценопопуляциялар			Онтогенетикалық күйі, саны/м <sup>2</sup>						Орналасқан жері, GPS координаттары, топырақ типі, теңіз деңгейінен биіктігі, беткейі, тіктігі	Аты	Фитоценоз типі		Топырағы	
	Нөмірі	Ауданы, м <sup>2</sup>	Дарактар саны, м <sup>2</sup>	V1 жас виргинилдік	V2 орта виргинилдік	V1 жас генеративтік	g1 орта генеративтік	g2 орта генеративтік	g3 піскен генеративтік			SS субсенильдік	Процсиялық жабыны, %	Түрлер саны	Орташа ығындылығы 0-50 қабатында
1	1	1400	7,9±1,0	бірлі-жарым	1,6±0,6	2,7±0,7	3,0±0,47	бірлі-жарым	0	Іле Алағауының Үлкен Алматы шаңқалында, Құмбельсу өзенінің оң жағалауында, беткейдің батыс экспозициясында, тіктігі 70°, топырағы таулық кара-қоңыр, 30% дейін тасты. GPS бойынша координаты №43°04864', E 076°59604' теңіз деңгейінен биіктігі 2160 м	Қоңырбасты-көкірегі әртүрлі шөптер (ass. <i>Geranium collinum</i> , <i>Thymus marschallianus</i> , <i>Ziziphora interupta</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Oxytropis almaatensis-vulgare</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Poa bulbosa</i> )	75-80	107	3,6-4,1	7,1-7,5
	2	2650	9,8±1,1	бірлі-жарым	3,8±0,71	4,1±0,53	1,5±0,34	бірлі-жарым	0	Іле Алағауының Үлкен Алматы шаңқалында, Құмбельсу өзенінің оң жағалауында, беткейдің батыс экспозициясында тіктігі 75-80°, топырағы таулық кара-қоңыр топырақ, тастылығы 55-60%. GPS бойынша координаты N43°04853 және E076°59578'	Әртүрлі шөпті-қоңырбасты-емтікпен ассоциациясынан тұратындығы анықталды (ass. <i>Alfredia nivea- Elymus ischimganicus</i> , <i>Poa saeprrosa</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Cala-magrostis pavlovii- Oxytropis almaatensis</i> , <i>Aquilegia atro-vinosa</i> , <i>Sisymbrium crassifolium</i> , <i>Hypericum perforatum</i> , <i>Echium vulgare</i> )	70-75	123		

Популяция нөмірі	Ценопопуляциялар			Онтогенетикалық күйі, саны/м <sup>2</sup>						Орналасқан жері, GPS координаттары, топырақ типі, теңіз деңгейінен биіктігі, беткейі, тіктігі	Фитоценоз типі	Топырағы			
	Нөмірі	Ауданы, м <sup>2</sup>	Дарактар саны, м <sup>2</sup>	V1 жас виргинилдік	V2 орта виргинилдік	g1 жас генеративтік	g1 орта генеративтік	g2 генеративтік	g2 піскен генеративтік			SS субсенилдік	Проценттік жабыны, %	Түрлер саны	Орташа ылғалдылығы
II	3	1350	8,8±0,0	0	2,1±0,5	5,3±0,9	1,4±0,48	0	0	0	Іле Алатауының Кіші Алматы шағалында Сарысай беткейіндегі солтүстік-батыс беткейінде, тіктігі 35-40°, топырағы – таулық қара топырақ, GPS бойынша координаты N43°08,490' және E007°04,198', т.д.б. – 2012м	Әртүрлі шөгі – қонырбастар (ass. <i>Festuca sulcata</i> , <i>Koelisia gracilis</i> , <i>Poa stepposa</i> , <i>Dactylis glomerata</i> – <i>Eremurus robustus</i> , <i>Polygonum songoricus</i> , <i>Dianthus tianschanicus</i> , <i>Erysimum transsibanicum</i> , <i>Oxytropis almaatensis</i> )	99		
	4	1300	6,3±0,5	бірлі-жарым	1,5±0,22	3,3±0,62	1,4±0,27	0	0	0	Іле Алатауының Кіші Алматы шағалында Сарысайдың оң жағалауындағы беткейдің оңтүстік-батыс экспозициясы, тіктігі 40-45°, топырағы – таулық қара топырақ, тастар 10-15 %. GPS бойынша координаты N43°08.421', E077°04.358'. Т.д.б. – 2055м	Әртүрлі шөгі-қонырбастар (ass. <i>Festuca sulcata</i> , <i>Poa stepposa</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Dactylis Glomerata</i> , <i>Ferula kelleri</i> , <i>Ferula akitschkensis</i> , <i>Echium italicum</i> , <i>Nepeta rannonica</i> , <i>Ziziphora bungeana</i> , <i>Verbascum thapsus</i> , <i>Hypericum perforatum</i> )	106	2,5-2,6	7,1-7,5

Популяция нөмірі	Ценопопуляциялар			Онтогенетикалық күйі, саны/м <sup>2</sup>						Фитоценоз типі			Топырағы		
	Нөмірі	Ауданы, м <sup>2</sup>	Дарактар саны, м <sup>2</sup>	V1 жас виргинилділік	V2 орта виргинилділік	V1 жас генеративтік	g1 орта генеративтік	g2 орта генеративтік	g3 піскен генеративтік	SS субсенильділік	Орналасқан жері, GPS координаттары, топырақ типі, теңіз деңгейінен биіктігі, беткейі, тіктігі	Аты	Проксиялық жабыны, %	Түрлер саны	Орташа ығындылығы 0-50 қабатында
III	5	1400	8,0±1,2	2,6± 1,03	0,5± 0,22	2,9± 0,48	1,7± 0,33	бірлі- жарым	0	Іле Алағауының Үлкен Алматы өзенінің оң жағалауы алқабында Күмбельсу өзенінің құятын жерінен төменірек, топырағы аллювий-шалғындық, үгінділер, жер бетіндегі тастар 60-70%. GPS бойынша координаты N43°04.705', E076°58.896', теңіз деңгейінен биіктігі 2012м.	Қоңырбасты – шыралжың жусанды – кекіре (ass. <i>Oxytropis almaatensis</i> – <i>Artemisia dracunculus</i> – <i>Dactylis Glomerata</i> , <i>Calamagrostis philoides</i> , <i>Poa nemoralis</i> )	45-50	99	1,13-1,5	7,9-8,2
	6	2200	13,5±3,1	5,2± 1,7	1,4± 0,43	4,9± 1,38	1,4± 0,27	бірлі- жарым	0	Іле Алағауының Үлкен Алматы өзеніне Күмбельсудің құятын жеріне жақын оң жағалауындағы жотаның батыс беткейінде, тіктігі 50-55°, топырағы – таулық қаратопшырақ, тастылығы 70-80%. GPS бойынша координаты N43°04.700', E076°58.936', т.д.б. – 2038м.	Әртүрлі шөпті – шыралжын жусанды – кекіре (ass. <i>Oxytropis almaatensis</i> – <i>Artemisia dracunculus</i> , <i>Alfredia nivea</i> , <i>Echium vulgare</i> , <i>Geranium collinum</i> , <i>Hypericum perforatum</i> )	95-100	101		

Бұл популяция бір жағынан қар көшкінінен зардап көрсе, екіншіден су тасқынынан (селден) зиян шегеді. Тасқынды судың жойқын күшінен болатын апаттың зардабы, қар көшкінінен де артығырақ болады. Сондықтан, тау өзені аңғарындағы *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің популяциясы тұрақты бола қоймайды. Тасқын судың жойқын күші, әсіресе таудың маңайында шөптесін өсімдіктерді былай қойғанда, ағаштардың өзін құлатып, жапырып кетеді, тіптен өзен арнасын басқа жаққа бұрып жіберуі де мүмкін. Бірақ, *Oxytropis almaatensis* өсімдігі осындай тұрақсыз, бос субстратта ерекше жақсы өседі және ол осындай жерлерге жақсы бейімделген. Ылғалы жеткілікті, бос шөгіндінің үстіне түскен *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің тұқымы тез өніп, өскін бере алады. Сондықтан, бұл жерлерде қар көшкінінен және тасқын сулардың әсерінен жойылған сенильдік және субсенильдік дарактарды, жаңа пайда болған жас дарактар алмастырып отырады.

Ал, *Oxytropis almaatensis* өсімдігінің Кіші Алматы шатқалынан табылған екінші популяциясы мүлдем басқа жағдайда өсіп тұр. Бұл жерде зерттеуге алынған өсімдік популяциясы тау жотасының қырқасындағы биік жерлерде, ең бастысы қатты субстратта өседі. Сондықтан, оған қар көшкіні де, су тасқыны да еш әсер етпейді. Бұл ең тұрақты популяция. Бір ғана қауіп бар. Ол осы популяцияның тау шаңғысына арналған Шымбұлақ спорттық базаға жақын орналасуы.

Сондықтан, осы популяция кездесетін жерлерге болашақта коттеждер салынуы мүмкін. Осыған жол бермеу керек. Ол үшін *Oxytropis almaatensis* өсімдігі кездесетін жерлерінің координаттары, оны сақтауға байланысты Алатау Ұлттық паркіне ұсыныс беріледі.

*Oxytropis almaatensis* популяцияларындағы генетикалық алуантүрлілік және популяция аралық дифференциясы дәрежесін зерттеу нәтижесі, өзгергіштіктің жоғары деңгейі екінші популяцияда байқалса, аз өзгергіштік бірінші және үшінші популяцияларда айқындалған. Зерттелген популяцияларда AFLP маркерлері 5% популяция аралық және 95% популяция ішілік өзгергіштікті көрсеткен. Екінші популяция 1 және 3 популяциялардан айырмашылығы географиялық қашықтығына сәйкес екендігін көрсетті. Генетикалық қашықтықты AFLP маркерлері негізінде анықтау популяциялардың географиялық қашықтығымен нақты, анық корреляцияда екендігін көрсетті. Бұл міндет бойынша алынған нәтижелерді арнайы ғылыми шолу жасап, келешекте Халықаралық журналда жариялаймыз.

Дегенмен, *Oxytropis almaatensis* өсімдігі сирек және ареалы шектеулі эндем өсімдік болғандықтан, келешекте жоғалып кетпес үшін келесі шараларды жүргізуді ұсынамыз: 1) Барлық үш популяцияларға да тұрақты мониторинг жұмысын жүргізу қажет. 2) Қазақстан Республикасындағы ботаникалық бақтарда интродукцияға ендіру қажет.

#### Әдебиеттер

- 1 Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с. ISBN 978-966-680-654-6.
- 2 Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – Казань, 1989. – 146 с.
- 3 Красная книга Казахстана. Том 2. Часть 1. Растения. – Алматы: АртPrintXXI, 2014. – 452 с. ISBN: 978-601-80334-7-6.
- 4 Иващенко А.А., Мухитдинов Н.М., Абидкулова К.Т., Аметов А.А. Некоторые особенности биологии редкого узкоэндемичного вида *Oxytropis almaatensis* Bajt (Fabaceae) // Матер. междунар. юбилейной конф., посв. 80-летию основания Ереванского ботанического сада. – Ереван, 2015. – С. 30-36.
- 5 Гиляров А.М. Популяционная экология. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.
- 6 Куликова Г.Г. Охрана растительного покрова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 103 с.
- 7 Яговкина О.В. Эколого-биологические особенности некоторых видов рода *Pulsatilla* Mill в условиях Удмуртской Республики: автореф. ... к.б.н.: 03.02.08, 03.02.01. – Пермь, 2010. – 20 с.
- 8 Caujape-Castells J., Marrero-Rodriguez A., Vaccarani-Rosas M., Cabrera-Garcia N., Vilches-Navarrete B. Population genetics of the endangered Canarian endemic *Atractylis arbuscula* (Asteraceae): implications for taxonomy and conservation // Plant systematics and evolution. – 2008. – № 274(1-2). – P. 99-109. DOI 10.1007/s00606-008-0033-z
- 9 McCauley R.A., Cortes-Palomec A.C., Oyama K. Distribution, genetic structure, and conservation status of the rare microendemic species, *Guaiaecum unijugum* (Zygophyllaceae) in the Cape Region of Baja California, Mexico // Revista Mexicana de biodiversidad. – 2010. – № 81 (3). – P. 745-758
- 10 Lebeda A., Kitner M., Křístková E., Doležalová I., Beharav A. Genetic polymorphism in *Lactuca aculeata* populations and occurrence of natural putative hybrids between *L. aculeata* and *L. serriola* // Biochemical Systematics and Ecology. – 2010. – №42. – P.113-123. DOI 10.1016/j.bse.2012.02.008.
- 11 Lauterbach D., Ristow M., Gemeinholzer B. (2011) Genetic population structure, fitness variation and the importance of population history in remnant populations of the endangered plant *Silene chlorantha* (WILLD.) Ehrh. (Caryophyllaceae). // Plant Biology. – 2011. – №.13 (4). – P. 667-777. DOI 10.1111/j.1438-8677.2010.00418.x

- 12 Mohamed A. El-Sheikh. Population structure of woody plants in the arid cloud forests of Dhofar, southern Oman // *Acta Bot. Croat.* – 2013. – №72 (1). – P.97-111. DOI 10.2478/v10184-012-0008-6
- 13 Brinkmann K., Pazelt A., Dickhoefer U., Schlecht E., Buerkert A. Vegetation patterns and diversity along an altitudinal and grazing gradient in the Jabal al Akhdar mountain range of northern Oman // *Journal of Arid Environments*. – 2009. – №73. – P.1035-1045. DOI 10.1016/j.jaridenv.2009.05.002
- 14 Coomes D. A., Allen R. B. Mortality and tree size distributions in natural mixed-age forests // *Journal of Ecology*. – 2007. – №95. – P.27-40. DOI 10.1111/j.1365-2745.2006.01179.x
- 15 Hildebrandt A., Al Aufi M., Amerjeed M., Shammam M., Eltahir E. A. B. Eco-hydrology of a seasonal cloud forest in Dhofar: 1. Field experiment // *Water Resources Research*. – 2007. – № 43. – W10411. DOI 10.1029/2006WR005261
- 16 Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // *Труды БИН АН СССР. Серия 3. Геоботаника*. – М., 1950. – С. 7-124.
- 17 Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // *Биол. науки*. – 1975. – № 2. – С. 7-34.
- 18 Голубев В.Н., Молчанов Е.Ф. Методические указания к популяционно-количественному и эколого-биологическому изучению редких, исчезающих и эндемичных растений Крыма. – Ялта: Изд-во Никитского бот. сада, 1978. – 41 с.
- 19 Заугольнова Л.Б. Структура популяции семенных растений и проблема их мониторинга: автореф. ... д.б.н.: 03.00.05. – СПб., 1994. – 70 с.
- 20 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: 1960. – 208 с.
- 21 Пермяков А.И. Микротехники. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 58 с.
- 22 Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методики – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 312 с. ISBN: 5-211-06103-9
- 23 Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1990. – 352с.
- 24 Удольская Н.Л. Введение в биометрию. – Алма-Ата: «Наука» Казахской ССР, 1976. – 83 с.
- 25 Sramko G., Molnar V. A., Hawkins J.A., Bateman R.M. Molecular phylogeny and evolutionary history of the Eurasiatic orchid genus *Himantoglossum* S.I. (Orchidaceae) // *Annals of Botany*. – 2014. – № 114. – P.1609-1626. DOI: 10.1093/aob/mcu179
- 26 Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., van de Lee T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kuiper M., et al. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting // *Nucleic Acids Res.* – 1995. – №23. – P. 4407-4414.
- 27 Peakall R., Smouse P.E. GenALEX 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update // *Bioinformatics*. – 2012. – №28. – P.2537–2539.
- 28 Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина А.В., Қаржаубаева Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: Справочное издание. – Алматы, 2014. – 200 с.
- 29 Павлов Н.В. Растительное сырье Казахстана (Растение: их вещества использование). – Ленинград: Изд-во АН СССР, 1947. – 552 с.
- 30 Almerikova Sh.S., Mukhitdinov N.M., Kurmanbayeva M.S. Biometric data of anatomical structure of vegetative organs of rare, narrowly endemic species *Oxytropis almaatensis* Bajt. in Trans-Ili Alatau mountains (Kazakhstan) // *al-Farabi KazNU Vestnik Biological series*. – Almaty, 2016. – №3(68). – P. 4-13.

## References

- 1 Zlobin, YuA, Sklyar, VG and Klimenko, AA The populations of rare plant species, the theoretical basis and study methodology [Populjacija redkih vidov rastenij: teoreticheskie osnovy i metodika izuchenija]. Sumy: University Book, 2013. ISBN 978-966-680-654-6 (In Russian).
- 2 Zlobin YuA Principles and methods of studying the cenotic populations of the plant [Principy i metody izuchenija cenoticheskikh populjacij rastenij] Kazan, 1989. (In Russian).
- 3 Red List of Kazakhstan II edition. Vol. 2: Plants [Krasnaja kniga Kazahstana. Tom 2. Rastenija.]. Almaty: «АртPrintXXI», 2014. ISBN: 978-601-80334-7-6 (In Russian).
- 4 Ivashchenko AA et al., «Some features of the biology of the rare narrow endemic species *Oxytropis almaatensis* Bajt (Fabaceae)» (paper presented at the Int. conf. dedicated to the 80th anniversary of the foundation of the Yerevan Botanical Garden, Yerevan, The Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Armenia, [Nekotorye osobennosti biologii redkogo uzkojendemichnogo vida *Oxytropis almaatensis* Bajt (Fabaceae), Materialy mezhdunarodnoj jubilejnoy konferencii, posvjashhennoj 80-letii osnovanija Erevanskogo botanicheskogo sada, Erevan, Institut botaniki NAN RA] 2015). (In Russian).
- 5 Gilyarov, AM Population ecology [Populjacionnaja jekologija]. Moscow: University Press, 1990. (In Russian)
- 6 Kulikova, GG Protection of vegetation cover [Ohrana rastitel'nogo pokrova]. Moscow: MSU Publishing House, 1992. (In Russian)
- 7 Yagovkina OV, «Ecological and biological features of some species of the genus *Pulsatilla* Mill in the Udmurt Republic» [Ekologo-biologicheskie osobennosti nekotoryh vidov roda *Pulsatilla* Mill v uslovijah Udmurtskoj Respubliki]. (Abstract of cand. diss. of boil. sciences, Perm, 2010) (In Russian)
- 8 Caujape-Castells et al. «Population genetics of the endangered Canarian endemic *Atractylis arbuscula* (Asteraceae): implications for taxonomy and conservation», *Plant systematics and evolution*, 274 (2008): 99-109. doi: 10.1007/s00606-008-0033-z
- 9 McCauley, RA, Cortes-Palomec, AC and Oyama, K «Distribution, genetic structure, and conservation status of the rare microendemic species, *Guaiaacum unijugum* (Zygophyllaceae) in the Cape Region of Baja California, Mexico» *Revista Mexicana de biodiversidad* 81(2010): 745-58.

- 10 Lebeda, A et al. «Genetic polymorphism in *Lactuca aculeata* populations and occurrence of natural putative hybrids between *L. aculeata* and *L. serriola*» *Biochemical Systematics and Ecology* 42 (2010): 113-23. doi: 10.1016/j.bse.2012.02.008
- 11 Lauterbach D, Ristow M and Gemeinholzer B. «Genetic population structure, fitness variation and the importance of population history in remnant populations of the endangered plant *Silene chlorantha* (WILLD.) Ehrh. (Caryophyllaceae)» *Plant Biology* 13 (2011): 667-77. doi: 10.1111/j.1438-8677.2010.00418.x
- 12 Mohamed, A. El-Sheikh «Population structure of woody plants in the arid cloud forests of Dhofar, southern Oman» *Acta Bot. Croat.* 72 (2013): 97-111. Accessed June 15, 2017. doi: 10.2478/v10184-012-0008-6
- 13 Brinkmann, K et al. «Vegetation patterns and diversity along an altitudinal and grazing gradient in the Jabal al Akhdar mountain range of northern Oman» *Journal of Arid Environments* 73 (2009): 1035-45. doi: 10.1016/j.jaridenv.2009.05.002
- 14 Coomes, DA and Allen RB «Mortality and tree size distributions in natural mixed-age forests» *Journal of Ecology*, 95 (2007): 27-40. doi: 10.1111/j.1365-2745.2006.01179.x
- 15 Hildebrandt, A et al. «Eco-hydrology of a seasonal cloud forest in Dhofar: 1. Field experiment» *Water Resources Research* 43 (2007): W10411. doi: 10.1029/2006WR005261
- 16 Rabortnov, TA «The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses» *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR, Academy of Sciences [Zhiznennyj cikl mnogoletnih travjanistyh rastenij v lugovyh cenozah] Series 3 Geobotany (1950): 7-124. (In Russian)*
- 17 Uranov, AA The age range of phytocenopopulation as a function of time and energy wave processes *Biol. Science [Vozrastnoj spektr fitocenopopuljacji kak funkcija vremeni i jenergeticheskix volnovyx processov. Biol. Nauki] 2 (1975): 7-34. (In Russian)*
- 18 Golubev, VN and Molchanov, EF Methodical instructions to the population-quantitative and ecological-biological study of rare, endangered and endemic plants of the Crimea [Metodicheskie ukazaniya k populjacionno-kolichestvennomu i jekologo-biologicheskomu izucheniju redkih, ischezajushhih i jendemichnyh rastenij Kryma]. Yalta: Publishing house Nikitsk botanical garden, 1978. (In Russian)
- 19 Zaugol'nova, LB. «Structure of the population of seed plants and the problem of their monitoring» [Struktura populjacji semennyh rastenij i problema ih monitoringa] (Abstract of doct. diss. of biol sciences, St. Petersburg, 1994). (In Russian)
- 20 Prozina, MN Botanical Microelectronics [Botanicheskaja mikrotehnika]. Moscow, 1960 (In Russian)
- 21 Permyakov, AI Microtechnology [Mikrotehniki]. Moscow: MSU, 1988. (In Russian)
- 22 Barykina, RP et al. Reference book botanical microtechnology, fundamentals and methods. [Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnike, osnovy i metody. MGU, Moskva]. Moscow: MSU, 2004. ISBN: 5-211-06103-9. (In Russian).
- 23 Lakin, GF Biometrics. [Biometrija]. Moscow: Higher School, 1990. ISBN: 5-06-000471-6. (In Russian).
- 24 Udolskaya, NL Introduction to biometrics [Vvedenie v biometriju]. Alma-Ata: Science of Kazakh SSR, 1976. (In Russian).
- 25 Sramko, G et al. «Molecular phylogeny and evolutionary history of the Eurasiatic orchid genus *Himantoglossum* S.I. (Orchidaceae)» *Annals of Botany* 114 (2014): 1609-26. doi: 10.1093/aob/mcu179
- 26 Vos, P et al. «AFLP: a new technique for DNA fingerprinting» *Nucleic Acids Res* 23 (1995): 4407-4414.
- 27 Peakall R and Smouse PE «GenALEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update» *Bioinformatics* 28 (2012): 2537–39.
- 28 Grudzinskaya, LM et al. Annotated list of medicinal plants in Kazakhstan: a reference book [Annotirovannyj spisok lekarstvennyh rastenij Kazahstana: spravochnoe izdanie]. Almaty, Kazakhstan, 2014. (In Russian)
- 29 Pavlov, NV Vegetable raw materials of Kazakhstan (Plant: their substances use), [Rastitel'noe syr'e Kazahstana (Rastenie: ih veshhestva ispol'zovanie)]. Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1947. (In Russian)
- 30 Almerkova ShS, Mukhitdinov NM and Kurmanbayeva MS «Biometric data of anatomical structure of vegetative organs of rare, narrowly endemic species *Oxytropis almaatensis* Bajt. in Trans-Ili Alatau mountains (Kazakhstan)» *Vestnik* 3 (2016): 4-13.



**Бержанова Р.Ж., Мукашева Т.Д., Игнатова Л.В.,  
Сыдыкбекова Р.К., Бектилеуова Н.К., Омирбекова А.А.**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, e-mail: raihan\_07\_77@mail.ru

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКТИНОБАКТЕРИЙ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ КАЗАХСТАНА И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ**

В данной статье обсуждаются вопросы специфики разнообразия актиномицетных комплексов разных типов почв Казахстана. Известно, что почва является гетерогенной средой обитания и в ней содержатся различные группы и виды микроорганизмов. Среди микроорганизмов наиболее распространенными являются почвенные актиномицеты. Именно в почве содержится их основное количество. Каждый тип почвы отличается по составу микробного ценоза, что создает впечатление существенной динамики в их численности. По результатам определения численности актинобактерий в почве можно сказать об их обилии и богатстве, данные показатели зависят от глубины и типа почв. Количество актиномицетов в исследуемых 15 почвенных образцах Казахстана составило от  $10^3$  до  $10^5$  КОЕ/г почвы. Актиномицетные комплексы исследуемых почв отличаются значительно большим таксономическим разнообразием. От частоты встречаемости актиномицетный комплекс дифференцировали на группы видов: доминирующие ( $\geq 85\%$ ), типичные частые ( $\geq 60\%$ ), типичные редкие ( $\geq 40\%$ ) и случайные ( $< 40\%$ ). Также выявлено, что сукцессионные изменения в комплексе актиномицетов в одной и той же почве существенно зависят от её влажности. В изученных почвенных комплексах актиномицетов в большинстве случаев наиболее стабильными и доминирующими являются стрептомицеты. В ходе выполнения работы определена биосинтетическая активность у 338 изолятов актинобактерий. Установлено, что 94 штамма обладали протеолитической активностью, целлюлозолитическая активность выявлена у представителей рода *Streptomyces*. Выраженная амилолитическая активность характерна для родов *Actinomadura* и *Streptomyces*. Способность к фиксации азота установлена у родов *Actinomadura* и *Chainia*. Обобщая результаты исследований, можно отметить, что комплекс актиномицетов в различных типах почвах Казахстана представлен родами *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Streptosporangium*, *Actinomadura* и *Chainia*.

**Ключевые слова:** актиномицеты, стрептомицеты, фосфатмобилизация, целлюлозолитическая, амилолитическая, азотфиксирующая активности.

Berzhanova R.Zh., Mukasheva T.D., Ignatova L.V.,  
Sydykbekova R.K., Bektyleuova N.K., Omyrbekova A.A.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: raihan\_07\_77@mail.ru

### **Distribution of actinobacteria in some soils of Kazakhstan and their ecological functions**

This article discusses the specifics of the diversity of actinomycete complexes of different soil types in Kazakhstan. It is known that the soil is a heterogeneous habitat and it contains various groups and types of microorganisms. Among the microorganisms, the most common are soil actinomycetes. It is in the soil contains their basic quantity. Each type of soil differs in composition of the microbial cenosis, which creates the impression of significant dynamics in their numbers. The purpose of this study was to study the quantitative and qualitative composition of actinomycetes of the main soil types in Kazakhstan, identify the dominant groups and determine their biological significance. When determining the number of actinobacteria in the soil, one can say about their abundance and richness, and these indicators depend on the depth and type of soils. The number of actinomycetes in the studied 15 soil samples

in Kazakhstan was from 103 to 105 CFU / g soil. The actinomycete complexes of the investigated soils are distinguished by a considerably greater taxonomic diversity. The frequency of occurrence of the actinomycete complex was differentiated into groups of species: dominant ( $\geq 85\%$ ), typical frequent ( $\geq 60\%$ ), typical rare ( $\geq 40\%$ ) and random ( $< 40\%$ ). It was also revealed that the succession changes in the complex of actinomycetes in the same soil essentially depend on its moisture content. In the studied soil complexes of actinomycetes, in most cases, the most stable and dominant are streptomycetes. The main background in the soils was composed of representatives of the genus *Streptomyces*. In the course of the work, biosynthetic activity was determined in 338 isolates of actinobacteria. It was found that 94 strains had proteolytic activity, cellulolytic activity was detected in representatives of the genus *Streptomyces*. The expressed amylolytic activity is characteristic for the genera *Actinomadura* and *Streptomyces*. The ability to fix nitrogen is established in the genera *Actinomadura* and *Chainia*. It was found that most strains produced IAA in the amount of  $3 \mu\text{g} / \text{ml}$  to  $15 \mu\text{g} / \text{ml}$ , they can be classified as inactive. The remaining 55 strains produced IAA in excess of  $25 \mu\text{g} / \text{ml}$ . As a result of the studies, many members of the genus *Streptomyces* have found a phytohormone-like effect, more closely related to auxin-like activity. They also have the ability to synthesize the enzymes of the cellulase complex. 42 strains of actinobacteria actively producing acid metabolites are selected. These strains can be attributed to phosphate-solubilizing cultures of representatives of the genus *Streptomyces*. Summarizing the results of the studies, it can be noted that the complex of actinomycetes in various types of soils in Kazakhstan is represented by the genera *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Streptosporangium*, *Actinomadura* and *Chainia*. As a result of the work carried out, new microbiological fertilizers will be developed, which, being environmentally friendly, can provide increased yields of crops, improve their health and promote the production of improved quality. The work was done within the framework of the project № 0211PK01075 «Development of a scientific and methodological and information database on microbiological diversity of soils in Kazakhstan» under the program: «Scientific and methodological support for the creation of inventories of biological resources of the Republic of Kazakhstan», funded by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

**Key words:** Actinomycetes, streptomycetes, phosphate mobilization, cellulolytic, amylolytic, nitrogen-fixing activities.

Бержанова Р.Ж., Мұқашева Т.Д., Игнатова Л.В.,  
Сыдыкбекова Р.К., Бектилеуова Н.К., Әмирбекова А.А.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: raihan\_07\_77@mail.ru

### Қазақстанның кейбір топырақтарындағы актинобактериялардың таралуы және олардың экологиялық функциялары

Бұл мақалада Қазақстанның әртүрлі топырақтарындағы актиномицеттердің алуантүрлілігіне қатысты мәселелер талқыланады. Топырақ гетерогенді орта болғандықтан, онда микроорганизмдердің әртүрлі топтары мен түрлері тіршілік етеді. Микроорганизмдердің арасында актиномицеттер едәуір кең таралған. Олардың негізгі мөлшері нақты топырақта болады. топырақтың әр түрі ондағы микробтық ценоздың құрамына байланысты ерекшелінетіндіктен, олардың санының белгілі бір динамикасын құрайды. Топырақтағы актинобактериялардың санын анықтау кезіндегі көрсеткіштердің мәліметтері топырақтың түрі мен тереңдігіне байланысты болады. Зерттелінген Қазақстанның 15 түрлі топырақ үлгілеріндегі актиномицеттердің саны  $10^3$  нен  $10^5$  дейін КТБ/г топырақ болды. Зерттелінген топырақтардағы актиномицетті кешен таксономиялық алуантүрлілігімен едәуір ерекшеленді. Актиномицетті кешен кездесу жиілігіне қарай түрлердің мынадай топтарына жіктелді: доминирлеуші ( $\geq 85\%$ ), кәдімгі сирек ( $\geq 40\%$ ) және кездейсоқ ( $< 40\%$ ). Сонымен қатар, актиномицеттер кешеніндегі сукцессиялық өзгерулер белгілі бір топырақтың ылғалдылығына тәуелді болады. Зерттелген топырақтарда актиномицетті кешенде стрептомицеттер көптеген жағдайда едәуір тұрақты және доминирлеуші болды. Жұмысты орындау барысында 338 изоляттың биосинтетикалық белсенділігі анықталды. Олардың арасында 94 штамның протеолитикалық белсенділігі бар екендігі көрсетілді, *Streptomyces* туысының өкілдерінде целлюлозалитикалық белсенділік бар екендігі анықталды. *Actinomadura* және *Streptomyces* туыстарында амилитикалық белсенділік айқын байқалды. Азотты фиксациялау қабілетті *Actinomadura* және *Chainia* туыстары көрсетті. Жүргізілген зерттеулерді қорытындылай келе, Қазақстанның әртүрлі топырақтарындағы актиномицетті кешендерінде негізінен *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Streptosporangium*, *Actinomadura* және *Chainia* туыстарының өкілдері құрады. Алынған нәтижелер биологиялық белсенділігі жоғары биопрепараттар жасауда қолданылады. Жасалған биопрепараттар ҚР ауылшаруашылығы министрлігіне және шаруа қожалықтарына топырақтың құнарлылығын арттыру үшін қолдануға ұсынылады.

**Түйін сөздер:** актиномицеттер, стрептомицеттер, фосфатмобилизирлеу, целлюлозалитикалық, амилитикалық, азотфиксирлеуші белсенділік.

## Введение

Для микроорганизмов в почве, за счет ее гетерогенности, создается множество сред обитания (Звягинцев, 1987:256; Добровольский, 2009: 1222-1232). Отмечается, что в почвах разных типов более 90 % микробной биомассы представлено грибами (Полянская и др., 1995: 322-328; Agifuzzaman et al., 2010:4615-4619), численность которых достигает 8–1000 тыс. КОЕ/г почвы. Численность актиномицетов и бактерий составляет от 0,1 – 35 до 3 – 90 млн. КОЕ/г почвы соответственно (Черников и др., 2000:536). Итак, актиномицеты или актинобактерии являются неотъемлемым компонентом почвенного микробиоценоза (Звягинцев и Зенова, 2001:257; Stackebrandt et al., 1997:479-491), способны к формированию ветвящегося мицелия, размножаться фрагментами мицелия и спорами (Бабьева и Зенова, 1983:248). К числу факторов, определяющих содержание актиномицетов в почве, относятся: тип биогеоценоза (Зенова и Звягинцев, 2002:132), сезонность (Аристовская, 1980:187), динамика поступления в почву органических веществ, гидротермический режим (Звягинцев и Зенова, 2007:109), кислотность почвы (Широких и Широких, 2004:332). Установлено, что, в качестве постоянных представителей актиномицетных комплексов почв лесных биогеоценозов выступают стрептомицеты (Зенова и др., 1996:1347-1351), тогда как представители рода *Micromonospora* часто являются минорными компонентами (Зенова и др., 1994:553-560; Грачева, 2004). Также авторами было показано, что в стрептомицетных комплексах лесных биогеоценозов доминируют (от 65 %) представители секции *Cinereus Achromogenes*, а в качестве типичных частых отмечаются виды, принадлежащие к секциям и сериям *Cinereus Chrysomallus*, *Albus Albus*, секции *Imperfectus* (Звягинцев и Зенова, 2001:257).

По таксономическому составу актиномицетных комплексов можно составить представление об их экологических функциях. Так, преобладание в пустынных почвах бактерий актиномицетной линии, большинство из которых обладают гидролитической активностью, коррелируется с быстрыми темпами деструкции растительного опада в пустынных экосистемах (Добровольская и др., 2009:1222-1232; Добровольский и Никитин, 2012: 412; Torsvik and Ovreas, 2002:240-245). Таким образом, изучение бактериального разнообразия в почвах разных природно-климатических зон позволит составить представле-

ние о функциях бактериальных сообществ, связанных с их участием в процессах разложения растительного опада и круговорота различных элементов в биогеоценозе. Бактериальное разнообразие разных типов почв определяется многими экологическими факторами: содержанием органического вещества, влажностью, кислотностью среды, концентрацией солей. От сочетания этих факторов, определяющих тип почвообразования, зависит соотношение таксонов в бактериальных комплексах почв. В настоящей работе делается акцент на характеристике микробного разнообразия в пределах почвенного яруса целинных типов почв Казахстана.

Цель данной работы – изучение количественного и качественного состава актиномицетов основных типов почв Казахстана, выявление доминирующих групп и определение их биологической значимости.

## Материал и методы исследования

Объектами исследования служили 15 почвенных образцов (таблица 1), отобранных в летний период.

**Питательные среды:** казеин-глицериновая среда; среда с пропионатом натрия; овсяная среда; органический агар 2; глицерин-нитратная среда; пептонно-дрожжевая с железом среда; минеральный агар 1 (Звягинцева, 1991:304).

*Численность актиномицетов* определяли методом посева из разведений почвенных суспензий на агаризованные среды (Методы почвенной микробиологии, 1991). Родовую структуру комплексов характеризовали на среде с пропионатом натрия, видовую структуру рода *Streptomyces* – на казеин-глицериновом агаре (КГА) (Зенова, 2002). Перед посевом образцы почв прогревали при 70°C в течение 4 часов для ограничения роста немиецелиальных бактерий. Чашки с посевами инкубировали при 27°C в течение 2-3 недель (Звягинцева, 1991:304; Stephen, 2014:136-140).

Биоразнообразие актиномицетных комплексов определяли методом посева из разведений почвенных суспензий на агаризованные среды. Морфологические свойства использовали для отнесения актиномицетов к определённым таксонам (Звягинцева, 1991:304).

*Дифференцированный учёт колоний актиномицетов*, проводили в световом микроскопе Биолам Р-11 при увеличении  $\times 120$  и  $\times 600$ . Морфологические свойства использовали для отнесения актиномицетов к определённым таксонам.

**Таблица 1** – Тип почв и места взятия образцов

Тип почвы					
Чернозем южный малогумусовый	Чернозем обыкновенный	Темно-каштановые	Светло-каштановые	Бурые пустынные	Серо-бурые пустынные
Места взятия образцов					
Акмолинская обл., г.Урысай	Костанайская обл., Костанайский район	Акмолинская область, Жаркаинский район	Карагандинская обл., западнее Аксу-Аюлы	Карагандинская обл., западнее Акчатау	Алматинская обл., Балхашский район
Костанайская обл., Костанайский район	Северо-Казахстанская обл., западнее с. Мамлютка	Акмолинская обл., Ерейментауский район	Карагандинская обл., село Кызыл-Сай	Атырауская обл. Жылыойский район	Жамбылская обл., западнее с.Аксуейек
	Акмолинская обл., Зерендинский район	Восточно-Казахстанская обл., ТОО «Заречное»			Карагандинская обл., севернее г. Балхаш
Количество проверенных образцов					
2	3	3	2	2	3

Принадлежность, выделенных культур актиномицетов к роду *Streptomyces* определяли на основании характерных морфологических признаков: нефрагментированный мицелий, длинные цепочки спор – на воздушном и отсутствие спор – на субстратном мицелии. Актиномицеты, имеющие одиночные споры на субстратном мицелии, лишенные или со слабым развитием стерильного воздушного мицелия, с нефрагментированным мицелием предварительно идентифицировали как представителей рода *Micromonospora*. Культуры, принадлежащие к роду *Streptosporangium*, определяли по наличию ветвящегося, не фрагментированного субстратного мицелия, не несущего споры, и воздушных гиф с цепочками спор и спорангиями. Актиномицеты, образующие одиночные споры на воздушном мицелии, либо короткие цепочки более крупных, чем стрептомицетные, спор на ветках воздушного и/или субстратного мицелия объединяли в группу олигоспоровых актиномицетов (Дж. Хоулт и др., 1997:800; Гаузе и др., 1983:248).

*Определение структуры комплекса почвенных актиномицетов.* Характеристику структуры комплексов почвенных актиномицетов проводили на основании синэкологических показателей (частота встречаемости, доленое участие видов и родов в комплексе), используемых при проведении сравнительных почвенно-экологиче-

ских исследований (Звягинцев, Зенова, 2001). За частоту встречаемости (ЧВ) принимали отношение числа образцов, в которых таксон встречается, к общему числу проанализированных образцов. В зависимости от частоты встречаемости комплекс дифференцировали на группы видов: доминирующие ( $\geq 85\%$ ), типичные частые ( $\geq 60\%$ ), типичные редкие ( $\geq 40\%$ ) и случайные ( $<40\%$ ).

Предварительную видовую идентификацию представителей рода *Streptomyces* проводили в соответствии с определителем Гаузе (Гаузе и др., 1983) с использованием культуральных и морфологических признаков, учитываемых на диагностических средах: минеральный, овсяный, глицерин-нитратный, органический 2, пептоно-дрожжевой агар с железом. Для определения видов стрептомицетов использовали диагностические признаки: а) морфологические – 1) форма цепочек; б) культуральные – 1) окраска воздушного мицелия; 2) окраска субстратного мицелия; 3) наличие растворимых пигментов; 4) наличие меланоидных пигментов (Звягинцев и Зенова, 2001: 257; Гаузе и др., 1983:248; Jeffrey, 2008:3697-3702).

*Определение биосинтетической активности изолятов стрептомицетов.* Антибиотическую активность актиномицетов к грибам определяли методом агаровых блочков. В качестве тест-культур использовали микромицеты:

*Fusarium graminearum* и *Alternaria alternate*. Микромицеты выращивали на агаре Чапека – Докса. Антибиотическую активность оценивали по диаметру зоны подавления роста тест-культуры на вторые – четвертые сутки инкубации. Каждый тест проводили в трёхкратной повторности (Егоров, 1979:455; Kumar et al., 2010:12; Oskay et al., 2004:441-446).

Активность протеазы определяли с помощью модифицированной процедуры, основанной на методе (Tsuchida et al., 1986:7-12).

Для первичного отбора целлюлозолитически активных штаммов использовали среду Гетчинсона. На слой агаризированной среды помещали стерильные диски из фильтровальной бумаги (источник целлюлозы), на которые высевали «полоской» актиномицеты. По наличию роста в данных условиях судили о наличии целлюлозолитической активности у актиномицетов (Егоров, 1979:455).

*Определение количества фитогормона ИУК.* Количество ИУК, продуцируемой микроорганизмами, определяли колориметрическим методом с использованием реактива Сальковского. 1 мл супернатанта (фильтрата) смешивали с 2 мл реактива Сальковского (1 мл 0,5 М FeCl<sub>3</sub> в 50 мл 35% HClO<sub>4</sub>). Время развития окраски составляло 30-40 минут. Оптическую плотность окрашенных проб измеряли на спектрофотометре при длине волны 540 нм. Контролем служила неинкубированная среда с добавлением реактива. Концентрацию ИУК определяли по калибровочному графику, построенному в диапазоне концентраций вещества 10<sup>-8</sup> – 10<sup>-2</sup> г/л. Концентрацию ИУК выражали в мкг/мл (Gordon, 1951: 192–195).

*Определение способности микроорганизмов к фосфат-мобилизации.* Микроорганизмы культивировали на агаризированной питательной среде NBRIP следующего состава (г/л): глюкоза 10,0; MgCl<sub>2</sub>×6H<sub>2</sub>O 5,0; MgSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O 0,25; KCl 2,0; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1; Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 5,0; агар 20,0. В качестве индикатора использовали бромфеноловый синий (BPB) в количестве 0,025 г/л. Штаммы, обладающие способностью к солибилизации фосфатов, выявляли по способности формировать зоны просветления вокруг колоний (Jayadi и Baharuddin и др., 2013:68-73; Patel and Parmar, 2013: 438-441; Mehta S and Nautiyal S.C., 2001:51-6).

*Статистическая обработка данных* была выполнена с использованием пакета программ Excel и STATGRAFICS Plus версия 7.0. Расчеты средних значений, погрешности измерений, построения диаграмм и графиков были выпол-

нены с использованием программы Excel (Лакин 1990:352).

## Результаты и обсуждение

Актиномицеты являются весьма распространенной в природе группой микроорганизмов, но основным местом их обитания является почва. Они обладают большим набором ферментов, благодаря которым могут усваивать разнообразные вещества доступные для некоторых микроорганизмов. По количеству и разнообразию актиномицеты занимают первое место среди микробиологического населения (Goodfellow and Williams S., 1983:189–216).

В работах многих казахстанских исследователей было установлено, что основной фактор, определяющий распространение актиномицетов, не географический, а экологический, и распределение их не случайно, а тесно связано с условиями среды. В распространении почвенных актиномицетов известна следующая закономерность: число их увеличивается с уменьшением количества осадков и повышением температуры окружающей среды, и, наоборот, чем меньше влаги и ниже температура, тем актиномицетов меньше (Мынбаева, 1965: 27-31; Чормонова и Преображенская, 1981: 341-345; Чулакови Теплякова, 1956: 64-68).

При посеве на агаризованные среды почвенных образцов, отобранных в различных функциональных типах почв, общая численность актиномицетов изменялась в пределах 10<sup>3</sup> – 10<sup>5</sup> колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 г субстрата.

Наиболее высокая численность актиномицетов обнаружено в черноземах на глубине 0-10 см и 10-20 см, а в более глубоких слоях почвы наблюдается резкое снижение количества микроорганизмов этой эколого-трофической группы. Серобурые пустынные и среднекаштановые почвы характеризуются бедным содержанием актинобактерий, что согласуется с литературными данными.

Определение частоты встречаемости и относительного обилия представителей отдельных родов актиномицетов в почвах позволило охарактеризовать имеющиеся отличия в структуре их комплексов. Так в почвенных комплексах по частоте встречаемости актиномицетов доминировали представители рода *Streptomyces* в качестве постоянных представителей актиномицетных комплексов почв, тогда как представители рода *Micromonospora* часто являются минорны-

ми компонентами. Определение частоты встречаемости и относительного обилия представителей отдельных родов актиномицетов в почвах позволило охарактеризовать имеющиеся отличия в структуре их комплексов. Так, наиболее широкое родовое разнообразие стрептомицетов наблюдали в почвах черноземах и в каштановых. В бурых почвах разнообразие стрептомицетов, так же как их доля в комплексе, заметно снижалось (таблица 2).

В зависимости от частоты встречаемости актиномицетный комплекс дифференцировали на группы видов: доминирующие ( $\geq 85\%$ ), типичные частые ( $\geq 60\%$ ), типичные редкие ( $\geq 40\%$ ) и случайные ( $< 40\%$ ).

В стрептомицетных комплексах почв доминировали (от 65 %) представители серии *Cinereus Chromogenes*, *Helvolo-Flavus Flavus* и *Cinereus Achromogenes*, а в качестве типичных частых отмечаются виды, принадлежащие к сериям *Cinereus Chromogenes*, *Helvolo-Flavus Flavus*, *Cinereus Violaceus*, *Albus Albus*, секции *Imperfectus*. С меньшей частотой встречались виды, принадлежащие к серии *Albus Albocoloratus*, серии *Imperfectus*, серии *Helvolo-Flavus Helvolus* и серии *Roseus Ruber*. Стрептомицетный комплекс в серобурых и бурых почвах был представлен видами восьми серий, в каштановых и черноземах – видами девяти серий.

Таблица 2 – Распределение актиномицетов доминантных родов в различных типах почвах

Типы почв	В % к общему числу				
	<i>Streptomyces</i>	<i>Chainia</i>	<i>Actinomadura</i>	<i>Micromonospora</i>	<i>Streptosporangium</i>
серозем обыкновенный, Алматинская обл., Балхашский район	18,1	-	1,2		2,3
серо-бурая пустынная, Жамбылская обл., западнее с. Аксуйек	19,2	3,9	2,3	-	1,3
серо-бурая щепнистая, Карагандинская обл., севернее г. Балхаш	21,1	-	-	1,2	-
серо-бурая пустынная, Алматинская обл.	19,8	-	-	2,3	-
бурая пустынная, Карагандинская обл., западнее Акчатау	21,6	-	-	0,9	-
светло-каштановая щепнистая, Карагандинская обл., западнее Аксу-Аюлы	25,9	-	-	-	-
средне-каштановая, Карагандинская обл., село Кызыл-Сай	24,3		2,3	-	-
темно-каштановая карбонатная, Акмолинская область, Жаркаинский район	23,5		1,2	-	-
темно-каштановая, Акмолинская обл., Ерейментауский район	23,8		1,2	-	-
темно-каштановая, Восточно-Казахстанская обл., ТОО «Заречное»	21,9		1,5	-	-
Бурые пустынные Атырауская обл. Жылыойский район	19,8	4,9	0,2	-	10,1
чернозем южный, Акмолинская обл., г. Урысай	31,2	5,1	56	-	2,3
чернозем южный, Костанайская обл., Костанайский район	29,6		23	-	8,9
чернозем обыкновенный, Северо-Казахстанская обл.	33,8	4,5	2,3	-	5,4
чернозем обыкновенный, Северо-Казахстанская обл., западнее с. Мамлютка	35,6	3,2	4,5		4,1
чернозем обыкновенный, Акмолинская обл., Зерендинский район	35,9	2,8	4,5		2,3

Сукцессионные исследования относятся к разряду биодинамических и во многом объясняют биодинамику почв. Несмотря на микроразнообразие почв, сукцессионные события проходят синхронно во всей почвенной массе, если агент – увлажнение, вызывающее сукцессию, действует одновременно во всей почвенной массе. Традиционный подход к изучению сукцессии предполагает исследование характера изменения видового состава.

Выявлено, что сукцессионные изменения в комплексе актиномицетов в одной и той же почве существенно зависят от её влажности. Сукцессионный анализ актиномицетного ком-

плекса почв позволил утверждать, что считающиеся редкими роды актиномицетов, в частности *Micromonospora* и *Saccharomonospora*, при определенных условиях (влажность почвы, этап сукцессии) могут иметь равную со стрептомицетами численность в комплексе актиномицетов. Численность актиномицетов в ходе микробной сукцессии в почве, вызванной увлажнением, постепенно увеличивается на 10 суток во всех исследованных почвенных образцах и примерно возрастает в 2 раза. Максимальное возрастание численности актиномицетного комплекса наблюдается на 40 суток сукцессии и на 90 суток микробной сукцессии (таблица 3).

**Таблица 3** – Динамика популяционной плотности актиномицетов в ходесукцессии (КОЕ/г почвы)

Типы почв	Горизонт, см	Численность актиномицетов (в тыс.КОЕ на 1 г почвы)			
		0-е сутки	10-е сутки	40-е сутки	90-е сутки
серозем обыкновенный, Алматинская обл., Балхашский район	0-10	31,2± 1,4	59,3±1,3	103,5±1,4	50,8±0,9
	10-20	11,3± 0,04	43,8±0,7	66,5±1,2	38,2±0,3
серо-бурая пустынная, Жамбылская обл., западнее с.Аксуейек	0-10	22,8 ± 1,12	38,4±0,2	98,5±4,1	33,7±0,2
	10-20	0,9 ± 0,02	26,1±0,2	48,8±2,3	21,1±0,09
серо-бурая щебнистая, Карагандинская обл., севернее г. Балхаша	0-10	28,2 ± 0,2	65,1±0,7	87,3±2,1	49,8±0,2
	10-20	14,3± 0,44	39,8±0,5	45,4±1,2	12,3±0,07
серо-бурая пустынная, Алматинская обл.	0-10	0,03 ± 0,001	11,3±0,5	62,1±1,1	172,3±0,04
	10-20	0,5 ± 0,01	15,1±1,1	51,3±0,01	111,5±0,09
бурая пустынная, Карагандинская обл., западнее Акчатау	0-10	0,02 ± 0,001	21,2±0,2	46,5±1,3	18,7±0,02
	10-20	0,3 ± 0,12	10,5±0,5	11,2±3,7	12,3±0,7
светло-каштановая щебнистая, Карагандинская обл., западнее Аксу-Аюлы	0-10	28,2 ± 1,68	82,3±0,8	128,7±2,8	67,1±0,3
	10-20	36,1 ± 1,72	69,1±1,3	103,1±1,1	70,1±0,5
средне-каштановая, Карагандинская обл., село Кызыл-Сай	0-10	34,5 ± 1,28	91,1±1,1	131,9±3,3	64,3±0,5
	10-20	19,1± 0,12	68,8±0,8	102,8±3,1	44,9±0,2
темно-каштановая карбонатная, Акмолинская область, Жаркаинский район	0-10	10,1 ± 4,8	121,4±1,3	204,3±3,3	85,1±0,5
	10-20	24,0 ± 1,0	87,3±1,5	112,4±1,1	60,1±1,2
темно-каштановая, Акмолинская обл., Ерейментауский район	0-10	340,1 ± 5,6	202,1±1,9	614,8±7,1	367,9±0,8
	10-20	180,1 ± 5,2	112,1±0,8	312,6±2,4	141,2±0,1
каштановая, Восточно-Казахстанская обл., ТОО «Заречное»	0-10	43,8± 2,3	190,8±1,5	2272,7±3,4	1075,3±1,1
	10-20	18,9±3,42	184,6±1,1	1105,4±1,5	968,1±1,1
лиманно-луговая, Атырауская обл., с. Еркинкала	0-10	112,3± 1,5	114,9±0,5	385,5±5,1	188,8±0,6
	10-20	54,6± 1,24	107,2±0,8	157,3±2,2	91,6±0,3
чернозем южный, Акмолинская обл., г. Урысай	0-10	560,3± 4,1	180,1±1,8	3021,2±5,8	116,1±1,7
	10-20	112,8± 3,2	140,4±0,5	2421,3±2,4	129,2±0,2
	20-30	28,5± 1,04	96,1±1,7	768,4±4,2	66,2±0,5
чернозем южный, Костанайская обл., Костанайский район	0-10	700,0 ± 7,1	351,4±1,8	3813,4±3,8	177,8±0,8
	10-20	210,0± 1,3	197,1±1,2	2589,6±2,3	147,4±2,1
	20-30	46,0±1,4	99,7±1,2	1564,3±5,7	70,5±1,3

Типы почв	Горизонт, см	Численность актиномицетов (в тыс.КОЕ на 1 г почвы)			
		0-е сутки	10-е сутки	40-е сутки	90-е сутки
чернозем обыкновенный, Северо-Казахстанская обл.	0-10	602,0± 3,3	239,9±0,8	5083,2±3,5	130,1±0,5
	10-20	89,7± 0,08	148,2±0,2	2564,3±2,0	69,2±0,09
чернозем обыкновенный, Северо-Казахстанская обл., западнее с. Мамлютка	0-10	680,1 ± 1,8	346,1±1,8	4569,6±5,1	2411,2±1,3
	10-20	500,1 ± 9,4	199,3±1,1	2988,3±1,1	1097,9±0,9
	20-30	21,1 ± 0,41	119,4±0,9	1081,4±2,4	1083,1±0,5
чернозем обыкновенный, Акмолинская обл., Зерендинский район	0-10	480,1 ± 7,2	581,5±2,2	3158,1±3,8	1103,5±2,1
	10-20	310,1 ± 2,1	244,2±1,4	992,9±2,1	189,2±0,9
	20-30	298,1 ± 0,9	218,1±0,2	817,2±1,8	178,1±0,4

Актиномицетный комплекс специфичен для всех исследованных почв, количество выявленных родов сохранилось на прежнем уровне. Однако обнаружены новые роды, ранее не идентифицированные. Доминанты чернозема представлены в основном родом *Streptomyces*. Его доля в актиномицетном комплексе высокая и составила 89%. Субдоминантов представители рода *Streptosporangium*. Актиномадур в почвах увеличивается при движении от северных почв к южным, достигая максимума в черноземах и сероземах.

Таким образом, при изучении компонентного состава актиномицетной флоры исследуемых почвенных образцов установлено, что состав доминирующих родов следующий: *Streptomyces* серии *Cinereus Chromogenes*, *Streptomyces* серии *Albus Albus*, *Streptomyces* серии *Cinereus Violaceus*, *Streptomyces* серии *Helvolo-FlavusFlavus* и роды *Actinomadura*, *Micromonospora*, *Chainia*. Такая

структура доминирования, как было показано ранее (Звягинцев и Зенова, 2001: 257; Широких и Широких, 2004: 332), и характерна для многих типов почв.

Из изолированных 338 изолятов актинобактерий 94 обладали протеолитической активностью, что составило 27,8 % от общего числа. Наиболее выраженная протеолитическая активность характера для рода *Streptomyces*. Скрининг штаммов, обладающих целлюлозолитической активностью, показал, что 31,9% из всех изученных актинобактерий проявили способность к гидролизу целлюлозы изоляты рода *Streptomyces*. Наиболее высокая амилолитическая активность была выявлена у *Actinomadura* *Streptomyces*. В результате изучения азотфиксирующей активности было установлено, что большинство представителей родов *Actinomadura* *Chainia* обладали способностью фиксировать азот (таблица 4).

Таблица 4 – Количество изолятов, обладающих ферментативной активностью

Роды	Общее число штаммов	Количество активных штаммов			
		протеиназы	целлюлазы	амилазы	нитрогеназы
<i>Actinomadura</i>	31	-	-	15	12
<i>Micromonospora</i>	30	12	-	-	-
<i>Chainia</i>	32	11	-	-	33
<i>Streptosporangium</i>	31	12	8	12	-
<i>Streptomyces</i> серии <i>Cinereus Chromogenes</i> ,	58	35	12	32	-
<i>Streptomyces</i> серии <i>Albus Albus</i>	59	29	21	33	-
<i>Streptomyces</i> серии <i>Cinereus Violaceus</i>	45	27	13	32	-
<i>Streptomyces</i> серии <i>Helvolo-Flavus Flavus</i>	42	25	13	32	-



В результате проведенных исследований среди доминантных изолятов актинобактерий были отобраны штаммы с высокой биологической активностью.

Из 338 изолятов актиномицетов ростстимулирующая активность была выявлена у 99, способностью подавлять рост и развитие фитопатогенов обладали 46 изолята в отношении *Fusariumgraminearum* и 40 в отноше-

нии *Alternariaalternate* (Saravanakumar et al., 2011:203–9; Hardoim et al., 2008:463–471)

Способность к продукции ИУК среди штаммов актинобактерий различна. Выявлено, что большинство штаммов продуцировали ИУК в количестве от 3 мкг/мл до 15 мкг/мл, их можно отнести к малоактивным. Остальные 55 штаммов продуцировали ИУК свыше 25 мкг/мл (таблица 5).

**Таблица 5** – Количество изолятов, обладающих ростстимулирующей и антагонистической активностью

Роды	Общее число штаммов	Количество активных штаммов			
		Синтез ИУК	Фосфат мобилизующая	Антагонистическая	
				<i>Fusariumgraminearum</i>	<i>Alternariaalternate</i>
<i>Actinomadura</i>	31	5	2	2	2
<i>Micromonospora</i>	30	4	3	3	2
<i>Chainia</i>	32	3	2	2	2
<i>Streptosporangium</i>	31				
<i>Streptomyces</i> серии <i>CinereusChromogenes</i>	58	12	11	9	8
<i>Streptomyces</i> серии <i>Albus Albus</i>	59	11	13	11	9
<i>Streptomyces</i> серии <i>Cinereus Violaceus</i>	45	10	11	9	8
<i>Streptomyces</i> серии <i>Helvolo-Flavus Flavus</i>	42	9	10	8	9

При культивировании актинобактерий на среде NBRIP-BPB были отобраны 42 штамма актинобактерий, активно продуцирующих метабо-

литы кислотного характера (рисунок 1). Данные штаммы можно отнести к фосфатсольмобилизирующим культурам.



Контроль (среда без инокуляции)



Инокуляция штаммами

**Рисунок 1** – Формирование зон галокультурами актинобактериями

## Заключение

Настоящее исследование было посвящено изучению количественного и качественного состава актиномицетов основных типов почв Казахстана, выявлению доминирующих групп и определению их биологической значимости. Анализ результатов исследований позволяет прийти к заключению, что комплекс актиномицетов в почвах представлен родами *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Streptosporangium*, *Actinomadura* и *Chainia*.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

- Общая численность актиномицетов в исследованном ряду почв изменялась в пределах  $10^3$ – $10^5$  КОЕ/г. Основной фон в почвах составили актиномицеты рода *Streptomyces*.

- Выявлено, что большинство штаммов продуцировали ИУК в количестве от 3 мкг/мл до

15 мкг/мл, их можно отнести к малоактивным. Остальные 55 штаммов продуцировали ИУК свыше 25 мкг/мл.

- В результате проведенных исследований у многих представителей рода *Streptomyces* обнаружен фитогормон-подобный эффект, в большей степени связанный с ауксин-подобной активностью. Также у них выявлена способность к синтезу ферментов целлюлазного комплекса.

- Отобраны 42 штамма актинобактерий, активно продуцирующих метаболиты кислотного характера. Данные штаммы можно отнести к фосфатсолубилизирующим культурам представителей рода *Streptomyces*.

Результаты работы будут использованы для разработки биопрепарата с высокой биологической активностью. Разработанный препарат будет предложен Министерству сельского хозяйства РК и крестьянским хозяйствам для повышения плодородия почв.

## Литература

- 1 Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования. – Ленинград: Наука, 1980. – С. 187.
- 2 Arifuzzaman, M., Khatun, M.R. and Rahman, H. «Isolation and screening of actinomycetes from sundarbans soil for anti-bacterial activity». Afr. J. Biotechnol. 9 (2010):4615-4619.
- 3 Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – С. 248.
- 4 Грачева Т.А. «Актиномицеты рода *Micromonospora* в наземных экосистемах»: дисс. канд. биол. наук. – М., 2004.
- 5 Гаузе Г.Ф., Преображенская Т.П., Свешникова М.А. и др. Определитель актиномицетов: Роды *Streptomyces*, *Streptovorticillium*, *Chainia*. – М.: Наука, 1983. – С. 248.
- 6 Gordon S.A., Weber R.P. «Colorimetric estimation of indoleacetic acid», Plant Physiol. 26 (1951): 192–195.
- 7 Goodfellow M., Williams S. «Ecology of actinomycetes», Annu Rev Microbiol. 1983;37:189–216
- 8 Добровольская Т.Г., Головченко А.В. Панкратов Т.А. Лысак Л.В., Звягинцев Д.Г. «Оценка бактериального разнообразия почв: эволюция подходов и методов» // Почвоведение 10 (2009), 1222-1232.
- 9 Добровольский Г.В., Никитин Е.Д., Экология почв: Учение об экологических функциях почв: учебник (Издательство Московского университета, 2012). 412.
- 10 Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках: учебник. – М.: Высш. шк., 1979. – С. 455.
- 11 Hardoim P.R., Van Overbeek L.S., Van Elsas J.D. Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. Trends Microbiol 16(2008):463–471
- 12 Звягинцев Д.Г., Почва и микроорганизмы. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
- 13 Звягинцев Д. Г. и Зенова Г. М. Экология актиномицетов: монография. – М.: ГЕОС, 2001. – С. 257.
- 14 Зенова Г.М., Грачева Т.А., Лихачева А.А. «Актиномицеты рода *Micromonospora* в наземных экосистемах» // Микробиология. – 3(63) (1994). – 553 – 560.
- 15 Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Актиномицеты засоленных и щелочных почв. – М.: Книжный Дом Университет, 2007. – С. 109.
- 16 Зенова Г.М., Грачева Т.А., Манучарова Н.А., Звягинцев Д.Г. «Актиномицетные сообщества лесных экосистем» // Почвоведение. – 11 (1996). – 1347-1351.
- 17 Jayadi M., Baharuddin, Ibrahim B. «In vitro selection of rock phosphate solubility by microorganism from Ultisols in South Sulawesi, Indonesia» // American Journal of Agriculture and Forestry. 1(4) (2013): 68-73.
- 18 Jeffrey, L.S. «Isolation, characterization and identification of actinomycetes from agriculture soils at Semongok, Sarawak». Afr. J. Biotechnol., 7 (2008):3697-3702
- 19 Kumar N., Singh R.K., Mishra S.K. «Isolation and screening of soil actinomycetes as sources of antibiotics active against bacteria». International Journal of Microbiology Research. 2 (2010) 12.
- 20 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – С. 352.
- 21 Мынбаева Р.М. «Распространение актиномицетов-антагонистов в почвах юго-западного Кызыл-Кума» // Известия Академии Наук КазССР. Серия биологическая 2. (1965): 27 -31.
- 22 Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 304.

- 23 Mehta S., Nautiyal S.C. «An efficient method for qualitative screening of phosphate-solubilizing bacteria». *Cur Microbiol.* 43 (2001):51–6.
- 24 Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж.Холта, Н. Крига, П. Снита и др. – М.: Мир, 1997. – С. 800.
- 25 Oskay, M., Usame, A. and Azeri, C. Antibacterial activity of some actinomycetes isolated from farming soils of Turkey. *Afr. J. Biotechnol.* 3 (2004):441-446.
- 26 Patel D., Parmar P. «Isolation and screening of phosphate solubilizing bacteria from sunflower rhizosphere global» // *Journal bio-science and biotechnology.* 2 (3) (2013): 438-441.
- 27 Полянская Л.М., Гейдебрект В.В., Степанов А.Л., Звягинцев Д.Г. «Распределение численности и биомассы микроорганизмов по профилю зональных типов почв» // *Почвоведение.* – 3 (1995):322-328.
- 28 Saravanakumar D., Kavino M., Raguchander T., Subbian P., Samiyappan R. «Plant growthpromoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants». *ActaPhysiol Plant* 33 (2011):203–9
- 29 Stackerbrandt E., Rainey F.A., Wardrainey N.L. «Proposal for a new hierarchic classification system, Actinobacteria classic nov», *Int. J. Syst. Bacteriol.* 47 (1997): 479 – 491.
- 30 Stephen K.A «Isolation of Actinomycetes from Soil», *Journal of Microbiology Research.* 4(3) (2014): 136-140.
- 31 Tsuchida O, Yamagota Y, Ishizuka J, Arai J, Yamada J, Ta-keuchi M, Ichishima E. An alkaline proteinase of an alkalophilic *Bacillus* sp. *Current Microbiol.* 14 (1986):7-12.
- 32 Torsvik, V., Ovreas, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. *Current Opinion in Microbiology,* 5(2002):240-245.
- 33 Широких И.Г., Широких А. А. Микробные сообщества в кислых почвах Кировской области. – Киров: НИИСХ С-В, 2004. – С. 332.
- 34 Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. «Агроэкология» / под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – С. 536.
- 35 Чормонова Н.Т., Преображенская Т.П. «Встречаемость актиномицетов в почвах Казахстана» // *Антибиотики.* – 26(5) (1981):341- 345.
- 36 Чулаков Ш.А., Теплякова З.Ф. «Распространение актиномицетов в почвах предгорных равнин Заилийского Алатау» // *Вестник Академий Наук КазССР.* – 2 (1956):64-68.

#### References

- 1 Aristovskaya T.V. *Microbiology of soil formation processes:* (Leningrad: Nauka, 1980), 187.
- 2 Arifuzzaman, M., Khatun, M.R. and Rahman, H. «Isolation and screening of actinomycetes from sundarbans soil for antibacterial activity». *Afr. J. Biotechnol.*, 9 (2010):4615-4619
- 3 Babieva I.P., Zenova G.M. *Biology of Soils,* (Moscow: Izd-voMosk. University, 1983), 248.
- 4 Chernikov V.A, Aleksakhin P.M., Golubev A B. «Agroecology», ed. Chernikov V.A., Chekeras A.I., 536. Moscow: Kolos, 2000.
- 5 Chormonova N.T., Preobrazhenskaya T.P. «Occurrence of actinomycetes in soils of Kazakhstan», *Antibiotics.* 26 (5) (1981): 341-345.
- 6 Chulakov Sh.A., Teplyakova Z.F. «Propagation of actinomycetes in soils of the foothill plains of the ZailiyskyAlatau», *Bulletin of the Academies of Sciences of the Kazakh SSR* 2 (1956): 64-68.
- 7 Dobrovolskaya T.G., Golovchenko A.V., Pankratov T.A., Lysak L.V., Zvyagintsev D.G. «Assessment of bacterial diversity of soils: the evolution of approaches and methods,» *Pochvovedenie* 10 (2009), 1222-1232.
- 8 Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D., *Soil Ecology: Theory of Environmental Soil Functions: A Textbook* (Moscow University Press, 2012). 412.
- 9 Egorov N.S. *The fundamentals of the doctrine of antibiotics: a textbook* (Moscow: Executive School, 1979), 455.
- 10 Gracheva T.A. «Actinomycetes of the genus *Micromonospora* in terrestrial ecosystems» (diss., Candidate of Biological Sciences, Moscow, 2004).
- 11 Gauze G.F., Preobrazhenskaya T.P., Sveshnikova M.A., et al. *Determinant of Actinomycetes: Genera Streptomyces, Streptovorticillium, Chainia.* (Moscow: Nauka, 1983), 248.
- 12 Goodfellow M, Williams S. «Ecology of actinomycetes», *Annu Rev Microbiol.* 1983;37:189–216.
- 13 Gordon S.A, Weber R.P. «Colorimetric estimation of indoleacetic acid», *Plant Physiol.* 26 (1951): 192-195
- 14 Hardoim P.R., Van Overbeek L.S., Van Elsas J.D. Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends Microbiol* 16 (2008):463–471
- 15 Jayadi M., Baharuddin, Ibrahim B. «In vitro selection of rock phosphite solubility by microorganism from Ultisols in South Sulawesi, Indonesia», *American Journal of Agriculture and Forestry.* 1 (4) (2013): 68-73.
- 16 Jeffrey, L.S. «Isolation, characterization and identification of actinomycetes from agriculture soils at Semongok, Sarawak». *Afr. J. Biotechnol.* 7 (2008):3697-3702
- 17 Kumar N., Singh R.K., Mishra S.K. «Isolation and screening of soil actinomycetes as sources of antibiotics active against bacteria». *International Journal of Microbiology Research.* 2 (2010) 12.
- 18 Lakin G.F. *Biometrics,* (Moscow: Higher School, 1990), 352.
- 19 Мынбаева Р.М. «Distribution of actinomycetes-antagonists in the soils of the south-western Kyzyl-Kum», *Izvestiya Akademii Nauk KazSSR. Biological Series* 2. (1965): 27 -31.
- 20 *Methods of soil microbiology and biochemistry,* ed. D. G. Zvyagintseva (Moscow: MSU Publishing House, 1991), 304.

- 21 Mehta S, Nautiyal S.C. «An efficient method for qualitative screening of phosphate-solubilizing bacteria». *Cur Microbiol.* 43 (2001):51–6.
- 22 Oskay, M., Usume, A. and Azeri, C. Antibacterial activity of some actinomycetes isolated from farming soils of Turkey. *Afr. J. Biotechnol.* 3 (2004):441-446.
- 23 Patel D., Parmar P. «Isolation and screening of phosphate solubilizing bacteria from sunflower rhizosphere global» *Journal bioscience and biotechnology.* 2 (3) (2013): 438-441.
- 24 Polyanskaya LM, Heidebrecht VV, Stepanov AL, Zvyagintsev DG, «Distribution of number and biomass of microorganisms along the profile of zonal soil types», *Pochvovedenie.* 3 (1995): 322-328.
- 25 Saravanakumar D., Kavino M., Raguchander T., Subbian P., Samiyappan R. «Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants». *Acta Physiol Plant* 33 (2011):203–9
- 26 Stackerbrandt E., Rainey F.A., Wardrainey N.L. «Proposal for a new hierarchic classification system, Actinobacteria classic nov», *Int. J. Syst. Bacteriol* 47 (1997): 479-491.
- 27 Stephen K.A «Isolation of Actinomycetes from Soil», *Journal of Microbiology Research.* 4(3) (2014): 136-140.
- 28 Shirokih IG, Shirokikh AA Microbial communities of acid soils: (Kirov region, Kirov: SRICH, 2004), 332.
- 29 The determinant of bacteria Berdzh, ed. J. Hoult, N. Krieg, P. Snit and others (Moscow: Mir, 1997), 800.
- 30 Tsuchida O, Yamagota Y, Ishizuka J, Arai J, Yamada J, Ta-keuchi M, Ichishima E. An alkaline proteinase of an alkalophilic *Bacillus* sp. *Current Microbiol.* 14 (1986):7-12.
- 31 Torsvik, V., Ovreas, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. *Current Opinion in Microbiology,* 5(2002):240-245.
- 32 Zvyagintsev D.G. Soil and microorganisms: (M: Izd-vo MGU, 1987), 256.
- 33 Zvyagintsev D.G. and Zenova G.M. Ecology of actinomycetes: monograph (M: GEOS, 2001), 257.
- 34 Zenova G.M., Gracheva T.A., Likhacheva A.A. «Actinomycetes of the genus *Micromonospora* in terrestrial ecosystems», *Microbiology.* 3 (63) (1994), 553-560.
- 35 Zvyagintsev DG, Zenova GM Actinomycetes of saline and alkaline soils: (Moscow: Book House University, 2007), 109.
- 36 Zenova G.M., Gracheva T.A., Manucharova N.A., Zvyagintsev D.G. «Actinomycete communities of forest ecosystems», *Soil Science* 11 (1996), 1347-1351.

**Салихов Т.К., Тыныкулов М.К., Салихова Т.С.**

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,  
Казахстан, г. Астана, e-mail: alikhov\_tk@enu.kz; tuatai\_76@mail.ru

## **ЗНАЧИМЫЕ, РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫЕ И УНИКАЛЬНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРОЕКТИРУЕМОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «БОКЕЙОРДА» ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Данная работа посвящена проблемам охраны окружающей среды Казахстана на примере проекта, где приводятся результаты научного обоснования проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области.

В результате исследований изучено современное состояние растительного покрова, выявлено наличие уникальных и значимых растительных сообществ на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области для сохранения места обитания редких и эндемичных видов биоразнообразия всего региона. Исследования выполнялись в рамках проекта Правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», направленного на увеличение степных экосистем.

Произведена закладка мониторинговых площадок с нанесением их данных на топооснову и зафиксированы GPS-данные по площадкам. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие, где на основе экосистемного анализа и ГИС-технологии определены наиболее важные для сохранения биоразнообразия участки, определены границы резервата.

Учитывая, что в Западно-Казахстанской области в настоящее время отсутствуют особо охраняемые природные территории со строгим режимом охраны, организация нового природоохранного учреждения позволит в полной мере не только обеспечить сохранение и восстановление степного биоразнообразия региона, но и улучшить социально-экономические условия через создание дополнительных рабочих мест, развитие экологического туризма и т.д. В значительной степени этому будет способствовать создание крупного государственного природного резервата «Бокейорда» и комплексного государственного природного заказника на западе Западно-Казахстанской области.

**Ключевые слова:** растительные сообщества, особо охраняемые природные территории, степи, биоразнообразие, флора, местообитание, экосистема.

Salikhov T.K., Tynykulov M.K., Salikhova T.S

L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Kazakhstan, Astana, e-mail: salikhov\_tk@enu.kz; tuatai\_76@mail.ru

### **Significant, representative and unique plant communities of the projected state nature reserve «Bokeyorda» in West Kazakhstan region**

This work is devoted to the problems of environmental protection in Kazakhstan by the example of the ongoing project, which shows the results of the scientific justification for the projected state nature reserve «Bokeyorda» in the West Kazakhstan region. As a result of the research, the current state of the vegetation cover was studied and the presence of unique and significant plant communities in the territory of the projected state nature reserve «Bokeiord» of the West Kazakhstan region was identified to preserve the habitat of rare and endemic species of biodiversity throughout the region. The studies were

carried out within the framework of the project of the Government of the Republic of Kazakhstan and the Global Environment Facility of the United Nations Development Program «Conservation and Sustainable Management of Steppe Ecosystems», aimed at increasing steppe ecosystems.

The monitoring sites have been bookmarked with the application of their data to the topographic map and the GPS data on the sites have been recorded. The mapping of the habitats of key plant species, assessment of the impact of negative factors on biological diversity has been carried out. Where on the basis of the ecosystem analysis and GIS-technologies are identified the most important areas for biodiversity conservation, the boundaries of the reserve are defined.

Given that currently in the West Kazakhstan region there are no specially protected natural areas with strict protection regime, the organization of a new environmental institution will allow not only to ensure the preservation and restoration of the steppe biodiversity of the region, but also to improve social and economic conditions through the creation of additional workers Places, development of ecological tourism, etc. To a large extent this will be facilitated by the creation of a large state nature reserve «Bokeyorda» and a complex state nature reserve in the west of the West Kazakhstan region.

**Key words:** plant communities, specially protected natural territories, steppes, biodiversity, flora, habitat, ecosystem.

Салихов Т.Қ., Тыныкулов М.Қ., Салихова Т.С.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Қазақстан, Астана қ., e-mail: salikhov\_tk@enu.kz; tuatai\_76@mail.ru

**Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда»  
мемлекеттік табиғи резерватындағы маңызды, өкілдік және  
бірегей өсімдіктер қауымдастықтары**

Бұл ғылыми зерттеулер жүргізіліп отырған жоба мысалында Қазақстанның қоршаған ортасын қорғау мәселелеріне арналған. Бұл жұмыста Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватын ғылыми зерттеу негіздемесі келтірілген.

Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватын зерттеу нәтижесінде өсімдіктердің қазіргі кездегі жай-күйін зерттеп, бірегей және маңызды өсімдіктер қауымдастықтары анықтап аймақтағы сирек және эндемикалық биологиялық алуантүрлілігін мекендеу ортасын сақтау. Ғылыми-зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасының Үкіметі аясында және Ғаламдық экологиялық қор «Далалық экожүйелерді сақтау мен орнықты басқару» Біріккен Ұлттар Ұйымының Даму Бағдарламасы арқылы дала экожүйелерін арттыруға бағытталған.

Топографиялық негізінде олардың деректерін қолдану және платформаларда жазылған GPS деректермен өндірілген қойындысы мониторинг учаскелері жасалынды. Негізгі өсімдік түрлерінің тіршілік ету ортасын картаға түсіру. Биологиялық әртүрлілік туралы теріс факторлардың әсерін бағалау. Экожүйелік талдау және ГАЗ технологиясы негізінде әралуандылықты сақтау үшін ең маңызды учаскелері мен резерваты шекаралары анықталды.

Батыс Қазақстан облысында қазіргі уақытта қорғауға қатаң режимдегі ешқандай қорғалатын аумақтар жоқтығын ескере отырып, жаңа экологиялық мекемелердің ұйымдастыру толығымен, облыс дала биоәртүрлілікті сақтауды және қалпына келтіруді қамтамасыз ету үшін ғана емес, сонымен қатар қосымша жұмыс орындарын құру арқылы әлеуметтік-экономикалық жағдайын жақсарту орындары, т.б. экологиялық туризмді дамыту, бұған едәуір үлкен дәреже нәтижесінде үлкен мемлекеттік табиғи резерватының «Бөкейорда» құру және Батыс Қазақстан облысының батысында кешенді мемлекеттік табиғи қорықшасы ықпал ететін болады.

**Түйін сөздер:** өсімдіктер қауымдастықтары, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, дала аймағы, биоалуантүрлілігі, флора, мекен ортасы, экожүйе.

## Введение

Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, объектов природно-заповедного фонда, культурного и природного наследия Республики Казахстан – одна из важных задач государства на современном этапе. В целях сохранения и восстановления биологического разнообразия и естественных экологических

систем Постановлением Правительства Республики Казахстан одобрена «Концепция развития и размещения, особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 г.», направленная на сохранение биологического разнообразия, определенная настоящей концепцией – это, прежде всего, сохранение всего многообразия микроорганизмов, растительного и животного мира, а также естественных экологических систем, недопущение их потерь в

результате хозяйственной и иной деятельности (Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий..., 2000).

Природные территории должны быть защищены от различных рисков, таких, как загрязнение, отравление растений, наличие опасных, диких животных и др. Все природные ресурсы, являясь носителями энергии и информации, выступают в роли туристско-рекреационных ресурсов широкого диапазона. Наличие природных ресурсов является первым условием размещения производительных сил на территории региона. Количество, качество и сочетание ресурсов определяют природно-ресурсный потенциал территории, который является важным фактором размещения населения и хозяйственной деятельности. Природно-ресурсный потенциал сферы туристско-рекреационных услуг оказывает влияние на ее рыночную специализацию и место в территориальном разделении труда.

В настоящее время система особо охраняемых природных территорий Западно-Казахстанской области представлена 3-мя государственными природными заказниками республиканского значения и 7 ООПТ областного значения, суммарная площадь которых составляет 188,7 тыс. га или 1% от всей площади области. Вместе с тем, в области отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны и со статусом юридического лица (Петренко, 1998).

### Материалы и методы исследования

Организация резервата в местах обитания уральской популяции сайгаков особенно актуальна после случая массовой гибели от пастереллеза 12 тысяч особей в мае 2010 года и более 400 особей в мае 2011 года, в результате которого численность популяции сократилась с 39 тыс. до 27 тыс. особей (Отчет, 2011).

Цель исследования: изучение современного состояния растительного покрова, выявление наличия уникальных и значимых растительных сообществ на территории проектируемого государственного природного резервата (ГПР) «Бокейорда» Западно-Казахстанской области для сохранения места обитания редких и эндемичных видов биоразнообразия всего региона.

Исследования выполнялись в рамках проекта Правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций «Сохранение и устойчивое управление степны-

ми экосистемами», направленного на увеличение степных экосистем.

В комплексе проведены геоботанические, флористические и экосистемные исследования на проектной территории с использованием общепринятых методик (Андрющенко, 1958; Алехин, 1983; Дарбаева, 2002; Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица, 2007; Салихов, 2016; Salikhov, 2016; Atasoy, 2014; Galay, 2014; Charles, 2010; Massenov, 2017; Mendybayev, 2015; Скляренко, 2012; Shanin, «Biology Bulletin.» 260-268; Красная книга Казахстана, 2010). Произведена закладка мониторинговых площадок с нанесением их данных на топографическую и зафиксированы GPS-данные по площадкам. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие.

### Результаты и обсуждение

Проектируемая территория ГПР «Бокейорда» расположена на западе Западно-Казахстанской области в пределах территории Жанибекского, Бокейординского, Казталовского районов. Общая площадь исследованного региона составляет 690,929 тыс. га, или около 4,5% территории области (рис. 1). Территория ГПР «Бокейорда» расположена в северо-западной части Прикаспийской низменности.

По характеру рельефа она представляет почти полого-плоскую и слабоволнистую равнину со слабым наклоном к югу. Эта равнина представлена местами западинами, ссорами и древними руслами временных водотоков. На территории природного резервата гидрографическая сеть развита весьма слабо. На востоке проектируемой территории протекает река Ащюзек с несколькими притоками, среди которых наиболее крупные – правобережные притоки Шерембетсай, Таткенсай, Жамансай, балка Астаусалган, река Бершарал; левобережные притоки – Колдыбайсай, Терексай, влевающие в крупное озеро Аралсор. В связи с частым чередованием условий почвообразования, почвы территории отличаются большой пестротой и мозаичностью, а также комплексностью. Однако в пределах отдельно взятых частей территории будущего природного резервата на водораздельных пространствах отмечается выраженное преобладание зональных типов почв – обыкновенных каштановых, светло-каштановых и бурых (Андрющенко, 1958).



Рисунок 1 – Карта проектируемого ГПР «Бокейорда» Западно-Казахстанской области

Территория проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области расположена в двух природных зонах степной (подзона полукустарничково-дерновиннозлаковых опустыненных степей на светло-каштановых почвах) и пустынной (северная подзона полынных и многолетнесолянковых пустынь на бурых почвах). Северная часть территории ГПР «Бокейорда» в степной зоне, а южная в пустынной.

В системе ботанико-географического районирования территория ГПР «Бокейорда» представлена Евразийской степной и Афро-Азиатской пустынной областями. Степь представлена наиболее засушливой подзоной – Заволжско-Казахстанской полукустарничково-дерновиннозлаковой опустыненной степью, к которой относятся северная часть территорий, а пустыня – наименее засушливой северо-западной окраиной Прикаспийской провинции Северотуранской остепненной пустыней, к которой относится большая часть Прикаспийской низменности. Степные сообщества отличаются значительным флористическим разнообразием. В их составе приходится наблюдать фитоценозы, сложенные как типичными обитателями степей, так и растениями, находящимися на границе своего ареала. Ее растительный покров имеет черты, характерные для этой подзоны – в нем доминируют дерновинные злаки (*Stipa sarentana*, *Festuca valesiaca*,

*Agropyron desertorum*), и с большим обилием встречаются полукустарнички (*Artemisia lerchiana*, *Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*) (Лавренко, 1954; Salikhov T.K., 2017; Сафронова, 2005; Goncharova, «Russian Journal of Ecology,» 309-316; Lisetskii, «Biology Bulletin,» 169-176). Помимо этого, растительный покров изучаемой территории характеризуется комплексностью, обусловленной комплексностью почв, и распространением галофитных сообществ, отличающихся высоким разнообразием.

Наши полевые обследования дополняют данные исследования новым фактическим материалом. При проведении полевых работ использовались общепринятые и утвержденные методики геоботанических исследований (Olonova, «Zhurnal Obshchei Biologii,» 64-69; Tchebakova, «Biology Bulletin,» 570-578; Polyakova, «Russian Journal of Ecology,» 207-210).

Закономерности распределения растительного покрова на территории ГПР «Бокейорда» выглядят следующим образом. Территория ГПР «Бокейорда» слабо расчленена системой балок, оврагов и их многочисленными отвершками. Балки и овраги тянутся с севера на юг и они являются притоками реки Ащюзек. Почвообразующие породы относятся к четвертичным отложениям континентального происхождения и представлены желто-бурыми карбонатными глинами и тяжелыми суглинками. Почвообра-



зующими породами по днищам балок и оврагов являются аллювиальные отложения (рис. 2).

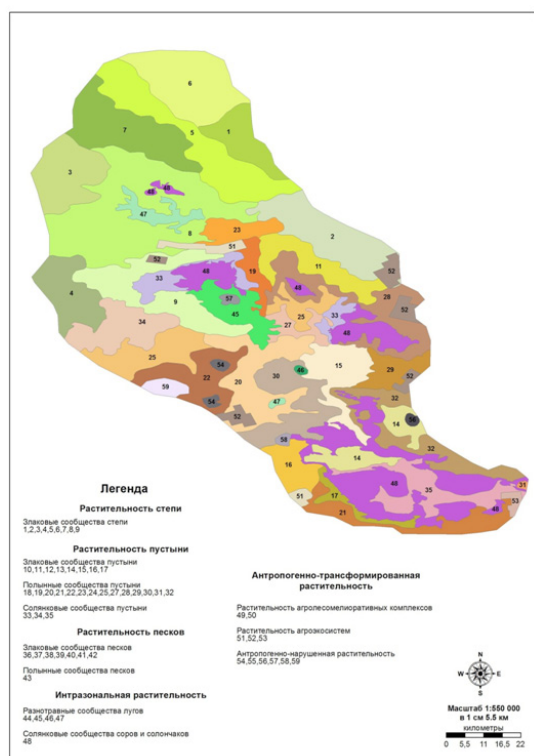


Рисунок 2 – Карта растительности ГПП «Бокейорда» Западно-Казахстанской области

Доминирующими являются растительные сообщества с преобладанием дерновинных узколистных злаков. Растения степных сообществ приурочены к каштановым суглинистым почвам. В растительном покрове преобладают дерновинные злаки, среди них доминантами являются ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), ковыль Лессинга (*S. lessingiana* Trin. & Rupr.), овсяница валлиская (*Festuca valesiaca* Gaudin).

Во влажные годы очень обилён мятлик луковичный (*Poa bulbosa*) на солончаках микроповышений и каштановых почвах микросклонов. По характеру рельефа территория обследования представляет собой волнистую равнину, иногда изрезанную саями. Пахотных земель здесь немного. Недостаточное количество осадков является препятствием для земледелия, хотя пригодных по рельефу и почвенным условиям участков довольно много. Наиболее распространенными степными сообществами на равнине являются: *Festuca valesiaca*-*Poaceae*, *Festuca valesiaca*-*Artemisia* *Agropyron*-*Poaceae* сообщества. На

залежах выделяются житняковые сообщества с субдоминантом *Artemisia austriaca*. Здесь к каштановым и светло-каштановым почвам приурочены ковыльковые формации с небогатым степным разнотравьем. Наиболее часты *Stipa lessingiana* – *S. capillata*, *S. Lessingiana* – *Festuca valesiaca* сообщества. На каштановых сильно солонцевато-солончаковых почвах встречаются отдельными небольшими фрагментами формации грудницы мохнатой (*Crinitaria villosa*). Они представлены *Crinitaria villosa*-*Festuca valesiaca*, *Crinitaria villosa*-*Tanacetum achilleifolium* (Bieb.) Sch. Bip.-*Caragana frutex* (L.) C. Koch сообществами. В сложении растительных сообществ так же участвуют *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Artemisia. lerschiana* Web. ex Stechm. Среди обильного красочного разнотравья отмечены *Dianthus leptopetalus* Willd., *Filipendula vulgaris* Moench, *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. fil., *Galium verum* L., *Matricaria perforata* Merat, *Medicago falcata* L, *Salvia stepposa* Shost., *S. tesquicola* Klok. et Pobed., *Trifolium arvense* L., *T. medium* L., *T. montanum* L., *Vicia cracca* L., *Verbascum lychnitis* L., ряд эфемероидов *Adonis wolgensis* Stev., *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *G. minima* (L.) Ker-Gawl., *G. pusilla* (F.W. Schmidt) Schult. et Schult. fil., *Iris pumila* L., *Tulipa schrenkii* Regel, *T. biebersteiniana* Schult. et Schult. Fil и другие виды.

Котловина оз. Аралсор расположена на границе полупустынной и пустынной ботанико-географической зон. За счет сильного засоления днища котловины здесь встречаются растительные сообщества, сложенные видами облигатных галофитов из семейства маревые, или лебедовые (*Chenopodiaceae*) – растений, приспособленных к жизни на солончаках. Типичным галофитом, довольно широко распространенным на территориях ГПП «Бокейорда» является солерос европейский *Salicornia europaea* L. – однолетнее травянистое суккулентное растение, имеющее водозапасающую ткань в стебле. Прорастание семян солероса часто начинается весной под водой, когда соответствующий участок поверхности котловины еще покрыт слоем соленой воды глубиной до 0,5 м. Побеги солероса европейского прямые или распростертые, членистые, сочные, супротивно ветвящиеся, несут сильно редуцированные и почти не заметные листья. К осени растения солероса обычно сильно краснеют.

В составе солеросовых сообществ совместно с этим доминирующим видом встречаются сведа вздутоплодная *Suaeda physophora* (Pall), *Sweda acuminata* (S.A.Meyer) Moq., *Atriplex verricifera*

*Bieb.*, *Halocnemum strobilaceum* (Pallas) Bieb., *Ofaiston monandrum* (Pallas) Moq. По верхнему краю склонов озерной террасы на нарушенных почвенных поверхностях, обычно по окраине остепненных злаково-разнотравно-солодковых лугов встречаются одиночные экземпляры селитрянки Шобера *Nitraria schoberi* L. (*Nitrariaceae*).

В составе данного сообщества отмечено 23 вида. Основной фон создают *Chenopodium album* L. и *Artemisia absinthium*. Аспект желто-зеленый. В лерхопопынных сообществах в качестве содоминирующих видов принимают участие *Poa bulbosa*, *Kochia prostrata*, *Tanacetum achilleifolium*; обильны *Ferula caspica*; *Prangos odontalgica*, *Tulipa biebersteiniana*, *T. biflora*, *Gagea bulbifera*, *Alyssum turkestanicum*, *Ceratocephala testiculata*, *Lepidium perfoliatum*, *Filago arvensis*, виды рода *Petrosimonia*. Жизненное состояние растений в большей степени хорошее. На днищах сора Аралсор на такырообразных мокрых солончаках распространены сарсазанники. Экологический ряд, начиная от равнины, представлен следующими сообществами: мятликово-белопопынно-тырсовое сообщество, муртуково-солянковые сообщества, мятликово-белопопынно-кокпековое сообщество, разнотравно-кермеково-пустынно-житняковые сообщества на склонах, разнотравно-тырсово-тавлоговые сообщества по логам и солеросово-сарсазановые сообщества по окраинам соров.

Наибольшее видовое разнообразие в логах и овражках, идущих к ссорам, в связи с их дополнительным увлажнением. По логам и окраинам обрывов распространена древесно-кустарниковая растительность – *Elaeagnus commutata*, *Spiraea hypericifolia* L., *Rhamnus cathartica* L., *Tamarix ramosissima*, *Salix caspica*.

На поверхности почвы отмечены накипные лишайники – *Diploshistes scruposus*, *Acarospora schleicheri*, местами образуют аспект зеленые лишайники – *Parmelia vagans*, *Parmelia ryssolea*. По логам и склонам отмечены дождевые грибы – феллориния шишковатая (*Phellorinia strobilina*), звездовик черноголовый (*Trichaster melanocephalus*) и миценаструм толстокожий (*Mycenastrum corium*).

Понижения и днища балок заняты луговой растительностью – *Bromus inermis* (Leys), *Poa pratensis* L. Из разнотравья здесь преобладают *Vicia cracca*, *Tanacetum achilleifolium*, *Thimus marschallianus* Wiulld, *Salvia pratensis* L., *Potentilla bifurca* L., *P. argentea* L. и другие виды.

На территории ГПР «Бокейорда» отмечено наличие не менее 4 уникальных и значимых рас-

тительных сообществ. Они представляют собой своеобразное оригинальное ботанико-географическое явление и выполняют важную средообразующую, водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную и другие роли. Именно здесь в результате повсеместной распашки фрагментарно сохранились небольшие эталонные участки первозданных зональных степных комплексов – урочище Шерембетсай, Тегисшилская комплексная степь, Аралсорская степь, Караобинская типчаковая степь.

Поэтому проблема сохранения зональных степных ландшафтов является основной геоэкологической задачей (Чибилев, 1999). Для осуществления этой задачи необходимы срочные меры для выявления и организации охраны тех участков зональных степных комплексов, где еще сохранились основные черты присущих им первобытной растительности и животного мира. Для степных памятников природы предусматриваются разнообразные режимы природопользования с сохранением регулируемого выпаса и не исключающие ограниченное сенокосение. В соответствии с представлением (Левыкин, 1997; Sheremet'ev, «Zhurnal Obshchei Biologii», 459-483) зональными степными эталонами считаются участки пространства, в наибольшей степени отражающие типичные зональные черты почвенного покрова и биоты в условиях плакорных местностей, характеризующихся глубоким залеганием грунтовых вод и отсутствием значительного смыва и намыва минерального вещества.

Полупустынная зона менее пострадала от распашек. Особенности природного разнообразия и уникальные природные объекты позволяют в пределах территории ГПР «Бокейорда» выделить уникальные степные участки. Уникальные степные участки и другие уникальные природные объекты выделены на основе коллективной монографии (Петренко, 2001), а также на основе наших экспедиционных наблюдений.

Урочище Шерембетсай. У автомобильной дороги Жанибек-Таловка к западу от аула Тегисшил в верховьях протока Шерембетсай на ровном степном участке произрастает эндемик юга европейской части Российской Федерации, занесённый в Красную книгу Казахстана – майкараган волжский (*Calophaca wolgarica*). Это кустарниковое растение указывает на общую связь происхождения пустынно-степных элементов. Декоративное засухоустойчивое растение высотой 20-100 см семейства бобовых (*Fabaceae*). Быстро исчезает при вспашке и чрезмерном выпасе скота, поэтому требует строгой охраны. Вид

произрастает в виде небольших куртин, сильно напоминающих заросли таволги зверобоелистной по степным западинам. Однако под густой порослью майкарагана волжского заметных для глаз микропонижений не отмечено. Площадь произрастания около 2 км<sup>2</sup>, территория Борсынско-аульного округа Жанибекского района. Тип памятника – ботанический.

Тегисшилская комплексная степь. Степные участки образовались на склонах Предсыртового уступа разными растительными сообществами (рис. 3). На этой территории в растительном покрове доминируют типчаковые сообщества, где их доля составляет 60-70%. На микроповышениях типчаковые ассоциации на каштановых солонцеватых почвах встречаются в комплексе с чернополынниками на солонце мелком (10-20%), а в западинах – таволга зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia*) с единичными кустами крушины слабительной (*Rhamnus cathartica*) на лугово-каштановых почвах (10-20%). Видовой состав растительности меняется в зависимости от преобладающих группировок. В чернополынных ассоциациях встречаются камфоросма (*Camphorosma monspeliaca*), грудница (*Linosyris vulgaris*), ромашник (*Tanacetum achilleifolium*), черная полынь (*Artemisia pauciflora*) и т.д. Среди зарослей таволги обычны: житняк (*Agropyron desertorum*), тонконог (*Koeleria cristata* L.), коострец (*Bromus inermis*), люцерна (*Medicago falcate*), гвоздики (*Dianthus*) и другое разнотравье. Характерным трехчленным комплексом является участок степей в 6 км западнее аула Тегисшил, недалеко от поворота на этот аул с трассы Жанибек-Таловка. Площадь участка 5 га, территория Борсынско-аульного округа Жанибекского района. Тип памятника – ландшафтно-ботанический.

Караобинская типчаковая степь. На северо-западе Казталовского района, в полупустынной зоне, сформировались на повышенных участках Прикаспийской низменности типчаковые степи на каштановой почве. Они занимают здесь огромную территорию с понижениями (западинами), где развиваются разнотравно-злаковые сообщества со степными кустарниками (таволгой и местами крушиной слабительной) на лугово-каштановых почвах. На некоторых участках встречаются волосатиково-типчаковые ассоциации на каштановой почве. Проективное покрытие растительности типчаковых степей составляет 60-70%. Целинные степные участки сохранились в 15 км западнее аула Караоба. Площадь 50 га, территория Караобинского ауль-

ного округа Казталовского района. Тип памятника – ландшафтно-ботанический.



Рисунок 3 – Тегисшилская комплексная степь

Аралсорская степь. Одно из крупнейших соленых озер Западно-Казахстанской области озеро Аралсор. Озеро имеет серповидную форму, берега крутые, обрывистые, высотой до 6-7 м. Ширина озера колеблется от 3 до 8 км. Происхождение соленых озер связано с солонкупольной тектоникой. В центральной полуостровной части озера располагается соляной купол небольшой высоты. На этом полуострове в ходе совместной экспедиции с сотрудниками Института степи УрО РАН в 2000 году выявлен участок южных опустыненных степей на бурых полупустынных почвах. Преобладающая растительная ассоциация белополынно-пустынножитняковая с обилием тюльпана Шренка (*Tulipa schrenkii*). Общая проективное покрытие – 60-70%.

Озеро Аралсор глинистое с выпотами солей. По периферии развиваются однолетне-солянковые сообщества с участием солероса европейского (*Salicornia europaea*), свед рожконосной (*Suaeda corniculata*) и простертой (*S. prostrata*), офайстона однотычинкового (*Ofaiston monandrum*), местами монодоминантные заросли образует климакоптера (*Climacoptera brachiata*). На солончаках по берегам также встречаются и многолетне-солянковые сообщества, образованные галофитными видами: кустарничком сарсазаном шишконосным (*Halocnemum strobilaceum*), полукустарничками лебедой бородавчатой (*Atriplex verrucifera*). В южной части озера распространены сообщества пустынных кустарничков – ежовника солончакового (*Anabasis salsa*), лебеды седой (*Atriplex cana*),

сведы вздутоплодной (*Suaeda physophora*), являющиеся реликтовыми на данной территории. По коренному берегу озера развиваются типчакowo-тырсовоковыльные степи с участием лебеды седой (*Atriplex cana*), напочвенные лишайники покрывают до 60 % площади. На солонцах в составе полынно-ломкоколосниковых сообществ участвуют дерновинные злаки и ксерофитные полукустарнички. Эти сообщества являются переходными от степного к пустынному типу растительности. В их составе встречается ежовник солончаковый (*Anabasis salsa*), камфоросма монспелийская (*Camphorosma monspeliaca*), а также виды напочвенных лишайников. В южной части озера получили развитие понижения карстового происхождения с пырейной растительностью на лугово-бурых почвах, используемые под сенокос.

Эталонный степной участок расположен севернее зимовки Шандыкол в 7-8 км, площадь около 1,5 тыс. га, территория Бисенского аульного округа Бокейординского района. Тип памятника – ландшафтный.

Кроме особенностей почвенного покрова и рельефа, условий увлажнения на закономерности распределение растительности влияние оказывает и антропогенный фактор. Большое влияние на формирование современного растительного покрова на территории резервата оказал интенсивный выпас скота, который, как правило, начинается ранней весной и заканчивается поздней осенью. Значительные площади экосистем региона в результате интенсивного и бессистемного пастбищного использования сбиты, засорены ядовитыми (итсегек *Anabasis aphylla*, дескурения *Descurainia Sophia*), плохо поедаемыми (полынь австрийская *Artemisia austriaca*) растениями.

Широкому распространению сорных растений способствовал бессистемный выбор пастбищных участков под летний заогны и стоянки. Почти ежегодно менялись их местонахождения, в результате чего сейчас полезная площадь пастбищ значительно снизилась. Луговые сообщества используются под сенокосение. На некоторых участках

осенью и ранней весной выпасается скот. Такое неумеренное использование луговых травостоев породило лебедовые сбой, образованные лебедой татарской и эфемеровыми группировками, образованными дескуренией и мятликом (Иванов, 1958).

Экологическая реставрация степных ландшафтов, в том числе восстановление типичных степных и кустарниковых экосистем, байрачных, колючных и пойменных лесов, водно-болотных угодий (закрепление развеваемых песков в южной части исследуемой территории).

### Заключение

Организация и осуществление проекта государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области способствует в перспективе сохранение уникальных природных объектов и редких и исчезающих видов растений и животных занесенных в Красную Книгу Казахстана, а также геоэкологическую стабильность в пределах территории Западно-Казахстанской области.

Учитывая, что в Западно-Казахстанской области в настоящее время отсутствуют особо охраняемые природные территории со строгим режимом охраны, организация нового природоохранного учреждения позволит в полной мере не только обеспечить сохранение и восстановление степного биоразнообразия региона, но и улучшить социально-экономические условия через создание дополнительных рабочих мест, развитие экологического туризма и т.д. В значительной степени этому будет способствовать создание крупного государственного природного резервата «Бокейорда» и комплексного государственного природного заказника на западе Западно-Казахстанской области.

К настоящему времени на крупнейшем континенте Евразии только Казахстан и Монголия обладают участками степей и полупустынь в естественном состоянии, перспективных для охраны и восстановления редких и исчезающих видов животных и растений, а также для сохранения экосистем в целом.

### Литература

- 1 Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – Москва, 1983. – С. 203.
- 2 Андрущенко О.Н., Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга-Урал): Тр. геогр. фак. Белорус. ун-та. – Минск, 1958. – С. 137-219.
- 3 Atasoy E. «Milestones in Environmental Education for Sustainable Development.» Oxidation Communications (2014): Vol. 37. No 4. 1111-1124

- 4 Charles A. Flink and Daniel Mourek «Sustainable Greenways Tourism A Comparison of the East Coast Greenway (United States) and the Prague to Vien na Greenway (Czech Republic).» Proceedings of Fabos Conference on Landscape and Greenway Planning, (Budapest, July 8-11 2010). 526.
- 5 Galay E., Atasoy E., Jakupov A., Mazbaev O. «National Parks of the Republic of Belarus.» Oxidation Communications (2014): Vol. 37. No 2. 619-648
- 6 Goncharova I.A., Sobachkin R.S. «Structure of ground vegetation in Siberian spruce cultures planted with different densities.» Russian Journal of Ecology (2015): Vol. 46. No 4. 309-316
- 7 Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана (Уральск, 2002), 131
- 8 Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова (М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958), 288
- 9 Красная книга Казахстана: Животные (Алматы, 2010) 324
- 10 Лавренко Е.М. Степи Евразийской степной области, их география, динамика и история // Вопросы ботаники (М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954), Вып. 1, 155-191
- 11 Левыкин С.В., Уникальные эталоны исчезающих плакорных ландшафтов Оренбургской области Проблемы изучения, сохранения и использования природного и историко-культурного наследия Оренбургской области: Сб. регион. науч.-практ. конф. (Оренбург, 1997), 54-56.
- 12 Lisetskii F.N., Sudnik-Wojcikowska B., Moysiienko I.I. «Flora differentiation among local ecotopes in the transzonal study of forest-steppe and steppe mounds.» Biology Bulletin (2016): Vol. 43. No 2. 169-176
- 13 Методические указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица: Утвержденный Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апреля 2007 года №156
- 14 Massenov K., Ashibekov S., Bakytbek A., Beisenaly O., Amralin A., Salikhov T. «Influence of anthropogenous load on the structural state of the soil in the conditions in the dry steppe zone.» Fundamental and Applied Studies in EU and CIS Countries (United Kingdom, Cambridge, 26-28 February (England: Cambridge University Press, 2017): Vol. VII. 2017. – pp. 723-727
- 15 Mendybayev E.H., Atayeva G., Berdenov Z., Atasoy E. «Geochemical Researches of Region Soil with Technogenic Influence in Terms of Borlinskiy Region, West Kazakhstan.» Oxidation Communications (2015): Vol. 38. No 4. 1933-1941
- 16 Olonova M. V. «Some problems of the study and representation of Siberian flora biodiversity in connection with its conservation.» Zhurnal Obshchei Biologii (2007): Vol. 68. No 1. 64-69
- 17 Polyakova M.A. «Trends in the formation of cenotic diversity of steppe vegetation in mountain steppe landscapes of Khakassia.» Russian Journal of Ecology (2016): Vol. 47. No 2. 207-210
- 18 Отчет по теме: Ретроспективный анализа причин заболевания и падежа сайгаков в 2010-2011 гг. в Западном Казахстане, (Астана, 2011) 42
- 19 Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Иркалиева Р.М., Рамазанов С.К., Сдыков М.Н., Дарбаева Т.Е., Кольченко О.Т., Чернышов Д.М., Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области (Уральск: Изд-во ЗКГУ, 1998) 176
- 20 Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Чернышев Д.М., Тубетов Ж.М. Зеленая книга Западно-Казахстанской области: Кадастр объектов природного наследия (Уральск: Изд-во ЗКГУ, 2001) 194.
- 21 Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2000 года № 1692: Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 года
- 22 Салихов Т.К., Географо-экологическая оценка состояний государственного природного резервата «Бокейорда»: монография (Алматы: Изд-во Эверо, 2016) 232
- 23 Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M., Inkarova Zh.I., Dukenbayeva A.D., Sagatbayev E.N., Rakisheva A.K. «Geocological assessment of the projected State Nature Reserve 'Bokeyorda' in West Kazakhstan Region.» Oxidation Communications (2016): Vol. 4-II. No 39. 3579-3590
- 24 Salikhov T.K., Salikhova T.S., Khalel G.K. «The Geocological characteristics and Recreational potential on the territory of the projected State Natural Reserve «Bokeyorda» West Kazakhstan region.» News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan: Series of Geology and Technical Sciences (2017): No 2. 113-119
- 25 Сафронова И.Н., Современное состояние опустыненных степей Поволжья Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее (Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005) 96-97
- 26 Складенко С.Л., Лукановский О.Я., Телькараева А.К., Методические рекомендации по ведению мониторинга степных экосистем пилотной территории: Иргиз-Тургай-Жыланшык (Астана: АСБК, 2012) 106
- 27 Tchebakova N.M., Parfenova E.I., Vaganov E.A., Vygodskaya N.N., Arneth A., Marchesini L.B., Valentini R., Kolle O., Schulze E.-D., Kurbatova Y.A. «Energy and mass exchange and the productivity of main siberian ecosystems (from eddy covariance measurements): 1. Heat balance structure over the vegetation season.» Biology Bulletin (2015): Vol. 42. No 6. 570-578
- 28 Shanin V.N., Shashkov M.P., Moskalenko S.V., Rocheva L.K., Ivanova N.V., Burnasheva E.R. «Spatial distribution features of the root biomass of some tree species (Picea abies, Pinus sylvestris, Betula sp.)» Biology Bulletin (2015): Vol. 42. No 3. 260-268
- 29 Sheremet'ev S.N., Gamalei Yu.V. «Trends of the herbs ecological evolution.» Zhurnal Obshchei Biologii (2009): Vol. 70. No 6. 459-483
- 30 Чибилев А.А., Приграничные Российско-Казахстанские ландшафтные трансекты как элементы макрорегиональной экологической сети Северной Евразии Вопросы степеведения (Оренбург: ИС УрО РАН, 1999) 13-20

## References

- 1 Alekhin V.V., Methodology of field study of vegetation and flora (Moscow, 1983), 203
- 2 Andryushchenko O.N., Naturally-historical regions of the Caspian lowland (Mesopotamia Volga-Ural): Tr. Geogr. Fact. The Belarusian. University. (Minsk, 1958), 137-219.
- 3 Atasoy E. «Milestones in Environmental Education for Sustainable Development.» Oxidation Communications (2014): Vol. 37. No 4. 1111-1124
- 4 Charles A. Flink and Daniel Mourek «Sustainable Greenways Tourism A Comparison of the East Coast Greenway (United States) and the Prague to Viena Greenway (Czech Republic).» Proceedings of Fabos Conference on Landscape and Greenway Planning, (Budapest, July 8-11 2010). 526.
- 5 Galay E., Atasoy E., Jakupov A., Mazbaev O. «National Parks of the Republic of Belarus.» Oxidation Communications (2014): Vol. 37. No 2. 619-648
- 6 Goncharova I.A., Sobachkin R.S. «Structure of ground vegetation in Siberian spruce cultures planted with different densities.» Russian Journal of Ecology (2015): Vol. 46. No 4. 309-316
- 7 Darbayeva T.E., Summary of the Flora of Cretaceous Uplands of North-Western Kazakhstan (Uralsk, 2002), 131
- 8 Ivanov V.V., Steppes of Western Kazakhstan in connection with the dynamics of their cover (Moscow, Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1958), 288
- 9 The Red Book of Kazakhstan: Animals (Almaty, 2010) 324
- 10 Lavrenko E.M., Steppes of the Eurasian steppe region, their geography, dynamics and history // Botanical questions (Moscow, Izd. AN SSSR, 1954), Vol. 1, 155-191
- 11 Levykin S.V., Unique standards of disappearing plakor landscapes of the Orenburg region. Problems of studying, preserving and using the natural and historical and cultural heritage of the Orenburg region: Sat. region. Scientific-practical. Conf. (Orenburg, 1997), 54-56.
- 12 Lisetskii F.N., Sudnik-Wojcikowska B., Moysiyenko I.I. «Flora differentiation among local ecotopes in the transzonal study of forest-steppe and steppe mounds.» Biology Bulletin (2016): Vol. 43. No 2. 169-176
- 13 Methodological guidelines for the management of Nature Annals in specially protected natural areas with the status of a legal entity: Approved by the Forestry and Hunting Committee of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated April 18, 2007 No. 156
- 14 Massenov K., Ashibekov S., Bakytbek A., Beisenaly O., Amralin A., Salikhov T. «Influence of anthropogenous load on the structural state of the soil in the conditions in the dry steppe zone.» Fundamental and Applied Studies in EU and CIS Countries (United Kingdom, Cambridge, 26-28 February (England: Cambridge University Press, 2017): Vol. VII. 2017. – pp. 723-727
- 15 Mendybayev E.H., Atayeva G., Berdenov Z., Atasoy E. «Geochemical Researches of Region Soil with Technogenic Influence in Terms of Borlinskiy Region, West Kazakhstan.» Oxidation Communications (2015): Vol. 38. No 4. 1933-1941
- 16 Olonova M. V. «Some problems of the study and representation of Siberian flora biodiversity in connection with its conservation.» Zhurnal Obshchei Biologii (2007): Vol. 68. No 1. 64-69
- 17 Polyakova M.A. «Trends in the formation of cenotic diversity of steppe vegetation in mountain steppe landscapes of Khakassia.» Russian Journal of Ecology (2016): Vol. 47. No 2. 207-210
- 18 Report on the theme: A retrospective analysis of the causes of disease and mortality of saigas in 2010-2011. In Western Kazakhstan, (Astana, 2011) 42
- 19 Petrenko A.Z., Jubanov A.A., Fartushina M.M., Irkalieva R.M., Ramazanov S.K., Sdykov M.N., Darbayeva T.E., Kolchenko O.T., Chernyshov D.M., Natural Resource Potential and Projected Objects of the Reserve Fund of the West Kazakhstan Region (Uralsk: ZKGU Publishing House, 1998) 176
- 20 Petrenko A.Z., Jubanov A.A., Fartushina M.M., Chernyshev D.M., Tubetov Zh.M. The Green Book of the West Kazakhstan Region: Cadastre of Natural Heritage Objects (Uralsk: WKSU Publishing House, 2001) 194.
- 21 Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan of November 10, 2000 No. 1692: Concepts of development and placement of specially protected natural territories of the Republic of Kazakhstan until 2030
- 22 Salikhov T.K., Geographical and ecological assessment of the state of the state nature reserve «Bokeyorda»: monograph (Almaty: Izvestia Evero, 2016) 232
- 23 Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M., Inkarova Zh.I., Dukenbayeva A.D., Sagatbayev E.N., Rakisheva A.K. «Geoecological assessment of the projected State Nature Reserve 'Bokeyorda' in West Kazakhstan Region.» Oxidation Communications (2016): Vol. 4-II. No 39. 3579-3590
- 24 Salikhov T.K., Salikhova T.S., Khalel G.K. «The Geoecological characteristics and Recreational potential on the territory of the projected State Natural Reserve «Bokeyorda» West Kazakhstan region.» News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan: Series of Geology and Technical Sciences (2017): No 2. 113-119
- 25 Safronova I.N., The current state of the desert steppes of the Volga Region. Bioresources and biodiversity of the Volga ecosystems: past, present, future (Saratov: Saratov University, 2005) 96-97
- 26 Sklyarenko S.L., Lukanovskiy O.Ya., Telkaraeva A.K., Methodological recommendations for monitoring steppe ecosystems in the pilot territory: Irgiz-Turgai-Zhylyanshyk (Astana: ASBK, 2012) 106
- 27 Tchebakova N.M., Parfenova E.I., Vaganov E.A., Vygodskaya N.N., Arneth A., Marchesini L.B., Valentini R., Kolle O., Schulze E.-D., Kurbatova Y.A. «Energy and mass exchange and the productivity of main siberian ecosystems (from eddy covariance measurements): 1. Heat balance structure over the vegetation season.» Biology Bulletin (2015): Vol. 42. No 6. 570-578
- 28 Shanin V.N., Shashkov M.P., Moskalenko S.V., Rocheva L.K., Ivanova N.V., Burnasheva E.R. «Spatial distribution features of the root biomass of some tree species (Picea abies, Pinus sylvestris, Betula sp.).» Biology Bulletin (2015): Vol. 42. No 3. 260-268
- 29 Sheremet'ev S.N., Gamalei Yu.V. «Trends of the herbs ecological evolution.» Zhurnal Obshchei Biologii (2009): Vol. 70. No 6. 459-483
- 30 Chibilev A.A., Cross-border Russian-Kazakhstan landscape transects as elements of a macroregional ecological network of Northern Eurasia Questions of the degree of studies (Orenburg: IP UB RAS, 1999) 13-20

**<sup>1</sup>Канаев А., <sup>2</sup>Баймырзаев К., <sup>3</sup>Семенченко Г., <sup>4</sup>Канаева З.,  
<sup>5</sup>Сулейменова Б., <sup>6</sup>Бекебаева М.**

<sup>1</sup>доктор биологических наук, профессор, e-mail: ashim1959@mail.ru, тел.: +7 701 820 2787  
<sup>2</sup>доктор геологических наук, профессор, e-mail: ashim1959@mail.ru, тел.: +7 701 777 1255  
Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова, Казахстан, г. Талдыкорган,  
<sup>3</sup>кандидат биологических наук, e-mail: annasemenchenko@yahoo.com, тел.: +7 777 298 24 45  
<sup>4</sup>кандидат химических наук, e-mail: kanaeva1992@mail.ru, тел.: +7 701 727 9206  
<sup>5</sup>магистр биологии, e-mail: Suleymenovabalday@gmail.com, тел.: +7 702 965 4962  
<sup>6</sup>магистр ИПББ, e-mail: ashim1959@mail.ru, тел.: +7 702 953 7366  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

## **ВЫЯВЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Казахстан, обладая довольно внушительными запасами золота, производит около 20 тонн ежегодно, что не отвечает потребностям Республики. Причина – низкое извлечение золота из-за отсутствия надежной технологии и повышенной упорности руд казахстанских месторождений.

Использование традиционных методов переработки руд зачастую не дает желаемых результатов. Широко известные методы биоокисления также не эффективны по причине специфической токсичности казахстанских руд по отношению к ацидофильным микроорганизмам. В связи с этим разработка оригинальных методов биоокисления руды, основанных на использовании аборигенных штаммов, остается актуальной проблемой. Ранее были осуществлены поиски ацидофильных микроорганизмов – активных окислителей золотомещающих минералов на ряде месторождений Казахстана и получены их эффективные ассоциации. В настоящее время отрабатываются параметры биохимической технологии извлечения золота из руды месторождения Большевик. Цель настоящего исследования – выбор наиболее оптимальной степени измельчения золотоносной руды месторождения Большевик для эффективного извлечения золота с использованием технологии двухстадийного выщелачивания. В результате данного исследования будет сделан вывод о необходимости сверхтонкого измельчения руды, что позволит сэкономить энергетические затраты. В работе использованы традиционные микробиологические и гидрометаллургические методы.

**Ключевые слова:** биохимическое выщелачивание, ассоциации бактерий, тиосульфат, золото.

<sup>1</sup>Kanaev A., <sup>2</sup>Bajmyrzaev K., <sup>3</sup>Semenchenko G., <sup>4</sup>Kanaeva Z., <sup>5</sup>Sulejmenova B., <sup>6</sup>Bekebaeva M.

<sup>1</sup>doctor of biology, professor, e-mail: ashim1959@mail.ru, tel.: +7 701 820 2787  
<sup>2</sup>doctor of geology, professor, e-mail: ashim1959@mail.ru, tel.: +7 701 777 1255  
Zhetysu State University named I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan  
<sup>3</sup>candidate of biology, e-mail: annasemenchenko@yahoo.com, tel.: +7 777 298 24 45  
<sup>4</sup>candidate of chemistry, e-mail: kanaeva1992@mail.ru, tel.: +7 701 727 9206  
<sup>5</sup>magistor of biology, e-mail: Suleymenovabalday@gmail.com, tel.: +7 702 965 4962  
<sup>6</sup>magistor of biology, e-mail: ashim1959@mail.ru, tel.: +7 702 953 7366  
Kazakh national University al-Farabi, Kazakhstan, Almaty

### **Reveling of the most optimal ore disintegration scale for effective gold extraction by microbiological method**

Kazakhstan possesses impressive stocks of gold. But production of gold is for about 20 tons annually. It does not meet requirements of the Republic. The reason of this situation is in low extraction of gold because of the absence of reliable technology and the raised persistence of the Kazakhstan deposits

ores. The use of traditional methods of ores processing frequently does not give desirable results. Widely known methods of biooxidation also are not effective because of specific toxicity of the Kazakhstan ores in relation to acidophilic microorganisms. In this connection working out of original methods of biooxidation of the ore, based on native strains use, remains an actual problem. Earlier searches of acidophilic microorganisms – active oxidizers gold-bearing minerals on a number of deposits of Kazakhstan have been carried out. Active strains of acidophilic bacteria were isolated and investigated and their effective associations are received. Now parameters of biochemical technology of gold extraction from Bolshevik deposit ore are investigating. The purpose of the present research was a choice of the optimal degree of gold-bearing Bolshevik deposit ore crushing for effective extraction of gold. The technology has been based on two-stage bio-leaching. On first stage a biooxidation of crushed ore with two perspective associations of acidophilic bacteria were conducted. On the second stage the chemical extraction of gold with thiosulfate solution takes place. As a result of the given research the conclusion will be drawn on necessity of super thin crushing of ore that will allow saving power expenses. In work traditional microbiological and hydromet-allurgical methods are used.

**Key words:** biochemical leaching, bacterial association, thiosulfate, gold

<sup>1</sup>Канаев А., <sup>2</sup>Баймырзаев К., <sup>3</sup>Семенченко Г., <sup>4</sup>Канаева З., <sup>5</sup>Сулейменова Б., <sup>6</sup>Бекебаева М.

<sup>1</sup>биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: ashim1959@mail.ru, тел.: +7 701 820 2787

<sup>2</sup>геология ғылымдарының докторы, e-mail: ashim1959@mail.ru, тел.: +7 701 777 1255

І. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Қазақстан, Талдықорған қ.

<sup>3</sup>биология ғылымдарының кандидаты, e-mail: annasemenchenko@yahoo.com, тел.: +7 777 298 24 45

<sup>4</sup>химия ғылымдарының кандидаты, e-mail: kanaeva1992@mail.ru, тел.: +7 701 727 9206

<sup>5</sup>жаратылыстану ғылымдарының магистрі, e-mail: Suleymenovabalday@gmail.com, тел.: +7 702 965 4962

<sup>6</sup>жаратылыстану ғылымдарының магистрі, e-mail: ashim1959@mail.ru, тел.: +7 702 953 7366

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

### **Микробиологиялық әдіспен алтынды тиімді өндіру үшін кендерді ұсақтаудың ең оңтайлы деңгейін анықтау**

Қазақстан алтын қоры бойынша Республиканың талаптарына сай емес, яғни жыл сайын 20 тонна алтын өндіріледі. Себеп – қазақстандық кен орындарының кеннің қаттылығы мен алтынды өңдейтін сенімді технологиялардың аздығы. Кенді өңдейтін дәстүрлі әдістер оң нәтиже көрсетпейді. Кең таралған биототығу әдістері де қазақстандық кендерінің ацидофильді микроорганизмдерге зияндылық себебінен эффективті емес. Осыған байланысты абориген штамдарға негізделген биототығу әдістердің қолданылуы өзекті мәселе болып отыр. Бұдан ерте Қазақстанның кен орындарындағы алтынды белсенді тотықтыратын ацидофильді микроорганизмдерді іздестіруі қарастырылған және олардың тиімді ассоциациялары алынды. Қазіргі кезде Большевик кен орнынан алынған алтынды өндірудің биохимиялық технологиясының параметрлері өңделуде. Бұл зерттеудің мақсаты – Большевик кен орнынан алтынды екі сатылы шаймалау әдісі арқылы эффективті жолмен өңдеу. Зерттеу нәтижесі бойынша кеннің ұсақтау қажеттілігі туралы қорытынды жасалды, ол кеннің энергетикалық шығынын экономдауға мүмкіндік береді. Жұмыста дәстүрлі микробиологиялық және гидрометаллургиялық әдістер қолданылды.

**Түйін сөздер:** биохимиялық шаймалау, бактерия ассоциациялары, тиосульфат, алтын.

## **Введение**

За последние годы промышленное применение микроорганизмов с целью извлечения ценных компонентов из руд достигло широких масштабов в разных странах мира. В различных странах ведутся исследования по бактериальному выщелачиванию металлов из упорных руд, а также отходов обогащения, пыли, шлаков и т.д. Разрабатываются способы бактериального выщелачивания золота, марганца, цветных металлов. Внедрение бактериального выщелачивания, как и др. гидрометаллургических способов добычи металлов имеет боль-

шое экономическое значение. Расширяются сырьевые ресурсы за счёт использования бедных и потерянных в недрах руд и т.д. Биовыщелачивание обеспечивает комплексное и более полное использование минерального сырья, повышает культуру производства, не требует создания сложных горнодобывающих комплексов, благоприятно для охраны окружающей среды (Brierley, 2001:233; Bhakta, 2002:31; Минеев, 2005:8; Zammit, 2012:45). В промышленных масштабах бактериальное выщелачивание применяется для извлечения меди из забалансовых руд в США, Перу, Испании, Португалии, Мексике, Австралии, Югославии и др. странах.



В ряде стран (США, Канада, ЮАР) бактерии используются для выщелачивания урана (Таскеев, 2008:98; Каравайко, 2000:20; Башлыкова, 2003:251; Clark, 2006:9).

Большой практический опыт эксплуатации биотехнологических промышленных установок добычи золота за рубежом показал высокую экономическую эффективность за счет снижения капитальных затрат и уменьшения эксплуатационных расходов при увеличении извлечения золота и экологичности, причем, для биотехнологического процесса уровень эксплуатационных расходов самый низкий. Дальнейшее развитие этой отрасли производства представляет несомненный практический интерес. Установлено, что упорность руды на месторождениях обусловлена целым набором факторов, поэтому и переработка таких руд с использованием микроорганизмов требует комплексного подхода. В связи с этим основной тенденцией развития биогеотехнологий в настоящее время является использование смешанных культур кислотолюбивых бактерий (Yang, 2007:141; Zeng, 2010:68). Как правило, при адаптации лабораторных культур к руде конкретного месторождения рекомендуется применение ассоциации микроорганизмов, состоящей из бактерий *A. ferrooxidans*, *A. thiooxidans*, *L. ferrooxidans* и *Sulfobacillus* (Седельникова, 2005:59; Zaulochny, 2010:527). Европейские исследователи, учитывая сезонные колебания таких факторов, как температура и кислотность среды, осуществили эффективную предварительную обработку золотосодержащего концентрата (Spasova, 2011:600). В последнее время все большее внимание исследователи обращают на бактерии рода *Ferroplasma* (*Acidiplasma* sp.), как наиболее энергичного окислителя железа (Hill, 2011: 1021; Harrison, 2011: 818).

Бактериальное выщелачивание основано на разложении сульфидов кислотолюбивыми бактериями. После бактериального вскрытия сульфидов золото значительно легче извлекается цианированием. Извлечение золота бактериальным выщелачиванием может быть повышено на десятки процентов, а иногда многократно (Вайнштейн, 2011: 11; Никерк, 2015:1).

Механизм окисления основных золотовмещающих минералов хорошо изучен (Johnson 2009:201). По современным представлениям микробные культуры окисляют нерастворимые сульфидные минералы прямо либо косвенно. В случае прямого окисления разрушение кристаллической структуры сульфидного минерала происходит за счет ферментативных систем из

живых микроорганизмов. Косвенное окисление сульфидных минералов связано с действием иона железа (III), который, в свою очередь, является продуктом бактериального окисления соединений железа (II) и железосодержащих сульфидных минералов (Rohwerder 2003: 239; Живаева, 2007:253; Min, 2002:142).

Казахстан, обладая довольно внушительными запасами золота, производит около 20 тонн ежегодно, что не отвечает потребностям Республики (Мирошниченко, 2002: 216; Тусупова, 2014:191). Причиной является извлечение золота из-за отсутствия надежной технологии и повышенной упорности руд казахстанских месторождений. Использование традиционных методов переработки руд зачастую не дает желаемых результатов. Широко известные методы биоокисления также не эффективны по причине специфической токсичности казахстанских руд по отношению к кислотолюбивым микроорганизмам. В связи с этим разработка оригинальных методов биоокисления руды, основанных на использовании аборигенных штаммов, остается актуальной проблемой. Микробиологические обследования ряда казахстанских месторождений в 2015 г. показали, что ввиду специфических особенностей состава руд на таких месторождениях, как Акбакай, Бестобе, Большевик, преимущественное распространение получили виды кислотолюбивых микроорганизмов *Leptospirillum* и *Sulfolobus*. Такие энергичные окислители как *Acidithiobacillus* оказались ингибированы (Kanaev 2016:1051; Konysbayeva 2016:39). Активизация аборигенных штаммов *Acidithiobacillus* в ассоциации с *Acidiplasma* sp. значительно усилила воздействие на золотовмещающие минералы и привела к увеличению извлечения благородных металлов. Были получены перспективные ассоциации хемолитотрофных микроорганизмов (Канаева, 2015:323).

В настоящее время отрабатываются параметры биохимической технологии извлечения золота из руды месторождения Большевик.

Цель работы: выбор наиболее оптимальной степени измельчения золотосодержащей руды месторождения Большевик для эффективного извлечения золота с использованием технологии двухстадиального выщелачивания.

## Материалы и методы

В качестве объекта исследований выбрана мышьяковистая золотосодержащая руда месторождения Большевик. Месторождение Боль-

шевик находится в Жарминском районе Восточно-Казахстанской области. Ближайшими населенными пунктами являются станция Шалабай и поселок Ауэзов, которые расположены в 2,3 км и 5,0 км юго-западу и востоку от месторождения Большевик (рис. 1).

По геологической характеристике месторождение Большевик охватывает западный 3,5-километровый отрезок Кызыловской зоны, заключенный между Западно-Калбинским разломом на западе и участком Восточная Загадка на востоке. На месторождении по особенностям своего внутреннего строения исторически выделяются 4 участка (с запада на восток) с промышленным оруденением: Западный Большевик, Большевик, Чалобай и Холодный Ключ.

Площадь месторождения Большевик сложена терригенно-осадочными породами каменноугольной системы, кораами выветривания развитыми над ними и частично третичными и четвертичными отложениями. В лежачем боку Кызыловской зоны преимущественно развиты песчано-сланцевые отложения, а в висячем боку – полимиктовые разнотерные песчаники верхней подтолщиалевролитово-песчаниковой толщи (C<sub>1</sub>S<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>b). В разрезе самой Кызыловской зоны смятия преобладают песчано-сланцевые отложения бақырчикской свиты (C<sub>3</sub>) (Мирошниченко, 2002: 216).

Как известно, повышение технологических показателей выщелачивания во многом зависит от степени раскрытия минералов. Задачу раскрытия в технологических схемах решают операции рудоподготовки. Показатели выщелачивания зависят не только от тонины помола, но и от селективности разрушения сростков. На этапе рудоподготовки использовали шаровую мельницу, так как этот тип оборудования надёжно зарекомендовал себя для снижения тонины помола руды. Уменьшение размеров частиц рудного тела до требуемых размеров достигалось путём механического воздействия в барабанной мельнице из серии VBM со стальными шарами, которые наполовину заполняют мельницу и перекачиваются в барабане при его вращении вокруг продольной оси (рис. 2). Крупность частиц руды после помола на мельницах контролировали на классификаторе (рис. 3).

Измельчение руды до размеров гранул 0,074 мм и 0,2 мм проводили в соответствии со схемами, изображенными на рис. 4.

Как известно, главным свойством, которое определяет металлургическую ценность золо-

тонной руды, является содержание золота в руде. В табл. 1 указано состояние запасов золота на месторождения Большевик (Тусупова 2014: 191).

Для проведения экспериментов по бивыщелачиванию золота из руды месторождения Большевик использовали две полученные ранее активные ассоциации ацидофильных бактерий: № 1 – *Acidithiobacillus ferrooxidans* и *Acidiplasma* sp.; № 2 – *Acidithiobacillus caldulus* и *Acidiplasma* sp. Соотношение входящих в состав ассоциаций культур было равным. Для культур бактерий *A. ferrooxidans* и *A. caldulus* использовали среду 9К Сильвермана и Лундгрена, а для *Acidiplasma* sp. – среду 9К Сильвермана и Лундгрена с добавкой дрожжевого экстракта в количестве 0,02% (Silverman 2009:642; Golyshina 2000:997). Бактерии культивировали в течении 14 суток, в течение которых контролировали накопление трехвалентного железа и титр бактерий в среде.

Окислительную способность исходных штаммов, выращиваемых на среде Сильвермана и Лундгрена 9К, определяли ежесуточно комплексонометрически (Живаева, 2007:253).

## Результаты исследования

Извлечение золота из золотомышьяковистой сульфидной руды месторождения Большевик является важной проблемой. В руде содержится пирит (FeS<sub>2</sub>) и арсенопирит (FeAsS), представляющие основную трудность при извлечении золота существующими способами. При этом арсенопирит имеет более низкий электродный потенциал и селективно выщелачивается в первую очередь. Высвободившийся мышьяк токсичен для бактерий, поэтому важно определить оптимальную степень измельчения руды, так как слишком мелкое измельчение будет способствовать растворению именно этого минерала.

Основной задачей на данном этапе работ является вскрытие золота путем окисления сульфидных минералов. Эксперимент начали с изучения химического состава руды, то есть с выяснения количественного содержания элементов в руде. В процессе химического анализа было определено, что пробы золото-мышьяковистой руды месторождения Большевик содержат золото в количестве 2,9 г/т. Отмечено значительное количество (3,4%) железа, небольшое количество (0,02%) меди. Также в руде отмечено присутствие элементов различных геохимических групп: S – 1,2%; As – 0,91%; C – 1,4% приблизительно в одинаковом количестве (рис. 5).

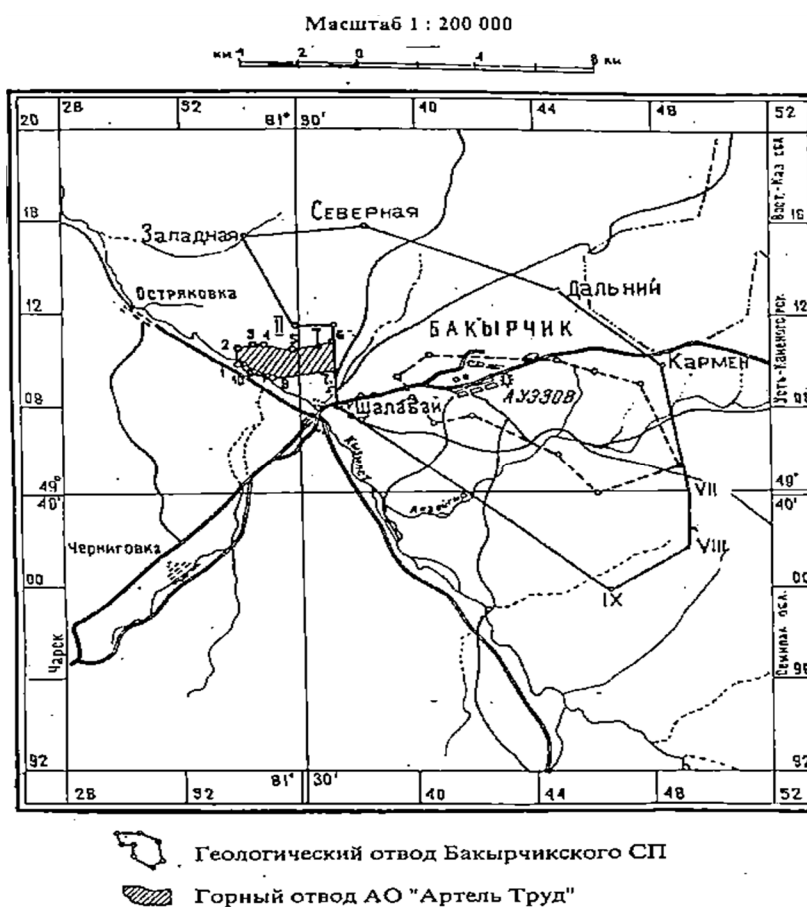


Рисунок 1 – Карта расположения месторождения Большевик



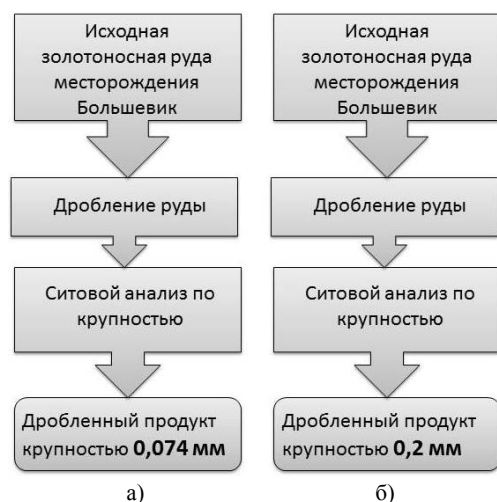
Рисунок 2 – Лабораторная шаровая мельница серии VBM



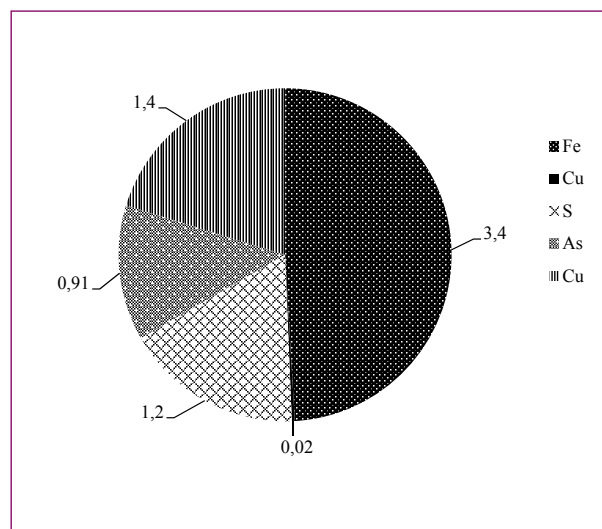
Рисунок 3 – Лабораторный классификатор размера гранул измельченной руды

В мировой практике для выщелачивания золота из золотосодержащих руд широко применяется цианирование. Несмотря на преимущества перед другими растворителями, высокая токсич-

ность цианидов вынуждает искать альтернативные растворители золота, удовлетворяющие ужесточенным экологическим требованиям. Среди таких методов выделяется тиосульфатный.



**Рисунок 4** – Схема дробления и измельчения золотосодержащей руды месторождения Большевик (а – до размера гранул 0,074 мм, б – до размера – 0,2 мм)



**Рисунок 5** – Химический состав золотосодержащей руды месторождения Большевик

**Таблица 1** – Состояние запасов золота по месторождению Большевик

№ блока и категория запасов	Запасы по рудным телам			Примечание
	руда, тыс. т	среднее содержание Au, г/т	среднее содержание золота, кг	
C <sub>1</sub>	1909,638	7,0	13422	балансовые
C <sub>2</sub>	3004,000	6,1	18260	сульфидные руды
C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	4913,638	6,4	31682	
C <sub>2</sub>	38,000	2,9	109	забалансовые руды
C <sub>2</sub>	281,562	1,1	324	бедные окисленные руды

Тиосульфатное выщелачивание золотосодержащей руды имеет большой потенциал для снижения воздействия на окружающую среду. В отличие от цианида, который является высокотоксичным элементом, химические вещества, используемые в процессе тиосульфатного выщелачивания, безопасны. Эта технология имеет большой потенциал в тех областях, где использование цианида абсолютно запрещено или подвергается интенсивному негативному освещению в СМИ по причине вредного воздействия на окружающую среду. В большинстве случаев в ходе этого процесса извлечение проводится практически идентично цианированию. При операциях извлечения, в которых учитывается природная сорбционная активность углистых компонентов руды, использование этого метода выщелачивания значительно эффективнее, чем использование цианида. Тиосульфатное выщелачивание хорошо подходит для инноваци-

онной технологии извлечения золота по принципу «смола в пульпе» (RIP). Процесс является щелочным, обычно выполняемым в диапазоне pH от 8 до 10, поэтому при выполнении извлечения не может возникнуть беспокойств по поводу коррозии оборудования. К преимуществам его относится также инертность к естественным углеродсодержащим адсорбентам цианидных комплексов. Основными химическими компонентами процесса тиосульфатного выщелачивания (тиосульфат аммония и сульфат аммония) являются обычные удобрения. Это открывает дополнительную возможность для использования растворов отходов шахт в сельском хозяйстве и в тех регионах, где соблюдаются экологические нормы (Fleming, 2003: 3; Wan, 2003:311; SGSMineralservices, 2008:1).

В наших экспериментах мы остановились на тиосульфате как на менее токсичном растворителе золота. Использовался метод агитационно-

го выщелачивания. Данное исследование является предварительным этапом технологических исследований, которое позволяет на небольшом объеме материала выбрать оптимальный выщелачивающий реагент и установить максимально возможную степень извлечения золота из руды месторождения Большевик. На рис. 6 представлена схема двухстадийного биохимического выщелачивания золота из руды месторождения Большевик.

Эксперименты проводили с рудой, измельченной до классов крупности 0,074 мм – 80% и 0,2 мм – 80%. Навеску руды 80 г, смешивали с бактериальным раствором в объеме 400 мл. Полученную суспензию руды подвергали биовыщелачиванию при температуре 20°C, pH 2,0, интенсивности перемешивания 120 об/мин в течение пяти суток. Исходное количество бактериальных клеток во всех вариантах составлял 10<sup>7</sup> кл/мл, исходное содержание окисного железа – 9,0 г/л. После полного восстановления количества трехвалентного железа в выщелачивающем

растворе проводили фильтрацию данного раствора для его регенерации.

Далее, отфильтрованный твердый остаток – кек подготовили к тиосульфатному выщелачиванию. Для этого, после процесса фильтрации полученный кек промывали дистиллированной водой с целью доведения кислотности раствора до нейтрального значения (pH 8,0). После этого твердый кек подвергали выщелачиванию раствором тиосульфата натрия в концентрации 20,0 г/л. Длительность опыта составляла 72 часа с двукратной заменой выщелачивающего раствора через каждые 24 часа для достижения глубокого растворения золота.

В качестве контроля служило химическое выщелачивание тиосульфатом натрия, в котором руда не подвергалась предварительному биоокислению. Всего проведено три варианта опыта, из них каждый вариант состоял из двух вариаций, которые проводили с рудой, измельченной до класса крупности 0,074 и 0,2 мм. Результаты приведены в табл. 2.

**Таблица 2** – Бактериально-химическое выщелачивание золота ассоциативными культурами тионовых бактерий в зависимости от длительности и класса измельчения руды месторождения Большевик

№	Класс крупности, мм	Длительность выщелачивания, час	Т:Ж	t, °C	pH	Титр бактерий до опыта, кл/мл	Извлечение золота, %			Титр бактерий после опыта, кл/мл
							ассоциация №1	ассоциация №2	контроль	
1	0,074 0,2	24	1:5	20	2,0	10 <sup>7</sup>	52,9	59,0	34,0	10 <sup>3</sup>
							40,4	43,5	30,4	
2	0,074 0,2	48	1:5	20	2,0	10 <sup>7</sup>	68,3	74,2	55,5	10 <sup>2</sup>
							63,3	70,4	51,5	
3	0,074 0,2	72	1:5	20	2,0	10 <sup>7</sup>	78,4	86,5	65,4	10 <sup>2</sup>
							72,1	75,8	60,3	

Как следует из таблицы, степень извлечения золота в раствор с классом измельчения руды до 0,074 мм при длительности выщелачивания 24 часа с ассоциацией культур №1 ниже (52,9%), чем с ассоциацией №2 (59,0%). В контрольном варианте выщелачивается всего 34,0% золота в раствор. Аналогичная тенденция наблюдается в варианте опыта с классом измельчения руды до 0,2 мм. Количество извлеченного золота в раствор в варианте опыта с ассоциацией культур №2 составляет на 3,0% и 14,0%, больше (Au – 43,5%), чем с ассоциацией культур №1 (Au – 40,4%) и в контрольном варианте (Au – 30,4%) опыта соответственно.

В ходе эксперимента выявлено, что степень измельчения руды перед выщелачиванием оказывает существенное влияние на эффективность последующего извлечения металла. Чем мельче гранулы руды (0,2 мм → 0,074 мм) и длительнее выщелачивание (24 час. → 48 час. → 72 час.), тем выше степень извлечения золота в раствор.

Анализ полученных результатов показал, что ассоциация культур №2 обеспечивает более высокое извлечение благородного металла как при классе крупности 0,074 мм, так и при 0,2 мм. С увеличением длительности выщелачивания до 48 часов с предобработкой ассоциацией культур №2 золота извлекается больше (74,2% с классом

крупности 0,074 мм и 70,4% – 0,2 мм), по сравнению с вариантами с ассоциацией культур №1 (68,3% и 63,3% соответственно) и контролем (55,5% и 51,5% соответственно). Аналогичная

тенденция наблюдается в варианте с продолжительностью 72 часа. В целом, использование предварительного биоокисления руды обеспечивает на 12-15% большее извлечение металла.

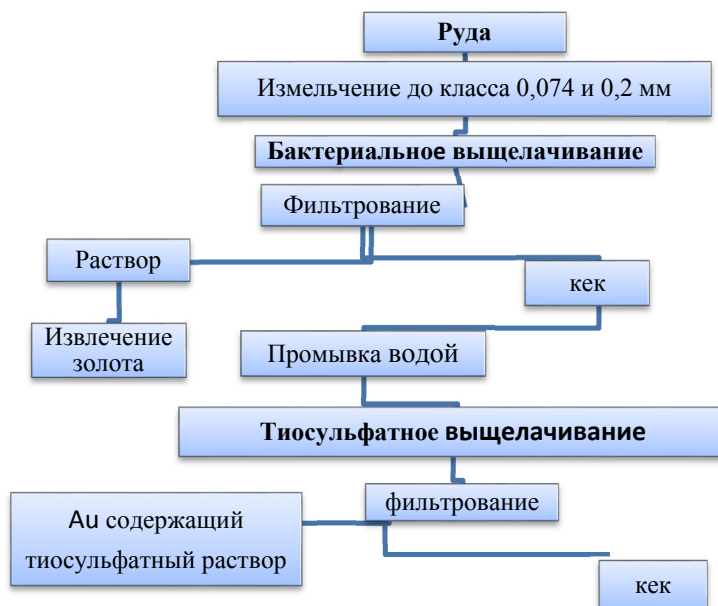


Рисунок 6 – Схема двухстадийного биохимического выщелачивания золота из руды месторождения Большевик

Подсчет количества жизнеспособных клеток бактерий методом серийных разведений в среде Сильвермана и Лундгрена 9К до и после выщелачивания тиосульфатом показал, что после экспозиции 24 часов количество жизнеспособных клеток уменьшается до 103 кл/мл. В вариантах с продолжительностью выщелачивания 48 и 72 часа количество жизнеспособных клеток не превышает 102 кл/мл. В данном случае можно говорить об устойчивости и приемлемой активности штаммов в присутствии тиосульфата (табл. 1).

Таким образом, наилучшие результаты наблюдались в варианте с ассоциацией культур бактерий №2 при измельчении руды до класса крупности 0,074 мм. Исследованные бактерии сохраняли свою жизнеспособность и активность при тиосульфатном выщелачивании.

### Заключение

В результате проделанной работы были получены данные, полностью подтверждающие

правильность выбора подходов к переработке упорной руды месторождения Большевик.

Использование активной ассоциации ацидофильных бактерий на основе адаптированных штаммов рода *Acidithiobacillus* в сочетании с энергичным окислителем из рода *Acidiplasma* значительно усилило воздействие на руду, что выразилось в увеличении извлечения золота более чем на 10%. При этом не было необходимости сверхтонкого измельчения руды (0,045 мм), как это практикуют на ряде золотоизвлекательных фабриках. Выбранные микроорганизмы оказались устойчивыми к такому растворителю, как тиосульфат, и пролонгировали свое воздействие на руду во время химического извлечения золота. При использовании цианида это было бы невозможным. Таким образом, проведенное исследование показало перспективность продолжения разработки технологии биохимического выщелачивания золота из упорной руды с использованием ассоциаций аборигенных штаммов ацидофильных бактерий.

## Литература

- 1 Башлыкова Т.В., Живаева А.Б., Дорошенко М.В. и др. Взаимодействие сульфидов и тионовых бактерий в различных условиях выщелачивания // Биотехнология: состояние и перспективы развития: матер. II Моск. междунар. конгресса. – М.: ЗАО ПИК Максима.- 2003. – Ч.2. – 251 с.
- 2 Bhakta P., Arthur B., Heap bio-leaching and gold-oxidation at Newmont Mining: first-year results // JOM. – 2002. – P.31-34.
- 3 Brierley J.A., Brierley C.L. Present and future of commercial application of biohydrometallurgy // Hydrometallurgy. – 2001. – V.59. – P.233- 239.
- 4 Вайнштейн М.Б., Филонов А.Е., Абашина Т.Н., Быков А.Г., Ахметов Л.И., Смолянинов В.В. Технология бактериального выщелачивания (часть 3) // Золото и технологии. – 2011. – № 1. – С. 11.
- 5 Golyshina O. B., Пивоварова Т. А., Каравайко Г. И., Кондратьева Т.Ф., Мур Е., Авраам В.Р., Lunsdorf Н., Тиммис К.Н., Якимов М.М., Golyshin П. Н. *Acidiplasma aeolicum* gen. nov. sp. nov., выделен из гидротермального источника и отнесен к виду *Acidiplasma cupricumulans* comb. nov. // Международный Журнал Систематическая и эволюционная Микробиология. – 2000. – Вып. 50. – № 3. – С. 997-1006.
- 6 Fleming C.A.; McMulien J., Thomas K.G. and Wells J.A. Recent advances in the development of an alternative to the cyanidation process– based on thiosulphate leaching and resin in pulp // SGS Mineral Services Technical Paper 2001-03., 09.10.2015.
- 7 Harrison S.T.L. Role of *Acidiplasma* sp. in bioleaching process // Proceeding of the 19 th International Biohydrometallurgy Symposium. – China, Changsha, September 18-22. – 2011. – P. 818.
- 8 Живаева А.Б., Башлыкова Т.В. Бактериальное выщелачивание силикатных никелевых руд // Цветные металлы. – 2007. – №3. – С.253-258.
- 9 Kanayev Ashimhan, Semenchenko Galina, Shilmanova Aliya. Associative cultures of chemolithotrophic microorganisms and their role in leaching of noble metals from Kazakhstan ores / Proceedings of International Scientific GeoConferemct. Bulgaria, Albena, 20-23 June. – 2016. – P.1051-1056.
- 10 Канаева З.К., Булаев А.Г., Канаева А.Т., Кондратьева Т.Ф. Физиологические свойства штаммов *Acidithiobacillus ferrooxidans* месторождений сульфидных руд Республики Казахстан // Ж. Микробиология. – 2015. – Т. 84. – № 3. – С. 323–330.
- 11 Clark M.E., a.o. Techological breakthroughs creating value // Hydrometallurgy. – 2006. – V.83. – № 1. – P. 9-26.
- 12 Johnson D.B. Hallberg K.B. Carbon iron and sulfur metabolism in acidophilic microorganisms // Adv. Microb. Phisiol. – 2009. – V. 54. – 201-255.
- 13 Каравайко Г.И., Седельникова Г. В. и др., Биогидрометаллургия золота и серебра // Цветные металлы. – 2000. – №8. – С. 20-26.
- 14 Konysbayeva A.A., Kanayev A.T., Kumanbeyeva M.S., a.o. Percolation bioleaching the gold from ores of Kazakhstan / European Biotechnology Conference. Latvia, May 05-07, 2016 // J. Biotechnology. – 2016. – Т. 231. – P. 39.
- 15 Min X., Chai L., Zhang Chuan-fu, Zhong Hai-yun, Kuang Zhong. Bioleaching of refractory gold ore (II). Mechanism of bioleaching of arsenopyrite by *Thiobacillus ferrooxidans*. (Central South Univ., KHP). Trans. Nonferrous Metals Soc. – China, 2002. – V. 12. – N 1. – P. 142-146.
- 16 Минеев Г.Г., Жучков И.А., Пунишко О.А., Минеева Т.С., Аксенов А.В. Биометаллургические и химические методы извлечения золота и серебра из нетрадиционных руд, концентратов и техногенного сырья // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2005. – № 2. – С. 8-17.
- 17 Мирошниченко Л.А., Жуков Н.М. Минерагеническая карта Казахстана. Масштаб 1: 2 500 000. – Алматы: Гылым, 2002. – 216 с.
- 18 Никерк Я., Хёвел К., Буурен К. Комплексные технологии для переработки упорного золота. BIOMIN South Africa (Pty) Ltd. 09.10.2015.
- 19 Rohwerder T., Gehrke T., Kinzler K., Sand W. Bioleaching review part A: Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulphide oxidation // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2003. – V. 63.- P/ 239-248.
- 20 Седельникова Г.В., Савари Е.Е., Кондратьева Т.Ф. Технология извлечения золота из упорных золотомышьяковых концентратов Албазинского месторождения с использованием бактерий // Горный журнал. 2005. – № 1. – С. 59–63.
- 21 Silverman M.P., Lundgren D.C. Study on the chemoautotrophic iron bacterium *Ferrobacillus ferrooxidans*. I. An improved medium and harvesting procedure for securing high cell yield // J. Bacteriol. – 1959. – Vol. 77. – № 5. – P. 642–647.
- 22 SGS Mineral services. Thiosulphate leaching – an alternative to cyanidation in gold processing.– T3 SGS 869 10-2008. – 09.10.2015.
- 23 Spasova I. I., Nicolova Marina V., Georgiev Plamen S., Groudev Stoyan N. Bacterial pretreatment of a gold-bearing pyrite/ arsenopyrite concentrate for improving the subsequent gold extraction // Proceedings of the 14 Balkan Mineral Processings Congress, Tuzla, June 14-16, 2011. V. 2. Tuzla. – 2011. – С. 600-603.
- 24 Тасекеев М.С. Достижения биотехнологии в нефтяной и горнометаллургической отраслях (обзорное исследование). – Алматы: Наука, 2008. – 98 с.
- 25 Тусупова Б.Х., Байгурын Ж.Д. Месторождения золота в Казахстане // <http://vestnik.kazntu.kz/?q=ru/node/191> 21.10.2014.
- 26 Yang Y., Wan M., Shi W/ et.al. Bacterial diversity and community structure in acid mine drainage from Daobaoshan Mine. China // Aquatic Microbial Ecology. – 2007. – V. 47. – P. 141-151.
- 27 Zammit C.M., Cook N., Brugger J., Ciobanu C.L., Reith F. The future of biotechnology for gold extraction and processing // Miner. Eng. – 2012. – V. 32. – P. 45-53.

28 Zaulochny P.A., Sedelnikova G.V., Savari E.E., Kim D.H., Pivovarova T.A. Kinetic dependence of refractory gold sulphide biooxidation using different microorganism association // Proceedings of XXV International Mineral Processing Congress, Australia, Brisbane, 2010. – P. 527-536.

29 Zeng W., Qui J., Zhou H et.al. Community structure and dynamics of the free and attached microorganisms during moderately thermophilic bioleaching of chalcopyrite concentrate // Bioresource Technology. – 2010. – V. 101. – P. 7068-7075.

30 Van Hille R.P., van Wyk N., Harrison S.T.L. Review of the microbial ecology of BIOX® reactors illustrates the dominance of the genus *Ferroplasma* in many commercial reactors // Proceedings of the 19th International Biohydrometallurgical Symposium, China, Changsha, September 18-22. – 2011. – V. 2. – P. 1021.

31 Wan R.-Y., LeVier K.M. Solution chemistry factors for gold thiosulfate heap leaching // Int. J. Miner. Process. 2003. – V. 72. – P. 311-322.

## References

1 Bashlykov T.V., Zhivaeva A.B., Doroshenko M.V et.al. (2003) Vzaimodeistviye sulfidov I tionovyhbakteriy v razlichnyh usloviyah vyschelachivaniya [Interaction of sulphides and thionic bacteria in various leaching conditions] // Biotehnologiya: sostoyanie I perspektivy: mater. II Mosk. Mezhdunar. Kongressa. M.: ZAO PIK Maksima. 2003. Part 2. 251p. (In Russian)

2 Bhakta, P., Arthur, B. «Heap bio-leaching and gold-oxidation at Newmont Mining: first-year results.» JOM (2002): 31-4.

3 Brierley, J.A., Brierley, C.L. «Present and future of commercial application of biohydrometallurg.» Hydrometallurgy 59 (2001): 233- 39.

4 Clark, M.E., a.o.» Technological breakthroughs creating value.» Hydrometallurgy 83 (2006): 9-26.

5 Fleming, C.A., McMullen, J., Thomas, K.G. and Wells, J.A. «Recent advances in the development of an alternative to the cyanidation process – based on thiosulphate leaching and resin in pulp.» SGS Mineral Services Technical Paper 03 (2001).

6 Golyshina O. B., Pivovarova T.A., Karavay'ko G.I., Kondrat'yeva T.F., Mur E., Avraam V.R., Lunsdorf H., Timmis K.N., Yakimov M.M., Golyshin P.N. (2000) *Acidiplasma aeolicum* gen. nov. sp. nov., vydelen iz gidrotermal'nogo istochnika I otnesen k vidu *Acidiplasma aeolicum* gen. nov. sp. nov. [Acidiplasma aeolicum gen. nov. sp. nov., isolated from hydrothermal spring and identified as *Acidiplasma cupricumulans* comb. nov. // Mezhdunarodnyi zhurnal sistematicheskaya I evolyutcheonnaya mikrobiologiya] . V. 50, no 3. S.997-1006. (In Russian)

7 Harrison, S.T.L. «Role of *Acidiplasma* sp. in bioleaching process»: Proceeding of the 19th International Biohydrometallurgy Symposium, China, Changsha, September 18-22, 2011.

8 Johnson, D.B. Hallberg K.B. «Carbon iron and sulfur metabolism in acidophilic microorganisms.» Adv. Microb. Physiol. 54 (2009): 201-55.

9 Kanayev, Ashimhan, Semenchenko, Galina, Shilmanova, Aliya. «Associative cultures of chemolithotrophic microorganisms and their role in leaching of noble metals from Kazakhstans ores»: Proceedings of International Scientific GeoConference, Albena, Bulgari, June 20-23, 2016.

10 Kanayeva Z.K., Bulayev A.G., Kanayev A.T., Kondrat'eva T.F. (2015) Fiziologicheskie svoystva shtammov *Acidithiobacillus ferrooxidans* mestorozhdeniy sul'fidnyh rud Respubliki Kazahstan [Physiological properties of strains of *Acidithiobacillus ferrooxidans* of Kazakhstans Republik sulphid ores deposits] // J. Microbiology. V. 84, no 3. P. 323–330. (In Russian)

11 Karavay'ko G.I., Sedel'nikova G.V. et.al. (2000) Biogidrometallurgiya zolota I serebra [Biohydrometallurgy of gold and sylvia] // Nonferrous metals. no.8 .S. 20-26. (In Russian)

12 Konysbayeva, A.A., Kanayev, A.T., Kumanbeyeva, M.S., a.o. «Percolation bioleaching the gold from ores of Kazakhstan»: European Biotechnology Conference, Latvia, May 05-07, 2016.

13 Min, X., Chai L., Zhang, Chuan-fu, Zhong, Hai-yun, Kuang Zhong. «Bioleaching of refractory gold ore (II). Mechanism of bioleaching of arsenopyrite by *Thiobacillus ferrooxidans*.» Trans. Nonferrous Metals Soc. China, 12 (2002):142-46.

14 Mineev G.G., Zhuchkov I.A., Punishko O.A., Mineeva T.S., Aksenov A.B. (2005) Biometallurgicheskiye I himicheskiye metody izvlecheniya zolota I serebra iz netraditsionnyh rud, kontchentratsiy I tehnogennoy syr'ya [Biometallurgical and chemical methods of gold and sylvia extraction from nontraditional ores, concentrations and technogenic resources] // Izvestiyavuzov. Tsvetnaya metallurgiya. no 2. S.8-17. (In Russian)

15 Miroshnichenko L.A., Zhukov N.M. (2002) Mineragenicheskaya karta Kazahstana, masshtab 1: 2 500 000 [Mineragenic map of Kazakhstan, Scale 1: 2 500 000]. Almaty: Gylm. 216 p. (In Russian)

16 Nikerk, YA., Hirvel, K., Buuren, K. (2015) Kompleksnyye tehnologii dya pererabotki upornogo syr'ya [Complex technologies for persist ante gold processing] BIOMIN South Africa (Pty) Ltd, accessed October 09, 2015, <http://Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.>

17 Rohwerder, T., Gehrke, T., Kinzler, K., Sand, W. «Bioleaching review part A: Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulphide oxidation.» Applied Microbiology and Biotechnology 63 (2003): 239- 48.

18 Sedel'nikova G.V., Savari E.E., Kondrat'yeva T.F. (2005) Tehnologiya izvlecheniya zolota iz upornyh zolotomysy'yakovistykh kontchentratsiy Albazinskogo mestorozhdeniya s ispol'zovaniem bakteriy [Technology of gold extraction from persist ante gold-arsenic concentrates of Albazins deposit with bacteria using] // Gorniy zhurnal. no. 1. S. 59-63. (In Russian)

19 Silverman, M.P., Lundgren, D.C. «Study on the chemoautotrophic iron bacterium *Ferroplasma ferrooxidans*. I. An improved medium and harvesting procedure for securing high cell yield.» J. Bacteriol. 77 (1959): 642–47.



- 20 «SGS Mineral services. Thiosulphate leaching – an alternative to cyanidation in gold processing.», T3 SGS 869 10-2008.
- 21 Spasova, I. I., Nicolova, Marina V., Georgiev, Plamen S., Groudev, Stoyan N. «Bacterial pretreatment of a gold-bearing pyrite/arsenopyrite concentrate for improving the subsequent gold extraction»: Proceedings of the 14 Balkan Mineral Processings Congress, Tuzla, June 14-16, 2011.
- 22 Tasekeev M.S. (2008) Dostizheniyabiotekhnologii v neftyanoyigornometallurgicheskoyotraslyah (obzornoeissledovanie) [Achievements of biotechnology in oil and mining industries (overview investigation)]. Almaty: Science. 98 p. (In Russian)
- 23 Tusupova B.H., Baiyurin Zh.D. (2016) Mestorozheniya zolota v Kazahstane [Gold deposits in Kazakhstan]. <http://vestnik.kazntu.kz/?q=ru/node/191> (In Russian)
- 24 Yang, Y., Wan, M., Shi, W/ et.al. «Bacterial diversity and community structure in acid mine drainage from Daobaoshan Mine. China.» *Aquatic Microbial Ecology* 47 (2007): 141-51.
- 25 Zammit, C.M., Cook, N., Brugger, J., Ciobanu, C.L., Reith, F. «The future of biotechnology for gold extraction and processing.» *Miner.Eng.* 32 (2012): 45-53.
- 26 Zaulochny, P.A., Sedelnikova, G.V., Savari, E.E., Kim,D.H., Pivovarova, T.A. «Kinetic dependence of refractory gold sulphidebiooxidation using different microorganism association»: Proceedings of XXV International Mineral Processing Congress, Australia, Brisbane, 2010.
- 27 Zeng, W., Qui, J., Zhou, H et.al. «Community structure and dynamics of the free and attached microorganisms during moderately thermophilic bioleaching of chalcopyrite concentrate.» *Bioresourse Technology* 101(2010): 7068-75.
- 28 Zhivaeva A.B., BashlykovaT.V. (2007) Bakterial'noe vyschelachivaniye silikatnyh rud [Bacterial Leaching of siliceous nickel ores] // *Nonferrous metals*. 2007. no.3. P.253-258. (In Russian)
- 29 van Hille, R.P., van Wyk, N., Harrison, S.T.L. «Review of the microbial ecology of BIOX® reactors illustrates the dominance of the genus *Ferroplasma* in many commercial reactors»: Proceedings of the 19th International Biohydrometallurgical Symposium, China, Changsha, 2011.
- 30 Vaynshteyn M.B., Filonov A.E., Abashina T.N., Bykov A.G., Ahmetov L.I, Smolyaninov V.V. (2011) Tehnologiya bakterial'nogo vyschelachivaniya (chast' 3) [Technology of bacterial leaching (part 3)] // *Zoloto I tehnologiya*. no. 1. P.11. Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.. (In Russian)
- 31 Wan, R.-Y., LeVier, K.M. «Solution chemistry factors for gold thiosulfate heap leaching.» *Int. J. Miner. Process.* 72 (2003): 311-22.

**<sup>1,2\*</sup>Habibi A., <sup>1</sup>Zayadan B.K., Baizhigitova A., <sup>1</sup>Alemyar S., <sup>1</sup>Bauyenova M.O.**

<sup>1</sup>Department of Biology and Biotechnology al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Baghlan University, Afghanistan, Baghlan,

e-mail: ainullah.habibi1@yahoo.com

## **THE EFFECT OF ISOLATED CYANOBACTERIA ON RICE SEED GERMINATION AND GROWTH**

Cyanobacteria make a major contribution to the fertility of soil. It has been suggested that cyanobacteria assist higher plant growth by supplying growth substances. There are numerous works about effect of cyanobacteria in paddy soils and rice growth in the world but very little research has been carried out in Afghanistan. In this research, cyanobacteria *Anabaena* sp were isolated from paddy soils of Baghlan Province of Afghanistan. The isolated cyanobacteria *Anabaena* sp was used as inoculums on three common varieties of Afghanistan's rice separately for two hours. After 10 days the result revealed that inoculation of rice seeds by cyanobacteria extracts can enhance seed germination, plant height and length of root in all treated seeds in comparing seeds control by water. In the next stage, seeds under experiment separately inoculated by cyanobacteria extracts and cultivated in nonorganic silt soil as well as treated by cyanobacteria extracts. After 12 days the morphological view showed differences in shoot height of treated plants in comparing to plant controlled by water. Therefore cyanobacteria *Anabaena* sp. recommended as an effective biofertilizer in paddy fields of Afghanistan.

**Key words:** Cyanobacteria, inoculation, biofertilizer, Baghlan, Shamarq, Chashmaishir.

<sup>1,2\*</sup>Хабиби А., <sup>1</sup>Заядан Б.К., <sup>1</sup>Байжигитова А., <sup>1</sup>Алемяр С., <sup>1</sup>Бауенова М.Ө.

<sup>1</sup>Биотехнология кафедрасы, биология және биотехнология факультеті,  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Агрономия кафедрасы, ауылшаруашылық факультеті,  
Баглан Университеті, Ауғанстан, Баглан қ.

e-mail: ainullah.habibi1@yahoo.com

### **Күріштің өсуі мен тұқымның өнуіне бөлініп алынған цианобактериялардың әсері**

Цианобактериялар топырақтың құнарлылығына үлкен үлесін қосады. Цианобактериялар өсімдіктердің жоғары деңгейде өсіп дамуына әсер ететіндігі жайлы мәліметтер бар. Әлем бойынша цианобактериялардың күріштің өсуіне және топыраққа әсері жайлы жұмыстар өте көп кездеседі, дегенмен Ауғанстанда бұл зерттеулер өте аз жүргізілген. Бұл зерттеуде *Anabaena* sp. цианобактериясы Ауғанстанның Баглан қаласы провинциясының топырағынан бөлініп алынды. Бөлініп алынған *Anabaena* sp. цианобактериясы құйылған ыдыста, Ауғанстанның үш түрлі күріштері екі сағат бойы ұсталынды. 10 тәуліктен соң, цианобактерия экстрактісінде ұсталынған күріш дәндерінің, өсімдіктің ұзындығы және тамыр ұзындығы, суда ұсталынған дәндермен салыстырғанда, артқаны байқалады. Тәжірибенің келесі кезеңінде күріш дәндері цианобактериямен байытылған топырақта және сумен байытылған топырақтарда өсірілді. 12 тәулік өткен соң цианобактериямен байытылған топырақта өскен өсімдіктің, сумен байытылған топырақта өскен өсімдіктен ұзындығымен, морфологиясы бойынша әртүрлілігін көрсетеді. Сондықтан, *Anabaena* sp цианобактериясы Ауғанстанның күріш алқаптарына тиімді биотыңайтқыш ретінде ұсыныла алады.

**Түйін сөздер:** цианобактерия, инокуляция, биотыңайтқыш, Баглан, Шамарк, Чашмайшир.

<sup>1,2\*</sup>Хабиби А., <sup>1</sup>Заядан Б.К., <sup>1</sup>Байжигитова А., <sup>1</sup>Алемяр С., <sup>1</sup>Бауенова М.О.

<sup>1</sup>кафедра биотехнологии, факультет биологии и биотехнологии,  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>кафедра агрономии, сельскохозяйственный факультет,  
Университет Баглана, Афганистан, г. Баглан  
e-mail: ainullah.habibi1@yahoo.com

### Влияние выделенных цианобактерий на прорастание семян и рост риса

Цианобактерии вносят большой вклад в плодородие почвы. Показано, что цианобактерии синтезируют вещества, стимулирующие более высокий рост растений. Существует множество работ о влиянии цианобактерий на урожайность рисовых полей, но очень мало исследований проведено в Афганистане. В этом исследовании цианобактерия *Anabaena* sp. была выделена из рисовых полей провинции Баглан, Афганистан. Выделенную цианобактерию *Anabaena* sp. использовали в качестве инокулята на трех разновидностях риса Афганистана в течение двух часов. По истечению 10 суток было показано, что инокуляция семян риса цианобактерией улучшила всхожесть семян, рост растений и длину корня во всех обработанных семенах по сравнению с контролем. На следующем этапе эксперимента семена подвергали отдельной инокуляции экстрактами цианобактерии и культивировали в неорганической иловой почве. Через 12 дней результаты опыта показали различия в высоте побегов обработанных растений по сравнению с контролем. В связи с этим цианобактерия *Anabaena* sp. рекомендуется в качестве эффективного биоудобрения для рисовых полей Афганистана.

**Ключевые слова:** цианобактерия, инокуляция, биоудобрения, Баглан, Шамарк, Чашмайшир.

### Introduction

Cyanobacteria are photosynthetic prokaryotes and colonizing microorganisms that are found throughout the world and they are exceptionally well adapted to a wide array of environmental conditions (Paerl et al., 2000:11-26, Karthikeyan et al., 2008:87-91 and Kirlwood et al., 2008:453-465). These organisms are one of the major components of the nitrogen fixing biomass in paddy fields. The agricultural importance of cyanobacteria in rice cultivation is directly related with their ability to fix nitrogen and other positive effects for plants and soil. After water, nitrogen is the second limiting factor for plant growth in many fields and deficiency of this element is met by fertilizers (Malik et al. 2001:1217-1220). The excessive use of chemical fertilizers has generated several environmental problems including the greenhouse effect, ozone layer depletion and acidification of water. These problems can be tackled by use of biofertilizers (Choudhury and Kennedy 2005:1625-1639, Rai 2006:1-28). Biofertilizers, more commonly known as microbial inoculants, include bacteria (*Azotobacter*), cyanobacteria and mycorrhizal fungi; they are natural, beneficial and ecological friendly, they also provide nutrients for the plants and maintain soil structure (Board 2004:9-49). Over the past six decades, reports have been published on the use of cyanobacterial inoculants (algalization) to enhance biological N<sub>2</sub> fixation in wetland rice fields. Cyanobacteria play an important role in maintenance and build-up of soil fertility,

consequently increasing rice growth and yield as a natural biofertilizer (Song et al. 2005:131-140). The acts of these algae include: (a) Increase in soil pores with having filamentous structure and production of adhesive substances. (b) Excretion of growth-promoting substances such as hormones (auxin, gibberellin), vitamins, amino acids (Roger and Reynaud 1982:147-168, Rodriguez et al. 2006:1-4). (c) Increase in water- holding capacity through their jelly structure (Roger and Reynaud 1982:147-168). (d) Increase in soil biomass after their death and decomposition. (e) Decrease in soil salinity. (f) Preventing weeds growth. (g) Increase in soil phosphate by excretion of organic acids (Wilson 2006:9-10). The indirect promotion of plant growth occurs when cyanobacteria prevent or counter deleterious effects of one or more phytopathogenic microorganisms (Moussa and Shanab, 2001:267-281, Rizk, 2006:212-215, Kim, 2006:138-142, Abo-Shady et al., 2007:3029-3038, Tassara et al., 2008:487-492, Kim and Kim, 2008:242-248). Several studies have reported that cyanobacteria can improve the plant growth by improving the soil structure as they have potential to secrete extracellular polysaccharides that help in soil aggregation and water retention (Hill et al., 1994:126-148, Mazor et al., 1996:121-130, Maqubela et al., 2009:79-92). In addition, the use of cyanobacteria can increase the carbon and nitrogen status of soil (De Caire et al., 2000:1985-1987, De Cano et al., 2002:2421-2431, Azia and Hashem, 2004:309-3011, Pandey et al., 2005:451-457, Malam Issa et al., 2007:209-219,

Obana et al., 2007:641-646, Nisha et al., 2007:49-56, Swarnalakshmi et al., 2007:307-313, Maqubela et al., 2009:79-92, Saadatnia and Riahi, 2009:207-212, Maqubela et al., 2009:79-92). Most paddy soils have a natural population of cyanobacteria which provides a potential source of nitrogen fixation at no cost (Mishra and Pabbi 2004:6-10). The paddy field ecosystem provides a favorable environment for the growth of cyanobacteria with respect to their requirements for light, water, high temperature and nutrient availability. This could be the reason for more abundant cyanobacteria growth in paddy soils than in upland soils (Roger and Reynaud 1982:147-168, Kondo and Yasuda 2003:105-111). In this research we studied the effect of isolated cyanobacteria on seed germination and plant growth on three common varieties of Afghanistan's rice (IR rice, Long red rice and Medium red rice)

### Materials and methods

**The aim** of this research was effect of isolated cyanobacteria as a biofertilizer on three common varieties of rice plants in Afghanistan.

Soil samples were collected from the depth of 0–5 cm of soil surface in paddy fields of Shamarq and Chashmaishir villages of Baghlan province in the north east of Afghanistan in August, 2016. Soil sample transferred to the laboratory of photobiotechnology, Faculty of Biology and Biotechnology, al-Farabi KazNU. Standard microbiological and algological research methods carried out for isolation and purification of nitrogen fixing cyanobacteria used the bellow nutrient mediums.

Gromov's No6 nutrient medium consisted of (per liter of distilled water)  $\text{NaNO}_3$ (1g),  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (0.2g),  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  (0.2g),  $\text{CaCl}_2$  (0.15g),  $\text{NaHCO}_3$ (0.2g), EDTA (1ml), solution of microelement<sup>1</sup> (1ml) and solution of microelement<sup>2</sup> (1ml).

BG11 nitrogen free medium consisted (per liter of distilled water)  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (40mg),  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (75mg),  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (36mg),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (20mg), Citrate Na(6mg),  $\text{FeNH}_4$  Citrate(6mg), Solution of microelements<sup>1</sup>, 1ml) and solution of microelement<sup>2</sup>, (1ml). The collected soil was cultured in Petri dishes with a sterile Gromov's No6 liquid nutrient medium. After 14 days of cultivation, green algae grown on the surface of cultured medium in Petri dishes.

Green specimen of microalgae from the surface of cultured medium took by loop and transferred to the sterile liquid nutrient medium in the sterile flasks under the condition of lab box. The cultured

flasks were placed under the light (2000 lux) for 10 days. After 10 days the cultured growth and made the color of liquid nutrient green. For dilution and repeating the culture, 1ml of specimen from the liquid culture was took by pipette and transferred to sterile liquid nutrient medium in conical flasks, while the liquid was poured into the flasks in such a way that the volume occupied was not more than 1/3 – 1/4 of the volume of the flask. The culture was placed under the same intensity of light for 12 days. The specimen from the growth culture took by loop and transferred to the new sterile BG11 nitrogen free medium in the sterile flasks and placed under the same light condition 2000 lux. Algological pure culture was isolated by proper microscoping control (Gollerbah et al., 1951,644). The cultures in the liquid medium were hand shaken daily to prevent sticking of the cyanobacteria to the wall of the container.

To evaluate the activity of cyanobacteria, a suspension of cyanobacteria. A volume of 1 ml or more, depending on the purity of the storage culture, was transferred immediately to Petri dishes on frozen nutrient agar mixed with Gromov's medium and distributed on the surface of the agar with a sterile spatula.

For purification of cyanobacteria 0.1gr antibiotic (ampicillin) added to 1ml of water. 30 micro liters from the suspension antibiotic were distributed on the surface of each Petri dish with a sterile spatula.

The Petri dishes were placed in the light until the colonies formed. From the grown colony, specimen was transferred again to a liquid medium by loop. Pure culture of cyanobacteria *Anabaena* sp. was grown in conical flasks 250 – 1000 ml under the light (2000 lux) and temperature of 27 – 28 °C. Microscopy of isolated cultures of cyanobacteria is carried out with the help of MX 300T (Austria) and Axio Imager A1 («Carl Zeiss», Germany) microscopes (Gollerbah et al., 1951,644).

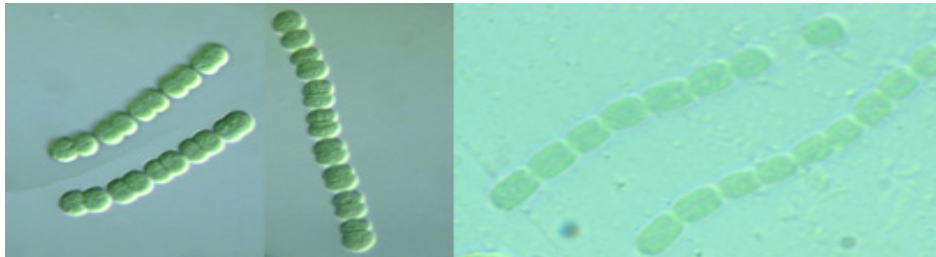
**- Germination of seeds:** Three variety of common rice (IR rice, medium red rice and long length red rice) collected from Baghlan province of Afghanistan and transferred to the laboratory of photobiotechnology, Faculty of Biology and Biotechnology, al-Farabi KazNU.

Petri dishes were prepared in the following way: sterile filter paper corresponding to the size of the cups bottom was placed at the bottom of sterile cups. Petri dishes were put in autoclave for one hour. Seeds of rice were soaked for two hours in suspensions of cyanobacteria extracts and in sterile water (control), and then seeds were placed in Petri dishes in the amount of 8 pieces in each

cup. Cultured seeds were placed under the light for 10 days and every 24 hours the seeds under experiment were treated with 1ml of sterile water. After 7 days germination of seeds, total length of shoots and roots measured by ruler in each Petri dish and counted the number of not germinated seeds for each cup.

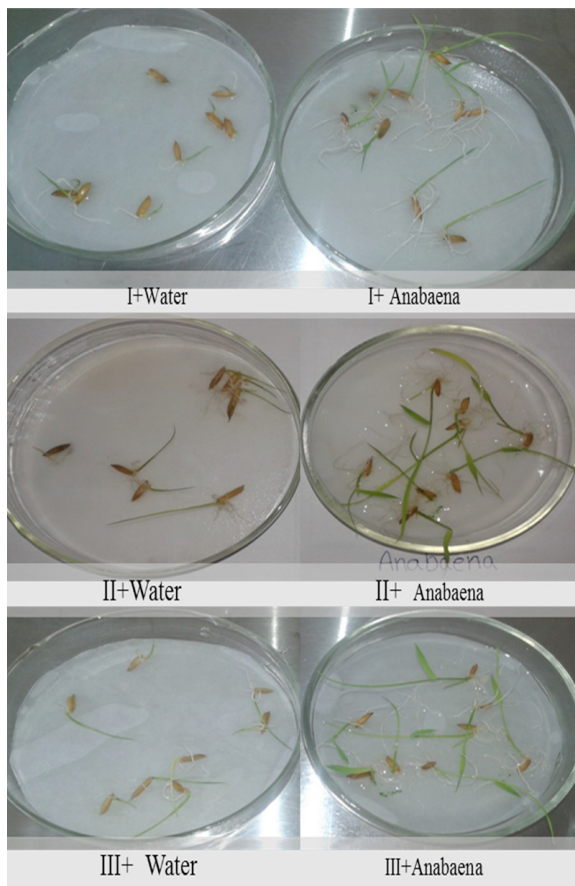
- **Seed cultivation on soil:** Nonorganic silt soil were incubated and put in plastic cups not occupied

more than 3/4 parts of the cups. As previous new seeds of the test plants were soaked for one hour in suspensions of cyanobacteria and in sterile water to control. Then the amount of 10 seeds cultivated in soil of each cups. Cups were placed under the light for 12 days and every 24 hours the cultivated seeds in experiment were treated with 10 ml cyanobacteria extracts and sterile water to control for 12 days (Saadatnia and Riahi., 2009:207-212).



Culture of Cyanobacteria anabaena sp (Zoom. 1x 100)

**Figure 1** – The morphology of isolated cyanobacteria, Anabaena sp.



**Figure 2** – Three varieties of rice (I-IR rice , II-Long red rice and III-Medium red rice) inoculated by cyanobacteria Anabaena sp. and soaked by water to control

## Result and discussion

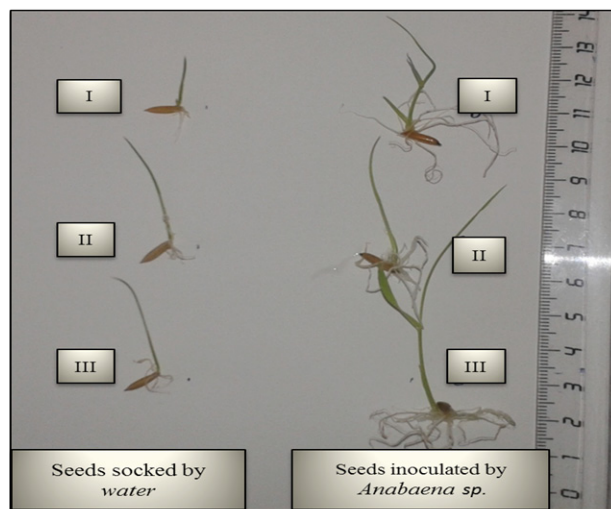
In the result of conducted research on soil of paddy fields in Afghanistan (Shamarq and Chashmaishir villages of Baghlan province). Pure culture of cyanobacteria of *Anabaena sp.* was isolated with the help of standard microbiological and algological research methods and morphologically identified with the help of MX 300T (Austria) and Axio Imager A1 («Carl Zeiss», Germany) microscopes (figure1).

According to the evaluation of conducted research, isolated cyanobacteria *Anabaena sp* had positive effect on three common varieties of Afghanistan's rice (IR rice, Long red rice and medium red rice). These varieties have good adaptation in Baghlan province. Germination of Inoculated seeds by caynobacteria extracts after 10 days compared to water control, the percentage of germinated seeds was 100 (figure 2). The result shows that caynobacteria *Anabaena sp.* had a positive effect on the growth of rice (germination, height of shoot and length of root system). The root length and plant height of one of the average plant from each experimented variety was measured by ruler, showed differences (figure3) as well as the graph of measuring showed differences (figure4).

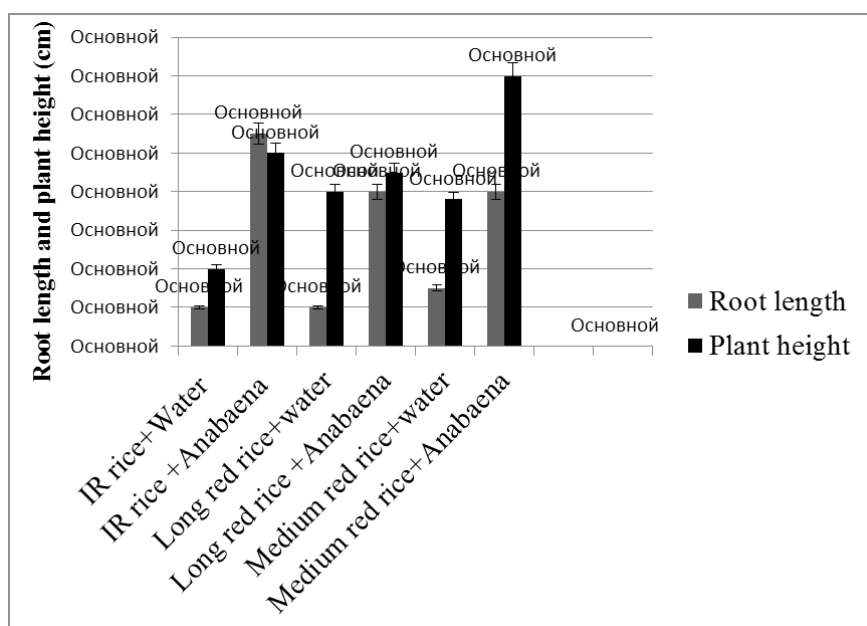
In the next stage new seeds of the three common varieties Afghanistan's rice was separately cultivated in nonorganic silt soil and every 24 hours the cultivated seeds under the experiment

were treated by 10 ml cyanobacteria extracts and sterile water to control. After 12 days the result showed that there are morphological differences

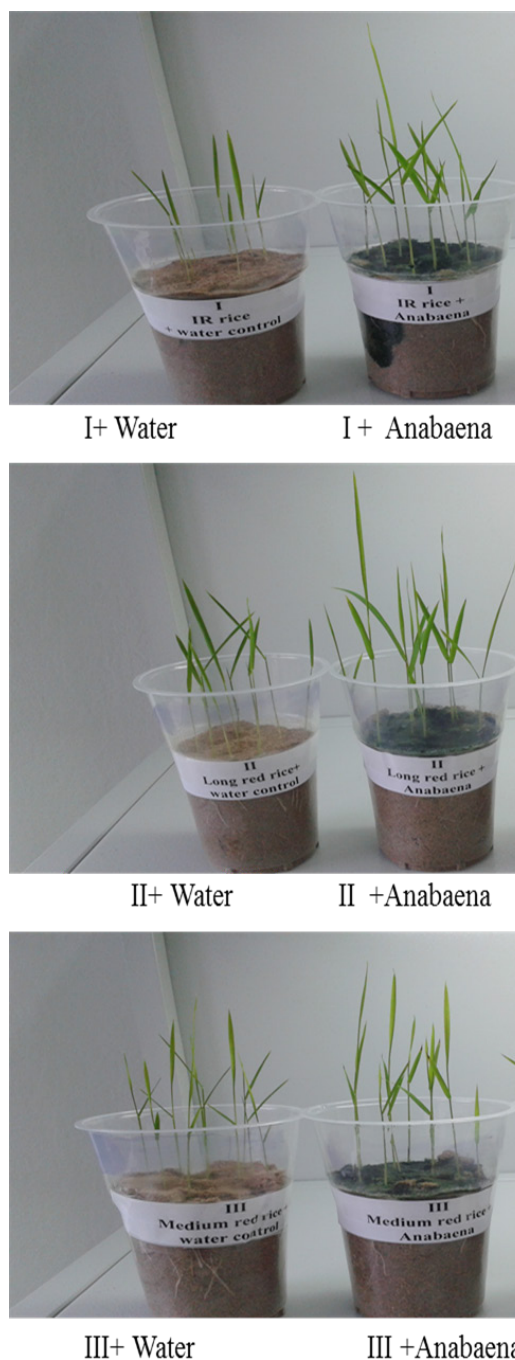
in height of treated plant by cyanobacteria *Anabaena* sp. in comparing to plant treated by water (figure5).



**Figure 3** – The average effect of cyanobacteria *Anabaena* sp. on the root length and plant height of three varieties of rice (I-IR rice , II-Long red rice and III-Medium red rice) in comparing to water control



**Figure 4** – The average effect of cyanobacteria *Anabaena* sp. on the root length and plant height of three varieties of rice ( IR rice , Long red rice and Medium rice) in comparing to water control



**Figure 5** – Shows the morphological comparing of three varieties of rice ( I-IR rice, II-Long red rice and III-medium red rice) treated by *Anabaena* sp. and compared to water treated seeds from the same variety in soil

### Conclusion

Cyanobacteria are photosynthetic and prokaryotic microorganisms they are found in all over the world. They contribute the growth of plant by supplying growth substances. In this research,

cyanobacteria *Anabaena* sp was isolated from paddy soils of Baghlan Province in Afghanistan and used as inoculums on three common varieties of Afghanistan’s rice (IRric, Long red rice and medium red rice). The result revealed that treatment of rice seeds by cyanobacteria extracts can enhance seed

germination and plant growth in all treated seeds as compared to control. In the next stage, cyanobacteria as inoculums experimented on cultivated rice in soil. The morphological view also showed differences

in shoots height of treated plants as compared to control by water. Therefore cyanobacteria *Anabaena* sp. is recommended as an effective biofertilizer in paddy fields.

### References

- 1 Paerl HW, Pinckney JL., Steppe TF, «Cyanobacterial-bacterial mat consortia.: examining the functional unit of microbial survival and growth in extreme environments». *Environ. Microbiol*, 2(1) (2000): 11-26.
- 2 Karthikeyan A, Nagasathya AS, Priya E., Hypersaline. «Cyanobacterium: A Potential Biofertilizer for *Vigna mungo*.» *L (Black Gram). Am.-Eur. J. Sustain. Agric*, 2(1) (2008): 87-91.
- 3 Kirlwood AE, Buchheim JA, Buchheim MA, Henley WJ. «Cyanobacterial Diversity and Halotolerance in a Variable Hypersaline Environment.» *Microbiol. Ecol*, (55) (2008): 453-465.
- 4 Malik F.R., Ahmed S., Rizki Y.M. «Utilization of lignocellulosic waste for the preparation of nitrogenous biofertilizer.» *Pakistan Journal of Biological Sciences*, (4) (2001): 1217–1220.
- 5 Choudhury A.T.M.A., Kennedy I.R. «Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems.» *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, (36) (2005): 1625–1639.
- 6 Rai M.K., «Handbook of Microbial Biofertilizer» Haworth Press, New York,(2006): 1-28.
- 7 Board N. «The Complete Technology Book on Biofertilizer and Organic Farming.» Delhi,(2004):9-49
- 8 Song T., Martensson L., Eriksson T., Zheng W., Rasmussen U. «Biodiversity and seasonal variation of the cyanobacterial assemblage in a rice paddy field in Fujian, China.» *The Federation of European Materials Societies Microbiology Ecology*, (54) (2005): 131–140.
- 9 Roger P.A., Reynaud P.A. «Free-living Blue-green Algae in Tropical Soils.» *springer*,(5)(1982):147-168
- 10 Rodriguez A.A., Stella A.A., Storni M.M., Zulpa G., Zaccaro M.C. «Effects of cyanobacterial extracellular products and gibberellic acid on salinity tolerance in *Oryza sativa* L.» *Saline System*, 2:7(2006):1-4., accessed April 10 2017 doi:10.1186/1746-1448-2-7
- 11 Wilson L.T. «Cyanobacteria: A Potential Nitrogen Source in Rice Fields.» *Texas Rice*, (6) (2006): 9–10.
- 12 Moussa TAA, Shanab SMM. «Impact of cyanobacterial toxicity stress on the growth activities of some phytopathogenic *Fusarium* sp.» *AZ J. Microbiol.*, (53) (2001): 267-281.
- 13 Rizk MA. «Growth activities of the Sugarbeet Pathogen *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Rhizoctonia solani* Khun. and *Fusarium verticilloides* Sacc. under cyanobacterial filtrate stress.» *Plant Pathol. J.*, 5(2) (2006): 212-215.
- 14 Kim JD. «Screening of cyanobacteria (blue-green algae) from rice paddy soil for antifungal activity against plant pathogenic fungi.» *Mycobiol.*, (34)(2006): 138-142.
- 15 Abo-Shady AM, Al-ghaffar BA, Rahhal MMH and Abd-El Monem HA. «Biological control of faba bean pathogenic fungi by three cyanobacterial filtrates.» *Pakistan J. Biol. Sci.*, 10: (2007). 3029-3038.
- 16 Tassara C, Zaccaro MC, Storni MM, Palma M, Zulpa G. «Biological control of lettuce white mold with cyanobacteria.» *Int. J. Agric. Biol.*, 10: (2008): 487-492.
- 17 Kim J, Kim J. «Inhibitory Effect of Algal Extracts on Mycelial Growth of the Tomato-Wilt Pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*.» *Mycobiol.*, 36(4) (2008): 242-248.
- 18 Hill DR, Peat A, Potts M. «Biochemistry and structure of the glycan secreted by desiccation-tolerant *Nostoc commune* (Cyanobacteria).» *Protoplasma*, 182: (1994):126-148.
- 19 Mazor G, Kidron GJ, Vonshak A, Abeliovich A. «The role of cyanobacterial exopolysaccharides in structuring desert microbial crusts.» *FEMS Microbiol. Ecol.*, 21 (1996): 121-130.
- 20 Maqubela MP, Mnkeni PNS, Issa MO, Pardo MT, D'Acqui LP. «*Nostoc* cyanobacterial inoculation in South African agricultural soils enhances soil structure, fertility and maize growth.» *Plant Soil*, 315: (2009): 79-92.
- 21 De Caire GZ, De Cano MS, Palma RM, De Mule CZ. «Changes in soil enzyme activities following additions of cyanobacterial biomass and exopolysaccharide.» *Soil Biol. Biochem.*, 32: (2000): 1985-1987.
- 22 De Cano MMS, De Caire GZ, De Mulé MCZ, Palma RM. «Effect of *Tolypothrix tenuis* and *Microchaete tenera* on biochemical soil properties and maize growth.» *J. Plant Nutr.*, 25: (2002): 2421-2431.
- 23 Azia MA, Hashem MA. «Role of Cyanobacteria on yield in saline soil.» *Pak. J. Biol. Sci.*, 7(3): (2004): 309-311.
- 24 Pandey KD, Shukla PN, Giri DD, Kashyap AK. «Cyanobacteria in alkaline soil and the effect of cyanobacteria inoculation with pyrite amendments on their reclamation.» *Biol. Fert. Soils*, 41: (2005): 451-457.
- 25 Malam Issa O, Defarge C, Bissonnais YL, Marin BD, Bruand A, D'Acqui LP, Nordenberg S, Annerman M. «Effects of the inoculation of cyanobacteria on the microstructure and the structural stability of a tropical soil.» *Plant Soil*, 290: (2007): 209-219.
- 26 Obana S, Miyamoto K, Morita S, Ohmori MI. «Effect of *Nostoc* sp. on soil characteristics, plant growth and nutrient uptake.» 16: (2007): 641–646.
- 27 Nisha R, Kaushik A, Kaushik CP. «Effect of cyanobacterial application on structural stability and productivity of an organically poor semi-arid soil.» *Geoderma*, 138: (2007): 49-56.
- 28 Swarnalakshmi K, Dhar DW, Singh PK. «Evaluation of blue-green algal inoculation on specific soil parameters.» *Acta Agron. Hung.*, 55(3) (2007): 307-313.
- 29 Saadatnia H, Riahi H. «Cyanobacteria from paddy fields in Iran as biofertilizer in rice plants.» *Plant Soil Environ.*, 55(5): (2009): 207-212.
- 30 Mishra U., Pabbi S. «Cyanobacteria: a potential biofertilizer for rice.» *Resonance*, (2004): 6–10.



31 Kondo M., Yasuda M. «Seasonal changes in N<sub>2</sub> fixation activity and N enrichment in paddy soils as affected by soil management in the northern area of Japan.» *Japan Agricultural Research Quarterly*, 37: (2003): 105–111.

32 Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. «Определитель пресноводных водорослей СССР» // Вып. 4. Диатомовые водоросли. М., 1951. – С. 644.

### References

- 1 Abo-Shady AM, Al-ghaffar BA, Rahhal MMH and Abd-El Monem HA (2007). Biological control of faba bean pathogenic fungi by three cyanobacterial filtrates. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 10: 3029-3038.
- 2 Azia MA, Hashem MA (2004). Role of Cyanobacteria on yield in saline soil. *Pak. J. Biol. Sci.*, 7(3): 309-311.
- 3 Board N. (2004): *The Complete Technology Book on Biofertilizer and Organic Farming*, New Delhi.9-49
- 4 Choudhury A.T.M.A., Kennedy I.R. (2005): Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 1625–1639.
- 5 De Caire GZ, De Cano MS, Palma RM, De Mule CZ (2000). Changes in soil enzyme activities following additions of cyanobacterial biomass and exopolysaccharide. *Soil Biol. Biochem.*, 32: 1985-1987.
- 6 De Cano MMS, De Caire GZ, De Mulé MCZ, Palma RM (2002). Effect of *Tolypothrix tenuis* and *Microchaete tenera* on biochemical soil properties and maize growth. *J. Plant Nutr.*, 25: 2421-2431.
- 7 Gollerbah M.M., Kosinskaya E.K., Polyanskiy V.I. (1951) «The determinant of freshwater algae of the USSR.» [Определитель пресноводных водорослей. Диатомовые водоросли] 4: 644. (In Russian)
- 8 Hill DR, Peat A, Potts M (1994). Biochemistry and structure of the glycan secreted by desiccation-tolerant *Nostoc commune* (Cyanobacteria). *Protoplasma*, 182: 126-148.
- 9 Karthikeyan A, Nagasathya AS, Priya E (2008). Hypersaline Cyanobacterium: A Potential Biofertilizer for *Vigna mungo*. L (Black Gram). *Am.-Eur. J. Sustain. Agric.*, 2(1): 87-91.
- 10 Kim J, Kim J (2008). Inhibitory Effect of Algal Extracts on Mycelial Growth of the Tomato-Wilt Pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. *Mycobiol.*, 36(4): 242-248.
- 11 Kim JD (2006). Screening of cyanobacteria (blue-green algae) from rice paddy soil for antifungal activity against plant pathogenic fungi. *Mycobiol.*, 34: 138-142.
- 12 Kirlwood AE, Buchheim JA, Buchheim MA, Henley WJ (2008). Cyanobacterial Diversity and Halotolerance in a Variable Hypersaline Environment. *Microbiol. Ecol.*, 55: 453-465.
- 13 Kondo M., Yasuda M. (2003): Seasonal changes in N<sub>2</sub> fixation activity and N enrichment in paddy soils as affected by soil management in the northern area of Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 37: 105–111.
- 14 Malam Issa O, Defarge C, Bissonnais YL, Marin BD, Bruand A, D'Acqui LP, Nordenberg S, Annerman M (2007). Effects of the inoculation of cyanobacteria on the microstructure and the structural stability of a tropical soil. *Plant Soil*, 290: 209-219.
- 15 Malik F.R., Ahmed S., Rizki Y.M. (2001): Utilization of lignocellulosic waste for the preparation of nitrogenous biofertilizer. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4: 1217–1220.
- 16 Maqubela MP, Mkeni PNS, Issa MO, Pardo MT, D'Acqui LP (2009). *Nostoc* cyanobacterial inoculation in South African agricultural soils enhances soil structure, fertility and maize growth. *Plant Soil*, 315: 79-92.
- 17 Mazor G, Kidron GJ, Vonshak A, Abeliovich A (1996). The role of cyanobacterial exopolysaccharides in structuring desert microbial crusts. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 21: 121-130.
- 18 Mishra U., Pabbi S. (2004): Cyanobacteria: a potential biofertilizer for rice. *Resonance*, 6–10.
- 19 Moussa TAA, Shanab SMM (2001). Impact of cyanobacterial toxicity stress on the growth activities of some phytopathogenic *Fusarium* sp. *AZ J. Microbiol.*, 53: 267-281.
- 20 Nisha R, Kaushik A, Kaushik CP (2007). Effect of cyanobacterial application on structural stability and productivity of an organically poor semi-arid soil. *Geoderma*, 138: 49-56.
- 21 Obana S, Miyamoto K, Morita S, Ohmori MI (2007). Effect of *Nostoc* sp. on soil characteristics, plant growth and nutrient uptake. 16: 641–646.
- 22 Paerl HW, Pinckney JL, Steppe TF (2000). Cyanobacterial-bacterial mat consortia: examining the functional unit of microbial survival and growth in extreme environments. *Environ. Microbiol.*, 2(1): 11-26.
- 23 Pandey KD, Shukla PN, Giri DD, Kashyap AK (2005). Cyanobacteria in alkaline soil and the effect of cyanobacteria inoculation with pyrite amendments on their reclamation. *Biol. Fert. Soils*, 41: 451-457.
- 24 Rai M.K. (2006): *Handbook of Microbial Biofertilizers*. Haworth Press, New York.1-28.
- 25 Rizk MA (2006). Growth activities of the Sugarbeet Pathogen *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Rhizoctonia solani* Khun. and *Fusarium verticilloides* Sacc. under cyanobacterial filtrate stress. *Plant Pathol. J.*, 5(2): 212-215.
- 26 Rodriguez A.A., Stella A.A., Storni M.M., Zulpa G., Zaccaro M.C. (2006): Effects of cyanobacterial extracellular products and gibberellic acid on salinity tolerance in *Oryza sativa* L. *Saline System*, 2:7.2-4 , accessed April 10, 2017 doi:10.1186/1746-1448-2-7
- 27 Roger P.A., Reynaud P.A. (1982): *Free-living Blue-green Algae in Tropical Soils*. Springer Vol 5 pp 147-168
- 28 Saadatnia H, Riahi H (2009). Cyanobacteria from paddy fields in Iran as biofertilizer in rice plants. *Plant Soil Environ.*, 55(5): 207-212.
- 29 Song T., Martensson L., Eriksson T., Zheng W., Rasmussen U. (2005): Biodiversity and seasonal variation of the cyanobacterial assemblage in a rice paddy field in Fujian, China. *The Federation of European Microbiology Societies Microbiology Ecology*, 54: 131–140.
- 30 Swarnalakshmi K, Dhar DW, Singh PK (2007). Evaluation of blue-green algal inoculation on specific soil parameters. *Acta Agron. Hung.*, 55(3): 307-313
- 31 Tassara C, Zaccaro MC, Storni MM, Palma M, Zulpa G (2008). Biological control of lettuce white mold with cyanobacteria. *Int. J. Agric. Biol.*, 10: 487-492.
- 32 Wilson L.T. (2006): Cyanobacteria: A Potential Nitrogen Source in Rice Fields. *Texas Rice*, 6: 9–10.

<sup>1</sup>Чирикова М.А., <sup>2</sup>Зима Ю.А.

<sup>1</sup>кандидат биологических наук, заведующая отделом, Институт зоологии,  
Казахстан, г. Алматы, e-mail: m.chirikova@mail.ru

<sup>2</sup>младший научный сотрудник, Институт зоологии,  
Казахстан, г. Алматы, e-mail: zimay@mail.ru

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕРОГО ВАРАНА (*VARANUS GRISEUS*) В КАЗАХСТАНЕ

В работе приведены данные по морфологической изменчивости серого варана *Varanus griseus* из Южных и Юго-Восточных Кызылкумов (Южный Казахстан, 16 самок, 14 самцов, 7 полувзрослых и 7 ювенильных особей). Отмечен половой диморфизм: самцы обладают большими размерами туловища, головы и хвоста. Анализ возрастных изменений размеров тела показал, что с возрастом относительная длина головы уменьшается: показатель  $L_c/L$  у ювенильных 0,25, у полувзрослых – 0,20, а у взрослых – 0,17 и 0,18. Выявлена прямая положительная корреляция между длиной туловища и длиной хвоста. В исследуемой выборке выделены четыре размерные группы: 1) особи с длиной туловища до 15 см, 2) от 30 до 38 см, 3) от 40 до 48 см и 4) от 50 см и выше. Приведены особенности рисунка верхней стороны тела серого варана с территории Южного Казахстана. По встречаемости разных типов рисунка некоторое отличие наблюдается между выборкой с юга Кызылкумов (западный берег р. Сырдария) и из окрестностей гор Дарбаза (восточный берег р. Сырдария). Отмечено сходство в вариациях рисунка особей из Юго-Восточных и Западных Кызылкумов.

**Ключевые слова:** *Varanus griseus*, Казахстан, морфологическая изменчивость, половой диморфизм, размеры тела.

<sup>1</sup>Chirikova M.A., <sup>2</sup>Zima Yu.A.

<sup>1</sup>candidate of biological sciences, head of department, Institute of Zoology,  
Kazakhstan, Almaty, e-mail: m.chirikova@mail.ru

<sup>2</sup>junior researcher, Institute of Zoology,  
Kazakhstan, Almaty, e-mail: zimay@mail.ru

## Morphological variability of the desert monitor (*Varanus griseus*) in Kazakhstan

Annotation. The paper presents data on the morphological variability of the desert monitor (*Varanus griseus*) from the South and South-East Kyzylkums (Southern Kazakhstan, 16 females, 14 males, 7 semi-adults and 7 juveniles). We observe sexual dimorphism: males have larger body, head and tail sizes. Analysis of age-related changes in body size showed that with age, the relative head length decreases: the  $L_c / L$  index in juvenile 0.25, the half-adult 0.20, and in adults 0.17 and 0.18. A direct positive correlation was revealed between body length and tail length. Four size adjusted groups were distinguished in the investigated sample: 1) individuals with body length up to 15 cm, 2) individuals – from 30 to 38 cm, 3) from 40 to 48 cm and 4) from 50 cm and above. We presented the peculiarities of pattern of upper side of the body of desert monitor from the territory of Southern Kazakhstan. According to the occurrence of different pattern types, there is some difference between the sample from the south of the Kyzylkum (west bank of the Syrdaria River) and from the vicinity of the Darbaza mountains (east bank of the Syrdaria River). Our data suggest similarities in pattern variations of individuals from Southeast and Western Kyzylkums.

**Key words:** *Varanus griseus*, Kazakhstan, morphological variability, sexual dimorphism, body size.

<sup>1</sup>Чирикова М.А., Зима Ю.А.

<sup>1</sup>биология ғылымдарының кандидаты, бөлімнің меңгерушісі, Зоология институты, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: m.chirikova@mail.ru

<sup>2</sup>кіші ғылыми қызметкер, Зоология институты, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: zimay@mail.ru

### Қазақстандағы сұр кеселдің (*Varanus griseus*) морфологиялық құбылмалығы

Жұмыста Оңтүстік және Оңтүстік-шығыс Қызылқұмнан сұр кеселдің *Varanus griseus* морфологиялық құбылмалығы туралы мәліметтер келтірілген (Оңтүстік Қазақстан, 16 ұрғашылар, 14 еркек, 7 жартылай ересек және 7 кіші жастағылар). Жыныстық ерекшелік белгіленген: еркектердің кеуде, бас және құйрық өлшемдері үлкен. Жасқа байланысты дене салмағының өзгеруін талдауы бойынша бастың салыстырмалы ұзындығы төмендейді: Lc/L индексі кіші жастағылардың 0,25, жартылай ересектердің 0,20 және ересектердің – 0,17 және 0,18. Кеуденің ұзындығы мен құйрық ұзындығы арасында тікелей оң өзара байланыс анықталды. Зерттелетін іріктемесінде төрт өлшемді топтар ерекшеленген: 1) кеуденің ұзындығы 15 см-ге дейін тарттыратын дарақтар, 2) 30-дан 38 см-ге дейін, 3) 40 см-ден 48 см-ге дейін және 4) 50 см-ден жоғары. Оңтүстік Қазақстан аумағындағы сұр кеселдің денесінің жоғарғы жағындағы суретінің негізгі өзгермелі нұсқалары келтірілген. Әр түрлі суреттің түрлері кездесетіндік бойынша Қызылқұмның оңтүстігінің (Сырдария өзенінің сол жақ жағалауы) іріктемесі және Дарбаза тауларының маңайындағы (Сырдария өзенінің оң жағалауы) іріктемесі аралығында кейбір өзгелік байқалады. Оңтүстік-шығыс және батыс Қызылқұмдағы дарақтар арасында суреттің өзгермелі нұсқаларында ұқсастық белгіленді.

**Түйін сөздер:** *Varanus griseus*, Қазақстан, морфологиялық құбылмалық, жыныстық ерекшелік, дене салмағы.

### Введение

Серый варан *Varanus griseus* (Daudin, 1803) – самая крупная ящерица Средней Азии и Казахстана (рис. 1). Ареал вида охватывает Северную Африку, Индии, Южную и Юго-Западную и Среднюю Ази. Известно три подвида: *Varanus g. koniecznyi* Mertens 1942 из Пакистана и Индии, *V. g. griseus* Daudin 1803 из Северной Африки, Аравийского полуострова, Ближнего Востока (включая Ирак) и *V. g. caspius* Eichwald 1831 из Туранской низменности, Иранского плато и прилежащих районов афганистана и Пакистана (Mertens, 1954; Bennett, 1995: 88; Ananjeva et al., 2004: 115; Sindaco, Jeremcenko, 2008: 206). Подвиды различаются главным образом по окраске, а также форме хвоста и размерам (Mertens, 1954). Отметим, что в 2015 году на основании морфологических признаков с территории Ирана был описан новый вид варана, который ранее диагностировался как *V. griseus* (Böhme et al., 2015: 44).

В Казахстане обитает закаспийский подвид серого варана *V. g. caspius*. Здесь расположены самые северные популяции вида. Вид внесен в Красную книгу Казахстана (Брушко, Чирикова, 2010: 66) как сокращающийся в численности вид (II категория), а также в Приложение I Конвенции ООН о международной торговле видами флоры и фауны, находящимися под угрозой ис-

чезновения (CITES). На территории Казахстана морфологическая изменчивость серого варана изучена недостаточно. Известны данные по размерам длины туловища и хвоста 15 взрослых особей и 4 полувзрослых (Брушко, 1995: 200), а также общее описание рисунка взрослых особей (Параскив, 1956: 90-91). Других сведений нет.



**Рисунок 1** – Внешний вид серого варана из Казахстана (Фото Чириковой М.А.)

В задачи данного исследования входило изучение внешне-морфологической изменчивости вида на северной периферии ареала для дальнейшего изучения межпопуляционных и внутривидовых группировок. В данной статье мы описываем изменчивость размеров тела, особен-

ностей рисунка, а также половой диморфизм и возрастные изменения этих признаков у серого варана из популяций, обитающих в Казахстане.

### Материалы и методы исследований

Нами было изучено 16 самок, 14 самцов, 7 полувзрослых и 7 ювенильных особей из Южных и Юго-Восточных Кызылкумов, на территории Казахстана. Описание рисунка сделано по 35 экземплярам с территории Кызылкумов, и для 6 экземпляров с правобережья р. Сырдария, из окрестностей гор Дарбаза.

В тексте использовались следующие сокращения: L – длина туловища от кончика морды до анального отверстия; Lcd – длина хвоста от анального отверстия до кончика хвоста, Lc – длина головы. Статистический анализ выполнен с помощью пакета программ STATISTICA 10. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. Проверка нормальности распределения количественных признаков в отдельных группах сравнения проводилась с использованием критериев Колмогорова-Смирнова. Для всех количественных признаков в сравниваемых группах производилась оценка средних арифметических и (стандартных) ошибок среднего. Средние значения и доверительный интервал представлены в графиках. Декриптивные статистики в тексте представлены как  $M \pm m$ , где M – среднее, а m – ошибка среднего, min – минимальное значение признака, max – максимальное. Для графического отображения использовалась диаграмма рассеяния. Пол определялся путем выдавливания гемипенисов, поскольку, как показала практика других исследований, сексирование с помощью зонда (по глубине проникновения) не всегда дает однозначные результаты (Целлариус и др., 1991: 68).

### Обзор литературы

Закаспийский подвид – самый крупный среди форм серого варана. По литературным данным, максимальная длина туловища вместе с хвостом составляла 1550 мм (Сергеев, 1939: 897, Банников и др., 1977). В Западных Кызылкумах в Узбекистане самый крупный самец достигал длины туловища 60 см (Целлариус и др., 1991: 71), в Туркменистане – 58,5 см (Шаммаков, 1981: 144). Тогда как у южных подвидов, самые крупные самцы были значительно меньше по размерам: в Израиле – 46 см (Stanner, Mendelssohn, 1987:

155), в Турции – 44,7 см (Ilgaz et al., 2008: 174), в Пакистане – 36,5 см (Auffenberg et al., 1990: 28). Для других видов рода *Varanus* известны большие размеры самцов по сравнению с самками (Shine, 1986: 125; Auffenberg et al., 1990: 28-30; Auffenberg, 1994: 14-15; Pianka, 1995; Tsellarius et al., 1995: 160; Thompson, Withers, 1997; Целлариус, Целлариус, 1999: 623), однако для варанов из Восточных Кызылкумов до сих пор не был показан половой диморфизм (Брушко, 1995: 200). Не исключено, что это было связано с недостаточным количеством выборки.

Данные по особенностям внешней морфологической изменчивости ювенильных особей с территории Казахстана отсутствуют. С южных территорий ареала подвида новорожденные особи в апреле-мае достигали 10-12 см (Атаев, 1985: 133; Целлариус, Черлин, 1994: 44), а в сентябре-октябре – 18-20 см (Атаев, 1985: 133). Расчет длины туловища на основании корреляции длины туловища и размера следа в Западных Кызылкумах показал, что к октябрю длина туловища у особей первого года жизни может достигать 25 см (Целлариус и др., 1991). Схожие данные получены для Южной Туркмении (Сергеев, 1939: 896-897). В неволе зарегистрирован более медленный рост – от 113 мм в апреле до 173 мм в августе (Атаев, 1985: 133).

Наличие разных возрастных групп в популяции – один из важных показателей демографии. Для точного определения возрастных групп успешно используют такой метод, как скелетохронология (Smirina, Tsellarius, 1996: 131; Smirina, Tsellarius, 1998: 157; Булахова и др., 2007: 52). Однако применение этого метода требует либо умерщвление особей, либо сбора погибших экземпляров. Поскольку серый варан внесен в Красную книгу Казахстана, то более приемлемым методом, на наш взгляд, является метод выделения возрастных классов и определения возраста по изучению длины тела (Песков и др., 2013: 3055). У некоторых видов ящериц растянутость сроков яйцекладки и возможность нескольких кладок в год, индивидуальные различия скорости роста, снижение темпа роста по достижении половозрелости – все это делает метод определения возраста рептилий по длине тела ненадежным (Стрелкова, Эпова, 2016: 52). У серого варана, по нашим и литературным данным, кладка лишь один раз в год, причем ее сроки, вероятно, довольно сжаты, поскольку период спаривания очень короткий (10 дней) (Tsellarius, Men'shikov, 1994: 122), поэтому мы ожидаем, что разброс будет не очень сильным.

Для изучения популяционных различий, а также индивидуального мечения варанов весьма удобным признаком является рисунок верхней стороны туловища (Tsellarius, Cherlin, 1991: 105). Однако до сих пор нет подробного описания изменчивости рисунка варанов с территории Казахстана.

### Результаты и обсуждение

*Размеры туловища.* Длина туловища и хвоста взрослых самцов и самок приведена в таблице 1. Длина туловища взрослых варанов варьирует от 40,5 до 57 см, длина хвоста – от 48,0 до 71 см. Самая крупная особь имеет общую длину 127,0 см с длиной туловища 57 см, что в целом соответствует максимуму для подвида (ссылки). Предполагаем, что это была самая старая из измеренных особей (самец). Вывод о значительном возрасте этого экземпляра мы сделали на основании состояния зубной системы варана, зубы

которого поражены кариесоподобным заболеванием, а кожные покровы тела и хвоста были покрыты большим количеством шрамов, с разной степенью давности нанесения, наибольшие по размеру крупные чешуи на шее, по сравнению с другими самцами, и общее состояние особи.

Поскольку распределение оказалось нормальным лишь для Lcd, L/Lcd, то сравнение между самцами и самками провели по t-критерию и критерию Манна-Уитни. Сравнение с использованием t-критерия показало статистически значимое отличие по длине туловища ( $p=0,04$ ), хвоста ( $p=0,01$ ) и головы ( $p=0,0006$ ). При использовании критерия Манна-Уитни статистически значимое отличие выявлено по длине хвоста ( $p=0,007$ ) и длине головы ( $p=0,002$ ). Различия в соотношении длины туловища к длине хвоста и длины головы к длине туловища не выявлено. Таким образом, на собранном нами материале самки обладали меньшими размерами туловища, головы и хвоста.

**Таблица 1** – Вариабельность размеров туловища серых варанов в Казахстане (Юго-Восточные Кызылкумы)

Признак		L	Lcd	L/ Lcd	Lc	Lc/L
Самки (16)	Min-max	40,50-56,50	48,00-67,50	0,68-0,94	7.0-8.70	0,17-0,19
	M±m	46,23±1,32	59,06±1,27	0,78±0,01	7.83±0.002	0,18±0,002
Самцы (14)	Min-max	41,00-57,00	56,70-71,0	0,72-0,84	7.0-10.30	0.13-0.19
	M±m	51,21±1,22	64,78±1,15	0,78±0,01	9.28±0.27	0.17±0.004
Полувзрослые особи (7)	Min-max	28,00-38,00	38,5-51,00	0,63-0,85	6,00-8,70	0,18-0,22
	M±m	34,07±1,27	46,55±1,67	0,73±0,03	6,97±0,33	0,20±0,005
Ювенильные (7)	Min-max	11,7-12,4	14,2-15,6	0,77-0,82	2,90-3,20	0,23-0,27
	M±m	11,98±1,11	14,95±0,18	0,80±0,006	3,10±0,04	0,25±0,004

Длина туловища ювенильных особей в апреле 2017 г. составила 11,7-12,4 см (таблица 1). Во второй половине июля 2009 г. была найдена ювенильная особь с длиной туловища 14 см и длиной хвоста – 20 см. Особи таких же размеров наблюдались в других регионах Средней Азии в апреле-мае (Атаев, 1985: 133; Целлариус, Черлин, 1994: 44).

Результаты измерения ювенильных, полувзрослых и взрослых особей показали, что с возрастом показатель соотношения размеров головы к туловищу уменьшается. У ювенильных в среднем этот показатель составил 0,25, тогда как

у полувзрослых уже 0,20, а у взрослых – 0,17 и 0,18 (табл. 1). На нашем небольшом материале по неполовозрелым особям, у которых нам достоверно удалось определить пол (3 самки и 2 самца с длиной туловища 32–38 см), различий по соотношению длины головы к длине туловища не отмечено.

Выявлена прямая положительная корреляция между длиной туловища и длиной хвоста: коэффициент Спирмана 0,8474 ( $p<0,05$ ). Графически это отчетливо отображается на диаграмме рассеяния (рис. 2).

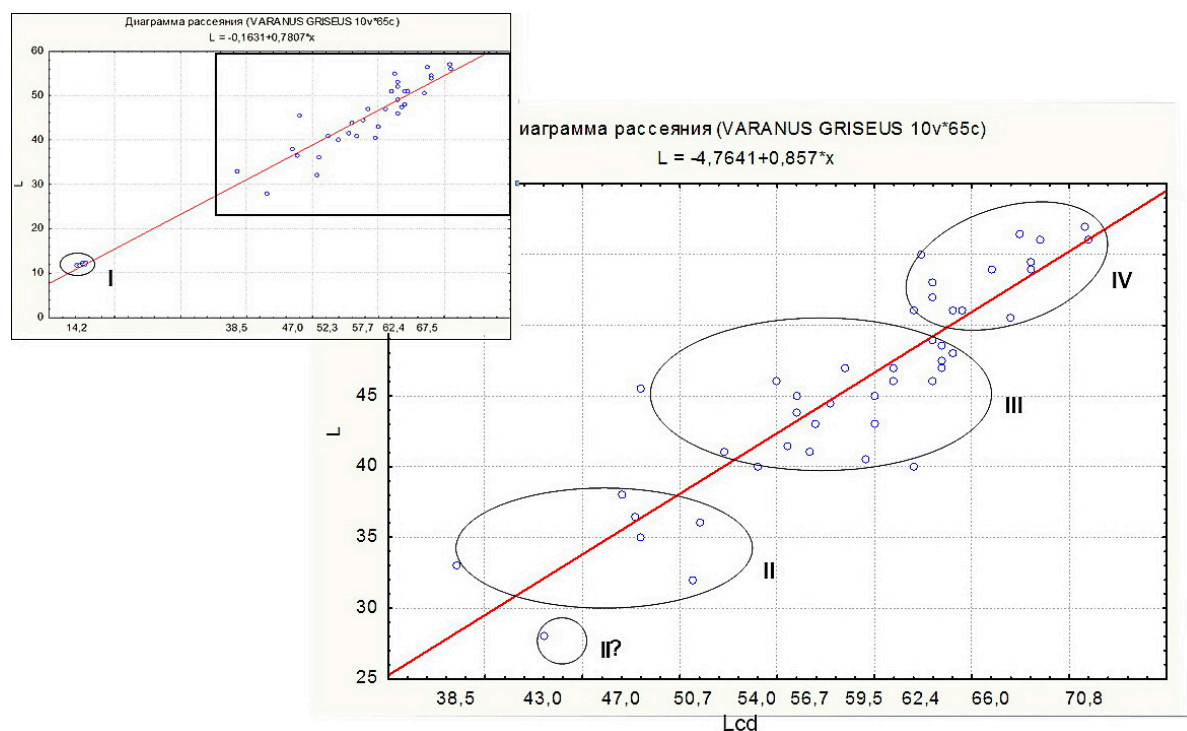


Рисунок 2 – Диаграмма рассеяния по признакам длина туловища (L) и длина хвоста (Lcd) серого варана (прямая положительная корреляция). Овалом обведены размерные группы

На рисунке 2 можно выделить четыре *размерные* группы: 1) особи с длиной туловища до 15 см, 2) особи – от 30 до 38 см, 3) от 40 до 48 см и 4) от 50 см и выше. Очевидно, что есть еще одна группа, из которой нам встретилась только одна особь – от 15 до 30 см (найденная в июле, возраст – около 2-х лет). Однако в связи с недостаточным количеством экземпляров на данном этапе эта особь включена нами во вторую группу.

На основе полученных размерных данных в районе исследований встреченные нами особи являются представителями как минимум трех *возрастных* групп: 1) годовики, т.е. особи, перезимовавшие одну зиму (до 25 см), 2) особи третьего года (полузрелые, после двух зимовок (с длиной туловища 30-38 см) и особи старше трёх лет (более 40 см). Поскольку считается, что половой зрелости вараны достигают к концу третьего года жизни, можно предположить, что соотношение возрастных групп в выборке следующее: ювенильные : полузрелые : взрослые = 1,33:1:6,33, т.е. наблюдается превалирование взрослых особей над молодью. В литературе также указывается, что популяции серого варана в Юго-Восточных Кызылкумах состоят в основном из взрослых и полузрелых особей, а мо-

лодые представляют лишь небольшую их часть (Брушко, 1995: 207, 2007: 9). Однако, в связи с небольшой выборкой эти данные могут рассматриваться лишь как предварительные.

*Рисунок тела.* Верхняя сторона тела серого варана светло-коричневого, светло-кирпичного цвета, а ближе к хвосту – красновато-коричневого или красно-серого цвета (рис. 1). Взрослые особи серого варана имеют шесть, гораздо реже семь поперечных темно-бурых полос на спине между передними и задними конечностями. Первая спинная полоса (расположена между передними лапами) чаще всего имеет по 2 разветвления по краям, уходящие в подмышечные впадины и к передним конечностям. Вторая полоса обычно относительно ровная. Полосы с третьей по пятую наиболее вариабельны. Наблюдается их редукция к середине спины (рис. 3: 2,4, 11), прерывистость (рис. 3: 6), круги внутри полос по центру спины (рис. 3: 8, 9), сильный изгиб в районе середины спины (рис. 3: 4, 10), крестообразное пересечение полос (рис. 3: 12), разветвление от середины спины полосы надвое (рис. 3: 5, 7, 11). Шестая или седьмая полосы, расположенные между задними лапами (в зависимости от общего количества полос, чаще на крестце), в большинстве случаев ровные. Между темными

полосами – беспорядочно расположенные мелкие темные пятнышки. На хвосте наблюдается 13-15 полос. Конец хвоста – светло-желтый, без

пятен и полос. У одного экземпляра основание хвоста очень темное, почти бурого цвета. Низ тела светло-бежевый или грязно-желтоватый.

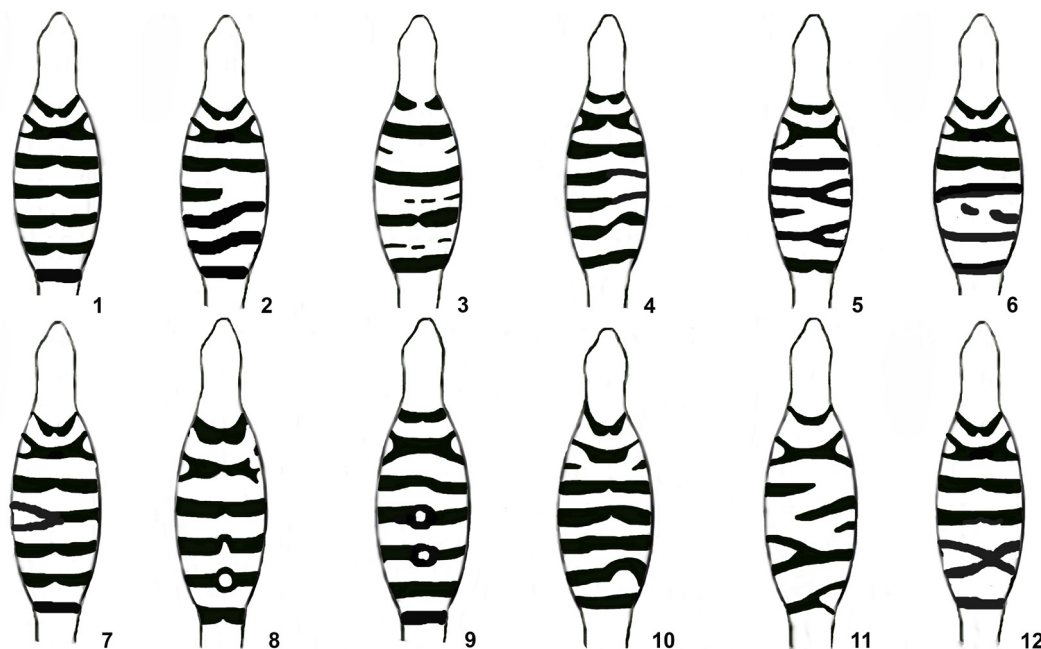


Рисунок 3 – Вариации рисунка верхней стороны туловища серого варана в Казахстане

Встречаемость выявленных вариаций в выборках из трех регионов (юг Кызылкумов, окрестности гор Карактау, окрестности горы Дарбаза) представлена в таблице 2. Только на юге Кызылкумов встретились вариация с двумя

разветвляющимися полосам (рис. 3: 5) и с разорванной полоской (рис. 3: 6). Наибольший процент особей с кругами в центре спины отмечался в окрестностях Дарбазы и в окрестностях Карактау.

Таблица 2 – Встречаемость вариаций рисунка спины серого варана в Казахстане (в %)

Выборка	Номер вариации											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Юг Кызылкумов (n=11)	27,3	9,1	-	9,1	9,1	9,1	36,3	-	-	-	-	-
Карактау (n=24)	37,5	16,6	4,16	4,16	-	-	8,3	4,16	4,2	4,2	4,1	12,5
Дарбаза (n=6)	16,6	-	-	-	-	-	-	16,6	33,3	-	-	33,3

Некоторое отличие во встречаемости разных типов рисунка имеется между Кызылкумской и Дарбазской выборками (табл. 2). Однако, небольшое количество особей в выборках не позволяет говорить о достоверности этих различий. Отметим, что вариация с кругом в середине темной полосы по центру спины, редукция полос, или их разветвление ранее отмечалась в Кызылкумах с территории Узбекистана (Tsellarius,

Cherlin, 1991: 105). То есть, по рисунку верхней стороны туловища наблюдается сходство между популяциями серых варанов с восточной и западной частей Кызылкумов.

У ювенильных особей рисунок схож со взрослыми, однако он более контрастный (рис. 4), между полосами спины еще нет крапинок, но слабо прослеживается поперечный ряд светлых пятнышек, местами соединенных друг с другом

в полоску. Вариации рисунка спины у маленьких варанчиков такие же, как и у взрослых. Отмечались кольца на спине, крестообразное слияние полос, асимметричное смещение полос.



**Рисунок 4** – Ювенильные особи серого варана  
(Фото Зима Ю.А.)

На кончике морды и нижней челюсти имеются поперечные темные полосы. На хвосте полосы выражены до самого кончика. Их количество составляет 23-27, чаще 24. С возрастом полосы на кончике хвоста и на переднем крае морды постепенно исчезают.

### Заключение

Наши данные подтвердили, что особи с северной периферии ареала подвида достигают таких же крупных размеров, что и с более южных территорий. Для них характерен половой диморфизм в размерах тела: самки обладают меньшими размерами туловища, головы и хвоста. Анализ возрастных изменений размеров тела показал, что с возрастом относительная длина головы уменьшается, тогда как между длиной

туловища и длиной хвоста выявлена прямая положительная корреляция.

На основе размерных данных можно предположить, что соотношение возрастных групп на северной периферии ареала в Восточных Кызылкумах в апреле-июне следующая – ювенильные : полувзрослые : взрослые = 1,33:1:6,33. Однако в связи с недостаточным объемом выборки эти данные можно рассматривать лишь как предварительные.

По встречаемости разных типов рисунка некоторое отличие наблюдается между выборкой с юга Кызылкумов и из окрестностей Дарбазы (правобережье р. Сырдария), однако из-за небольшого количества исследованных особей говорить о достоверности различий нельзя. Скорее всего, Сырдария не является изолирующим барьером. Известно, что вараны хорошо плавают (Bennett, 1995: 90), а уровень Сырдарии бывает довольно невысоким и берега соединены несколькими мостами. Сходство в вариациях рисунка особей из Юго-Восточных и Западных Кызылкумов подтверждает связь между указанными популяциями.

Очевидна необходимость дальнейших исследований морфологической изменчивости ювенильных особей, которая позволит получить дополнительные сведения по темпам роста молоди на северной периферии, а также наличие разных возрастных группы в разное время жизненного цикла варана.

**Благодарности:** Авторы благодарят Пестова М.В., Коваленко А.В., Гаврилова А.Э., Грачева А.А., Байдавлетова Е.Р., Шмыгалева И. и Даулетова А.З. за помощь в экспедиционных работах и измерениях серого варана. Отдельную благодарность выражаем К.Д. Мильто за ценные замечания по рукописи. Н.А. Гришину и С.Х. Зарипову благодарим за помощь с переводом резюме. Работа была выполнена при поддержке фонда Руффорда (The Rufford Small Grants Foundation 2012 (10048-1), 2016 (19111-2) и республиканского гранта МОН РК 2200/ГФ4.

### Литература

- 1 Ananjeva, N.B., Orlov N.L., Khalikov R.G., Darevsky I.S., Ryabov S.A. and Barabanov A. (2004) The Reptiles of Northern Eurasia: Taxonomic Diversity, Distribution, Conservation Status. Pensoft Publishers, Bulgaria. ISBN-10: 954-642-269-X.
- 2 Auffenberg Walter (1994) The Bengal Monitor. Gainesville: University Presses of Florida. ISBN 10: 0813012953
- 3 Auffenberg, W., Rahman, H., Iffat, F. and Perveen, Z. (1990) «Notes on the biology of *Varanus griseus* (Sauria, Varanidae)», Bombay Nat. Hist. Soc. 87:26-36
- 4 Bennett Daniel (1995) A Little Book of Monitor Lizards: A Guide to the Monitor Lizards of the World and their Care in Captivity. Viper Press, Great Britain. ISBN0952663201



- 5 Böhme, W., Ehrlich, K., Milto, K., Orlov, N. and Scholz, S. (2015) «A new species of desert monitor lizard (Varanidae: Varanus: Psammosaurus) from the western Zagros region (Iraq, Iran)», Russian journal of herpetology, 22(1):41-52.
- 6 Ilgaz, Ç., Kumlutağ, Yu., Avcı, A., Baran, Ý. and Özdemir, A. (2008) «The morphology and distribution of Varanus griseus (Daudin, 1803) (Reptilia: Sauria: Varanidae) in southeastern Anatolia», Russian Journal of Herpetology, 15(3):173-178.
- 7 Mertens, R. (1954) «Die Rassen von Varanus griseus», Senckenbergiana Biologica, 35:353-357.
- 8 Pianka, E.R. (1995) «Evolution of body size: Varanid lizards as a model system», Am. Nat. 146:398-414.
- 9 Shine, R. (1986) «Food habits, habitats and reproductive biology of four sympatric species of varanid lizards in tropical Australia», Herpetologica, 42:346-360.
- 10 Sindaco Robert, Jeremcenko Valery K (2008) The Reptiles of the Western Palearctic, Volume 1: Annotated Checklist and Distributional Atlas of the Turtles, Crocodiles, Amphisbaenians and Lizards of Europe, North Africa, Middle East and Central Asia. Latina: Edizioni Belvedere. ISBN: 978-88-98504-14-7
- 11 Smirina, E.M. and Tselarius, A.Yu. (1996) «Aging, longevity, and growth of the desert monitor lizard (Varanus griseus Daud.)», Russian Journal of Herpetology, 3(2), 130–142.
- 12 Smirina, E.M. and Tselarius A.Yu. (1998) «Vital bone marking of desert monitor (Varanus griseus Daud.) in nature», Russian Journal of Herpetology, 5(2):156-159.
- 13 Stanner, M. and Mendelsohn, H. (1987) «Sex Ratio, Population Density and Home Range of the Desert Monitor (Varanus griseus) in the Southern Coastal Plain of Israel», Amphibia-Reptilia, 8(2):153-163.
- 14 Thompson, G.G. and Withers, Ph.C. (1997) «Comparative Morphology of Western Australian Varanid Lizards (Squamata: Varanidae)», Journal of morphology, 233:127–152.
- 15 Tselarius, A.J. and Cherlin, V.A. (1991) «Individual identification and new method of marking of Varanus griseus (Reptilia, Varanidae) in field conditions», Herpetological research, 1:104-118.
- 16 Tselarius, A.Yu. and Men'shikov, Yu.G. (1994) «Indirect communications and its role in the formation of social structure in Varanus griseus (Sauria)», Russian Journal of Herpetology, 1(2):121–132.
- 17 Tselarius, A.J., Men'shikov, Y.G. and Tselarius, E.J. (1995) «Spacing pattern and reproduction in Varanus griseus of Western Kuzylkum», Russian Journal of Herpetology, 2(2):153-165.
- 18 Атаев Ч. Пресмыкающиеся гор Туркменистана. – Ашхабад: Ылым, 1985. – 344 с.
- 19 Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.
- 20 Брушко З.К. Серый варан (Varanus griseus) // Selevinia. – 2007. – С. 7-11.
- 21 Брушко З.К. Ящерицы пустынь Казахстана. – Алма-Ата: Конжык, 1995. – 231 с. ISBN: 5-7667-3312-7
- 22 Брушко З.К., Чирикова М.А. Серый варан. В кн.: Красная книга Республики Казахстан. Том I: Животные. Часть 1: Позвоночные. – Изд-е 4-е, справленное и дополненное. – Алматы: «DPS». 2010. – С. 66-67.
- 23 Булахова Н.А., Куранова В.Н., Савельев С.В. Некоторые демографические характеристики популяций прыткой (Lacerta agilis L., 1758) и живородящей (Zootoca vivipara Jacq., 1787) ящериц (Lacertidae, Squamata, Reptilia) юго-востока Западной Сибири // Вестник ТГУ. Биология. – 2007. – № 1. – С. 50-66.
- 24 Песков В.Н., Малюк А.Ю., Петренко Н.А. Линейные размеры тела и биологический возраст амфибий и рептилий на примере Lacerta agilis (Linnaeus, 1758) и Pelophylax ridibundus (Pallas, 1771) // Вестник ТГУ. – 2013. – Т.18. – Вып. 6. – С. 3055-3058.
- 25 Сергеев А.М. Материалы по постэмбриональному росту рептилий // Зоологический журнал. – 1939. – Т. 18. – №5. – С. 888-903.
- 26 Стрелкова Е. Н., Эпова Л. А. Определение возраста лацертидных ящериц (методический аспект) // Мат-лы LXV научной студенческой конференции Биологического института «Старт в науку». – Томск, 2016. – С. 52.
- 27 Целлариус А.Ю., Целлариус Е.Ю. Прижизненное определение пола у серого варана (Varanus griseus, Reptilia, Sauria) // Зоологический журнал. – 1999. – Vol. 78. – No5. – P. 622-625.
- 28 Целлариус А.Ю., Черлин В.А., Меньшиков Ю.Г. Предварительное сообщение о работах по изучению биологии Varanus griseus (Reptilia, Varanidae) в Средней Азии // Герпетологические исследования. – 1991. – С. 54-60.
- 29 Целлариус А.Ю., Черлин В.А. Продолжительность инкубации яиц и выход на поверхность молодняка Varanus griseus (Reptilia, Sauria) в песчаных пустынях средней Азии // Selevinia. – 1994. – №4. – С. 43-47.
- 30 Шаммаков С. Пресмыкающиеся равнинного Туркменистана. – Ашхабад: Ылым, 1981. – 312 с.

## References

- 1 Ananjeva, N.B., Orlov N.L., Khalikov R.G., Darevsky I.S., Ryabov S.A. and Barabanov A. (2004) The Reptiles of Northern Eurasia: Taxonomic Diversity, Distribution, Conservation Status. Pensoft Publishers, Bulgaria. ISBN-10: 954-642-269-X.
- 2 Atayev Ch (1985) Presmykaiushchiesia gor Turkmenistana [Reptiles of Turkmenistan mountains], Ashkhabad. Ylym editor's office. (In Russian)
- 3 Auffenberg Walter (1994) The Bengal Monitor. Gainesville: University Presses of Florida. ISBN 10: 0813012953
- 4 Auffenberg, W., Rahman, H., Iffat, F. and Perveen, Z. (1990) «Notes on the biology of Varanus griseus (Sauria, Varanidae)», Bombay Nat. Hist. Soc. 87:26-36
- 5 Bannikov Andrey G, Darevsky Ilya S, Ischenko Vladimir G, Rustamov Anvar K, Scherbak Nikolaj N (1977) Opredelitel' zemnovodnykh i presmykaiushchikhsia fauny SSSR [Determination of amphibians and reptiles in USSR fauna] Moscow: Education. (In Russian)

- 6 Bennett Daniel (1995) A Little Book of Monitor Lizards: A Guide to the Monitor Lizards of the World and their Care in Captivity. Viper Press, Great Britain. ISBN0952663201
- 7 Böhme, W., Ehrlich, K., Milto, K., Orlov, N. and Scholz, S. (2015) «A new species of desert monitor lizard (Varanidae: *Varanus*: *Psammosaurus*) from the western Zagros region (Iraq, Iran)», Russian journal of herpetology, 22(1):41-52.
- 8 Brushko Zoya K (1995) Jashchericy pustyn' Kazahstana [Kazakhstan desert lizards] Alma-Ata: Konzhyk. ISBN: 5-7667-3312-7. (In Russian)
- 9 Brushko, Z.K. (2007) «Seryj varan (*Varanus griseus*), [Desert monitor (*Varanus griseus*)]», Selevinia: 7-11. (In Russian)
- 10 Brushko Z.K. and Chirikova M.A. (2010) «Seryj varan [Desert monitor]». In book: The Red Data Book of the Republik of Kazakhstan. 4th edition, revised and updated. Vol.1: Animals; Part 1: Vertebrates. Almaty, «Nur-Print». 66-67. (In Russian)
- 11 Bulakhova, N.A., Kuranova, V.N., Saveliev, S.V. (2007) «Nekotorye demograficheskie harakteristiki populyacij prytkoj (*Lacerta agilis*, L., 1758) i zhivorodyashchej (*Zootoca vivipara* Jacq., 1787) yashcheric (Lacertidae, Squamata, Reptilia) yugovostoka Zapadnoj Sibiri [Some demographic characteristics of the populations of the sand (*Lacerta agilis* L., 1758) and viviparous (*Zootoca vivipara* Jacq., 1787) lizards (Lacertidae, Squamata, Reptilia) southeast of Western Siberia]», Bulletin of TSU. Biology, 1:50-66. (In Russian).
- 12 Ilgaz, Ç., Kumluca, Yu., Avcı, A., Baran, Ý. and Özdemir, A. (2008) «The morphology and distribution of *Varanus griseus* (Daudin, 1803) (Reptilia: Sauria: Varanidae) in southeastern Anatolia», Russian Journal of Herpetology, 15(3):173-178.
- 13 Mertens, R. (1954) «Die Rassen von *Varanus griseus*», Senckenbergiana Biologica, 35:353-357.
- 14 Peskov, V.N., Maljuk, A.Y. and Petrenko, N.A. (2013) «Linejnye razmery tela i biologicheskij vozrast amfibij i reptilij na primere *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758) and *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) [Linear dimensions of body and biological age of amphibians and reptiles on example of *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758) and *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)]», Vestnik TGU, 18(6):3055-3058.
- 15 Pianka, E.R. (1995) «Evolution of body size: Varanid lizards as a model system», Am. Nat. 146:398-414.
- 16 Sergeev, A.M. (1939) «Materialy po postembrional'nomu rostu reptilii [Materials on post-embryonic growth of reptiles]», Zoologicheskij zhurnal, 18(5):888-903. (In Russian)
- 17 Shammakov Sahat (1981) Presmykaiushchiesia ravninnogo Turkmenistana, [Reptiles of Plain Regions of Turkmenistan] Ylym, Ashkhabad. (In Russian)
- 18 Shine, R. (1986) «Food habits, habitats and reproductive biology of four sympatric species of varanid lizards in tropical Australia», Herpetologica, 42:346-360.
- 19 Sindaco Robert, Jeremcenko Valery K (2008) The Reptiles of the Western Palearctic, Volume 1: Annotated Checklist and Distributional Atlas of the Turtles, Crocodiles, Amphisbaenians and Lizards of Europe, North Africa, Middle East and Central Asia. Latina: Edizioni Belvedere. ISBN: 978-88-98504-14-7
- 20 Smirina, E.M. and Tselarius, A.Yu. (1996) «Aging, longevity, and growth of the desert monitor lizard (*Varanus griseus* Daud.)», Russian Journal of Herpetology, 3(2), 130-142.
- 21 Smirina, E.M. and Tselarius A.Yu. (1998) «Vital bone marking of desert monitor (*Varanus griseus* Daud.) in nature», Russian Journal of Herpetology, 5(2):156-159.
- 22 Stanner, M. and Mendelsohn, H. (1987) «Sex Ratio, Population Density and Home Range of the Desert Monitor (*Varanus griseus*) in the Southern Coastal Plain of Israel», Amphibia-Reptilia, 8(2):153-163.
- 23 Strelkova, E.N. and Epova, L.A. (2016) «Opreделение vozrasta lacertidnyh yashcheric (metodicheskij aspekt. [Determination of the age of lacertid lizards (methodological aspect)]», Material of the LXV scientific student conference of the Biological Institute «Start in Science», Tomsk. P. 52.
- 24 Thompson, G.G. and Withers, Ph.C. (1997) «Comparative Morphology of Western Australian Varanid Lizards (Squamata: Varanidae)», Journal of morphology, 233:127-152.
- 25 Tselarius, A.J. and Cherlin, V.A. (1991) «Individual identification and new method of marking of *Varanus griseus* (Reptilia, Varanidae) in field conditions», Herpetological research, 1:104-118.
- 26 Tselarius A.Yu. and Cherlin V.A. (1994) «Duration of egg incubation in *Varanus griseus* (Reptilia, Sauria) and emergence of hatchlings on surface in the sand deserts of Middle Asia», Selevinia, №4: 43-47.
- 27 Tselarius, A.J., Men'shikov, Y.G. and Tselarius, E.J. (1995) «Spacing pattern and reproduction in *Varanus griseus* of Western Kyzylkum», Russian Journal of Herpetology, 2(2):153-165.
- 28 Tselarius, A.J. and Tselarius, E.J. (1999) «Identification of sex in the alive desert monitor *Varanus griseus* (Reptilia, Sauria)», Zoologicheskij zhurnal, 78(5):622-625. (In Russian)
- 29 Tselarius, A.Y., Cherlin, V.A. and Menshikov, Y. (1991) «Preliminary report on the study of biology of *Varanus griseus* (Reptilia, Varanidae) in Middle Asia», Herpetological Researches, 1: 61-103. (In Russian)
- 30 Tselarius, A.Yu. and Men'shikov, Yu.G. (1994) «Indirect communications and its role in the formation of social structure in *Varanus griseus* (Sauria)», Russian Journal of Herpetology, 1(2):121-132.

# МАЗМҰНЫ–СОДЕРЖАНИЕ

## Шолу мақалалары Обзорные статьи

*Kenzhebayeva S.S., Zharassova D., Sarsu F., Minocha S.C.*

Induced mutations in wheat improvements on nutritional quality of the grain ..... 4

<b>1-бөлім</b>	<b>Раздел 1</b>
<b>Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері</b>	<b>Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды</b>

*Alemyar S., Habibi A., Akimbekov N.Sh.*

Effect of hyssop extract against microorganisms isolated from wheat grains ..... 16

*Кадирбекова А.А., Сабденбекова Г.Т., Оспанова А.С., Казова Р.А., Ленчке Я.*

Моделирование закономерностей влияния аэрополлютантов на степень очистки выбросов предприятия ..... 24

*Кистаубаева А., Савицкая И., Шокатаева Д., Жабакова А., Құли Ж.*

Ауыл шаруашылық қалдықтарының целлюлозалы субстраттың ашытқы бактериалды конверсия жолымен жемдік ақуыз өнімдеріне дейін утилизациялау ..... 34

<b>2-бөлім</b>	<b>Раздел 2</b>
<b>Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау</b>	<b>Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения</b>

*Кадирбекова А.А., Оспанова А.С., Казова Р.А., Ленчке Я.*

Химико-аналитическое изучение воздействия медеплавильного цеха Балхашского горно-металлургического комбината на состояние почвы ..... 46

*Маусумбаева А., Кабдрахманова А.*

Биологиялық материал құрамындағы ауыр металдардың салыстырмалы сараптамасы ..... 55

<b>3-бөлім</b>	<b>Раздел 3</b>
<b>Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері</b>	<b>Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия</b>

*Мухитдинов Н., Аметов А., Альмерекова Ш., Абидкулова К.*

Сирек және эндем *oxtropis almaatensis baji*. Өсімдігі ценопопуляцияларының эколого-биологиялық ерекшеліктері ..... 68

*Бержанова Р.Ж., Мукашева Т.Д., Игнатова Л.В., Сыдыкбекова Р.К., Бектилеуова Н.К., Омирбекова А.А.*

Распространение актинобактерий в некоторых почвах Казахстана и их экологические функции ..... 81

*Салихов Т.К., Тыныкулов М.К., Салихова Т.С., Берденов Ж.Г.*

Значимые, репрезентативные и уникальные растительные сообщества проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области ..... 93

*Канаев А., Баймырзаев К., Семенченко Г., Канаева З., Сулейменова Б., Бекебаева М.*

Выявление наиболее оптимальной степени измельчения руды для эффективного извлечения золота микробиологическим методом ..... 103

*Habibi A., Zayadan B.K., Baizhigitova A., Alemyar S., Bauyenova M.O.*

The effect of isolated cyanobacteria on rice seed germination and growth ..... 114

*Чирикова М., Зима Ю.*

Морфологическая изменчивость серого варана (*Varanus griseus*) в Казахстане ..... 122

# CONTENTS

## Review articles

<i>Kenzhebeyeva S.S., Zharassova D., Sarsu F., Atabaeva S.D., Minocha S.C.</i> Induced mutations in wheat improvements on nutritional quality of the grain .....	4
---	---

## Section 1 Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protection

<i>Alemyar S., Habibi A., Akimbekov N.Sh.</i> Effect of hyssop extract against microorganisms isolated from wheat grains .....	16
<i>Kadirbekova A.A., Sabdenbekova G.T., Ospanova A.S., Kazova R.A., Lentschke J.</i> Modeling the regularities of an impact of air pollutants on the degree of cleaning the wastes of company .....	24
<i>Kistaubayeva A., Savitskaya I., Shokataeva D., Zhabakova A., Kuli Zh.</i> Utilization of agricultural waste by yeast-bacterial conversion of cellulose-containing substrates to protein feed products .....	34

## Section 2 Assessment of environmental pollution on biota and health

<i>Kadirbekova A.A., Ospanova A.S., Kazova R.A., Lentschke J.</i> Chemical-analytical study of the impact of the cooper-smelting section of Balkhash mining-metallurgical combine on the condition of the soil .....	46
<i>Maussumbayeva A., Kabdrakhmanova A.</i> Comparative analysis of heavy metals in biological material .....	55

## Section 3 Actual problems of biodiversity conservation

<i>Mukhitdinov N., Ametov A., Almerkova Sh., Abidkulova K.</i> Ecological and biological features of cenopopulations of rare and endemic species <i>Oxytropis almaatensis</i> Bajt .....	68
<i>Berzhanova R.Zh., Mukasheva T.D., Ignatova L.V., Sydykbekova R.K., Bektyleuova N.K., Omyrbekova A.A.</i> Distribution of actinobacteria in some soils of Kazakhstan and their ecological functions .....	81
<i>Salikhov T.K., Tynykulov M.K., Salikhova T.S.</i> Significant, representative and unique plant communities of the projected state nature reserve «Bokeyorda» in West Kazakhstan region .....	93
<i>Kanaev A., Bajmyrzaev K., Semenchenko G., Kanaeva Z., Sulejmenova B., Bekebaeva M.</i> Reveling of the most optimal ore disintegration scale for effective gold extraction by microbiological method .....	103
<i>Habibi A., Zayadan B.K., Baizhigitova A., Alemyar S., Bauyenova M.O.</i> The effect of isolated cyanobacteria on rice seed germination and growth .....	114
<i>Chirikova M.A., Zima Yu.A.</i> Morphological variability of the desert monitor ( <i>Varanus griseus</i> ) in Kazakhstan .....	122