

ISSN 1563-034X  
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

# ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№3 (52)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2017



KazNU Science · КазҰУ Ғылыми · Наука КазНУ

# ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №3 (52)

ISSN 1563-034X  
Индекс 75880; 25880



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

Күнілік №956-Ж.

**Журнал жылына 4 рет жарыққа шыгады**

## ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Ниязов Р.Е., б.ғ.к., профессор (Қазақстан)

E-mail: Raygul.Niyazova@kaznu.kz

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, КР ҮФА корр.-мүшесі, ғылыми редактор (Қазақстан)  
Скакова А.А., г.ғ.к., 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 докторы (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)  
Мамилов Н.Ш., б.ғ.к., доцент (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, профессор (Қытай)

Swiecicka Izabela, PhD доктор, профессор (Польша)

Tinia Idaty Mohd Ghazi, PhD доктор, профессор (Малайзия)

Quazi Mahtab Zaman, PhD доктор, профессор (Шотландия)

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

Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)

Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Маммадов Р., PhD докторы, профессор (Түркія)

Копески Ж., PhD докторы, профессор (Чехия)

Шмелев С., PhD докторы (Англия)

Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)

Томо Tatsuya, PhD докторы, профессор, профессор (Жапония)

Аллахвердиев С., PhD докторы, профессор (Ресей)

## ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Салмұрзаұлы Р., оқытушы (Қазақстан)



## Ғылыми басылымдар болімінің басшысы

Гульмира Шаккозова

Телефон: +77017242911

E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

## Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева, Агила Хасанқызы

## Компьютерде беттеген

Айғұл Алдашева

## Жазылу мен таратуды үйлестіруші

Керімқұл Айдана

Телефон: +7(727)377-34-11

E-mail: Aidana.Kerimkul@kaznu.kz

## ИБ № 11620

Басуға 10.10.2017 жылы кол қойылды.

Пішімі 60x84 1/8. Қолемі 10.5 б.т. Офсетті қағаз.

Сандық басылыс. Тапсырыс №80. Таралымы 500 дана.

Бағасы көлісімді.

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**

МРНТИ 68.35.31; 68.35.03; 68.03.03

**Джангалина Э.Д., Жумабаева Б.А., Айташева З.Г.,  
Лебедева Л.П., Шынғысқызы Н.**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, \*e-mail: Erika.Dzhangalina@kaznu.kz

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОВОЩНОЙ ФАСОЛИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В данном обзоре представлены основные биологические и морфологические особенности, а также агрономическая и пищевая ценность овощной фасоли. В статье приводятся ключевые принципы и современные направления селекционных исследований данной сельскохозяйственной культуры в различных странах. Проведенный анализ литературных источников российских и зарубежных авторов за последние 10-15 лет показал, что селекционная работа с фасолью овощной должна быть направлена на комплексную оценку сортообразцов по показателям продуктивности, устойчивости к различным стрессовым факторам, повышение пищевой ценности. На современном этапе эти исследования проводятся традиционными и молекулярно-генетическими методами. Внедрение в селекционные исследования маркерной селекции на основе использования ДНК-маркеров будет способствовать выведению новых, перспективных сортов для сельскохозяйственного производства, обладающих хозяйственно-ценными признаками и устойчивых к заболеваниям. Основные исследования по выведению сортов с повышенной питательной ценностью направлены на улучшение качественного и количественного состава белков, сбалансированных по аминокислотному составу, низким содержанием антипитательных веществ, богатых микроэлементами и витаминами. Такие сорта позволят удовлетворить запросы пищевой промышленности и расширить области использования овощной фасоли в пищевой индустрии. Особое внимание уделено перспективам возделывания овощной фасоли в Казахстане. Показано, что расширение площадей возделывания овощной фасоли является достаточно рентабельным и имеет большое экономическое значение для нашей республики. Внедрение в сельскохозяйственное производство фасоли будет способствовать повышению доходности системы земледелия, развитию новых отраслей пищевой промышленности и позволит решить задачу обеспечения населения нашей республики высокобелковыми растительными продуктами, а также укреплению здоровья и благосостояния населения.

**Ключевые слова:** овощная фасоль, сорт, селекция, пищевое производство.

Dzhangalina E.D., Zhumabayeva B.A., Aytasheva Z.G.,  
Lebedeva L.P., Shyngyzqyzy N.  
Al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty \*e-mail: Erika.Dzhangalina@kaznu.kz

### **Prospects for using vegetable beans for breeding and food production**

One of the most prospective strategies of agricultural policy in the Republic of Kazakhstan at present is manufacturing effective competitive agricultural production and supply with quality food products. Major role in this direction belongs to growing sowing areas of legumes, and common in particular.

Common bean is one of basic vegetable crops of high economic value in different countries. Out of all legumes common bean has high nutritional value and may be used for different nutritional aims. In human daily ration in many countries common bean is the resource of proteins, essential and non-essential amino-acids, micro and macro elements and vitamins. In modern world the breeding of vegetable bean should be targeted to generation of new, prospective varieties on the basis of complex assessment of domestic and foreign genotypes by implying marker selection and introduction new technologies.

Main biological and morphological characteristics of vegetable beans, i.e. agronomical and food values, are highlighted in this article. There are the key principles and modern research in the field of the legumes breeding which are accepted in different countries. Analysis of literature sources of Russian and foreign authors over the past 10-15 years has demonstrated that breeding of vegetable beans should be concentrated on complex assessment of specimens in accord with such traits as productivity, resistance to stress factors and increased nutritional value.

To assess productivity it is necessary to take into account that the modern varieties of common beans have high biological and physiological difference across populations, i.e. the presence of biotypes with low, medium and high potential of the traits. One of the ways towards increased productivity is providing experiments on optimizing biotic structure of populations.

Currently these investigations are conducted by conventional and molecular genetic methods. Introduction of marker selection on the basis of DNA-markers will promote the development of new, prospective varieties with economically valuable characteristics and disease resistance for agricultural harvesting.

This article provides main directions of the use of marker selection to determine specimens and varieties which are resistant to drought, viral and fungal diseases, the study and the assessment of genetic diversity of common bean genotypes.

Principal investigations on cultivation of varieties with increased nutritional value is aimed at improving quality and quantity composition of proteins, balanced in amino acids, enriched with microelements and vitamins and possessing low amount of antinutrients. These varieties will allow to meet the needs of food industry in legumes and make vegetable beans more widespread. Special attention is paid to the prospects of cultivation of vegetable beans in Kazakhstan. It has been shown, that the expansion of cultivation areas is quite profitable having high economic importance for our Republic. The introduction of the beans into agricultural production will assist in increasing the profitability of the farms, to develop new branches of food industry, provide plant products with high protein content of the to the population of our Republic and improve people's health and wealth.

**Key words:** vegetable beans, cultivar, breeding, food industry.

Жангалина Э.Д., Жұмабаева Б.Ә., Айташева З.Ғ.,  
Лебедева Л.П., Шыңғысқызы Н.

Әл-Фараби атындағы Қазак ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы к., e-mail: Erika.Dzhangalina@kaznu.kz

### **Селекция мен тағамдық өндірісте көкөністік үрмебұршақты пайдалану перспективалары**

Аталған шолуда көкөніс үрмебұршағының негізгі биологиялық және морфологиялық ерекшеліктері мен агрономиялық және тағамдық құндылық қасиеттері туралы айтылады. Мақалада әр түрлі елдердегі дәнді-бұршақты дақылдарды өсірудің өзекті принциптері мен селекциялық зерттеулердің қазіргі заманғы бағыттары көлтірілген. Ресейлік және шет елдік авторлардың соңғы 10-15 жылда әдебиеттік көздерге жүргізген талдаулары бойынша көкөніс үрмебұршағына жүргізілетін селекциялық жұмыстар сортлілерді құнарлылық көрсеткіштері бойынша кешенді бағалау, әртүрлі стресстік әсерлерге тәзімділігін арттыру және тағамдық құндылығын жоғарылатуға бағытталуы тиіс. Қазіргі кезеңде ол зерттеулер дәстүрлі және молекулалық-генетикалық әдістермен жүргізіледі. Селекциялық зерттеу жұмыстарына ДНҚ, маркерлерді қолдану негізіндегі маркерлік селекцияны енгізу ауылшаруашылығы өндірісінде ауруларға тәзімділік сияқты шаруашылыққа құнды белгілерге ие, болашақта үміт күттіретін жаңа сұрыптарды шығаруға жәрдемдеседі. Жоғары қоректілігімен құнды сұрыптарды өсіріп шығару түрғысындағы негізгі зерттеулер белоктың сандық және сапалық құрамының жақсартуына, аминқышқылдық құрамының үйлестірілуіне, антиқоректілік заттардың аз мөлшерде болуына, микроэлементтер мен витаминдерге бай болуына бағытталған. Мұндай сұрыптар тамақ өнеркәсібіндегі сұраныстарды қанағаттандырып, көкөніс үрмебұршағының азық-тұлік индустриясында қолдану аумағын көнектепк. Мақалада Қазақстандағы көкөніс үрмебұршағын өңдеудің болашағына ең басты назар аударылған. Қорсетілгендей, көкөніс үрмебұршағын өңдеу ауماқтарын көнектүй жеткілікті деңгейде тиімді және республика экономикасы үшін маңызы зор. Үрмебұршақты ауылшаруашылық өндірісіне өндіру жер өңдеу жүйесінде табыстылықтың жоғарылауына себеп болады, тамақ өнеркәсібін белоктық құрамы жоғарғы өсімдік өнімдерімен қамту арқылы халықтың деңсаулығы мен әл-аухатын жақсатады.

**Түйін сөздер:** көкөністік үрмебұршақ, сорт, селекция, тағамдық өндіріс.

## Введение

Формирование эффективного конкурентно-способного сельскохозяйственного производства, обеспечение высокого уровня и качества питания населения является одной из приоритетных стратегических задач агропродовольственной политики нашей республики. Современное сельскохозяйственное производство невозможно без возделывания зернобобовых культур. Они отличаются урожайностью и как азотфиксаторы являются предшественниками для многих сельскохозяйственных культур. В мировом земледелии зернобобовые культуры занимают более 110 млн. га, причем, второе место по площади возделывания занимает именно фасоль. Мировые площади посева фасоли составляют 19-20 млн. гектаров (FAO 2012:15).

Во многих странах мира фасоль является одной из основных овощных культур и высоко востребована на продовольственном рынке. Ведущие потребители – это такие азиатские страны, как Китай, Индонезия и Турция, на долю которых приходится 72,7% от мировых посевных площадей овощной фасоли. Ежегодно в мире посевы этой культуры увеличиваются.

В современных условиях селекционная работа с фасолью овощной должна способствовать выведению новых, перспективных сортов, внедрению современных агротехнологий и быть направлена на удовлетворение запросов переработки и расширения сфер ее использования. Для повышения результативности селекции фасоли необходимо более глубокое изучение физиологических, биохимических, адаптивных свойств растений, которые оказывают влияние на такие показатели, как семенная продуктивность, качество зерна, урожайность.

Для решения этой проблемы особо актуальным является изучение комплексной оценки сортообразцов фасоли овощной селекции по биологическим, биохимическим показателям и технологическим параметрам, которое позволит определить перспективные сорта интенсивного типа, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям и будет способствовать расширению ареала возделывания данной культуры. Комплексная оценка позволит выделить сорта, обладающие хорошим качеством продукции и соответствующие технологическим требованиям. Эти показатели тесно связаны с химическим составом бобов (Булатова с соавт., 2015:37).

Расширение площади возделывания бобовых овощных культур, в частности фасоли овощной, имеет важное продовольственное, экономическое, агротехническое и агрохимическое значение. В условиях нехватки продуктов питания для постоянно растущего населения земного шара все большее значение приобретают разработки, которые направлены на решение проблемы обеспечения пищевым белком растительно-го происхождения, в том числе, путем селекции овощных бобовых культур (Welch and Graham, 2004b:360). Среди них особое значение имеет фасоль обыкновенная, которая отличается высокой питательностью и многообразием использования на пищевые цели. В фасоли содержатся 20-28% белка, 56% диетических волокон и сложные углеводы (Welch and Graham, 2000a:363; Broughton et al. 2003:101; Blair et al. 2010:241). Это также важный источник микроэлементов, например железа (70 мг/кг) и цинка (33 мг/кг), витаминов группы В, таких как ниацин, рибофлавин, фолиевая кислота и тиамин, а также полиненасыщенных жирных кислот (Broughton et al. 2003:87; Guzman and Infante, 2007:114). Микроэлементы, такие как Fe и Zn, важны для поддержания метаболических и физиологических клеточных процессов (Nouet et al. 2001:1097; Yruela, I. 2013:1098).

Фасоль также имеет большое значение как лекарственная культура из-за присутствия полифенольных соединений, волокон, лектинов, ингибиторов трипсина и флавоноидов (Beninger and Hosfield, 2003:7881; Akond et al. 2011:392). Бобовые в целом рассматриваются как источники антитромбоцитарных, антиангидренных, противораковых, антидепрессантных, антипростатических, кардиозащитных, гепатопротекторных, противодиабетических, противовирусных соединений (González et al. 1990:121; Rafi and Vastano, 2002:680).

Использование фасоли в пищевой промышленности способствует обеспечению населения высококачественными продуктами питания, в том числе детского и диетического. Возделывание фасоли является с экономической точки зрения достаточно рентабельным производством. Оно способствует снижению импорта консервированной и свежезамороженной спаржевой фасоли, обеспечивает пищевое производство высокобелковыми наполнителями для продуктов питания, а семеноводство – семенным материалом. Кроме того, введение в севообороты зернобобовых повышает эффективность

возделывания сельскохозяйственных культур. Агрономическое значение фасоли заключается в обогащении почвы азотом и возможности использования вторичной продукции в качестве удобрения.

### **Биологические и морфологические особенности фасоли овощной**

Род *Phaseolus* L. относится к семейству Бобовые (*Leguminosae* Juss.), подсемейству Мотыльковые (*Papilionatae* Taub.) и включает до 230 видов, произрастающих в США, Австралии, Африке и Азии. Первое место по видовому разнообразию фасоли занимает Америка и Бразилия. Другим центром происхождения многих видов фасоли является Южная Азия (Wortmann et al. 2006). Культурные сорта фасоли обыкновенной произошли от дикорастущих форм, произрастающих в северо-западных и южных штатах Мексики. В результате селекции было создано множество скороспелых кустовых, восковых, белосемянных сортов, без пергаментного слоя.

Кроме фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), возделывают также фасоль лимскую (*Phaseolus lunatus* L.), фасоль многоцветковую (*Phaseolus coccineus* L.), фасоль остролистную (*Phaseolus acutifolius* Gray), фасоль угловую (*Phaseolus angularis* Willd.), фасоль золотистую (*Phaseolus aureus*), фасоль рисовую (*Phaseolus calcaratus* (*Vigna calcaratus* Roxb)), фасоль май (*Vigna mungo* L.), фасоль аконитолистную (*Phaseolus aconitifolius* Tacg.), фасоль ямайскую (*Phaseolus semierectus* L.), фасоль трехлопастную (*Phaseolus trilobus* Ait.) и др. (Makowski, 2000: 543).

По характеру роста куста встречаются кустовые, полуувядющиеся и высоковьющиеся формы (Скорина, 2015:87). Корневая система фасоли относится к стержневому типу, ветвящаяся. На корнях образуются азотфикссирующие бактерии, которые представляют собой мелкие клубеньки грушевидной формы. Стебель фасоли травянистый, ветвящийся. Цветки относительно крупные (14-27 мм в длину), имеющие белую, розовую, лиловую или фиолетовую окраску. Бобы различной формы длиной от 7 до 30 см. Форма бобов достаточно разнообразна: прямая, изогнутая, серповидная, саблевидная, плоская, цилиндрическая. У сортов фасоли овощного направления в створках боба грубый пергаментный слой не образуется. Окраска незрелого боба у различных сортов фасоли сильно варьирует. Семена наиболее разнообразны по величине, форме, окраске,

характеру рисунка. В зависимости от сорта масса 1000 семян составляет 140-1100 г. Этот показатель имеет большое значение при возделывании фасоли, т.к. в ряде работ было показано, что крупные семена сильнее травмируются при посеве и обмолоте (Chodulska, 1995:57).

Фасоль относится к растениям короткого дня, теплолюбива, не устойчива к заморозкам, нехолодостойкая (Ali et al, 1994:118). Вегетационный период фасоли составляет 60-200 суток. В зависимости от длины вегетационного периода различают ультраскороспелые (период вегетации до 46 дней); скороспелые (46-50); среднеранние (51-55); среднеспелые (61-70); позднеспелые (76-80); очень поздние (больше 95) сорта. Урожайность бобов с растения коррелирует с длиной, количеством и массой бобов (Копылова, 2015:65).

Поскольку фасоль относится к высокобелковым, сбалансированным по аминокислотному и минеральному составу овощам, перспективным направлением ее возделывания и использования является изучение возможности подбора сортов по содержанию белка и аминокислот.

По своему назначению фасоль делится на зерновую и овощную. В производстве используют спелые семена фасоли (зерновое направление) и незрелые бобы и семена (овощное направление). Поэтому остро стоит проблема изучения мирового сортимента овощной фасоли и отбора лучших образцов для непосредственного использования в производстве и формирования местного генофонда сортов. Одним из способов получения перспективных востребованных сортов является интродукция новых сельскохозяйственных культур и вовлечение их в селекционный процесс.

Овощные сорта фасоли подразделяют на сахарные, полусахарные и туршевые. Эта классификация основана на форме боба в поперечном сечении, наличия пергаментного слоя в створках и волокна в шве боба. Для сахарных сортов характерны мясистые бобы округлой формы без пергаментного слоя в створках зеленых бобов и без волокон в швах. В полусахарных сортах присутствие волокна в створках бобов незначительно. Бобы туршевой фасоли плоской формой и без пергаментного слоя и волокна в бобах. Сорта фасоли, имеющие длинные тонкие, округлые бобы, относятся к спаржевым. Форма боба генетически детерминирована. Например, плоская форма бобов определяется наличием генов Ea, Eb, Ia, Ib, а округлая – генами ea, eb, ia, ib. Наличие волокна в створках бобов является ре-

цессивным признаком, определяемым геном st. (Вишнякова с соавт., 2013: 21).

### **Основные направления селекционной работы по фасоли**

В странах нынешнего ближнего зарубежья планомерная селекционная работа с овощной фасолью началась в 20-е годы прошлого века. Развитие исследований фасоли на территории стран СНГ основано на использовании коллекции ВИРа, которая насчитывает 2000 образцов овощной фасоли. Данные образцы используются в селекционных работах не только в России, но и в других странах ближнего зарубежья. На Украине селекция фасоли привела к получению ряда раннеспелых, скороспелых, белосемянных сортов. В Молдавии методом гибридизации создан ряд районированных сортов. В Грузии основные исследования направлены на создание сортов, пригодных для консервирования. В Армении создан крупносемянный сорт Зепюр, рекомендованный для посева в защищенном грунте. Важнейшим направлением селекционной работы фасоли в зоне рискованного земледелия является создание скороспелых, устойчивых к холodu и болезням сортов, характеризующихся стабильными урожаями. Например, в условиях Ленинградской области выведен ряд сортов, которые являются источниками скороспелости и могут быть использованы в селекции на этот признак (Вишнякова с соавт., 2013: 24).

В настоящее время селекционные исследования овощной фасоли широко ведутся в таких зарубежных странах, как Англия, Болгария, Турция, Австрия, Индия, Мексика, Чили и др. Основные направления селекционной работы по овощной фасоли направлены на создание раннеспелых кустовых сортов, отличающихся высоким качеством бобов, обладающие комплексом хозяйствственно-ценных признаков, изучение устойчивости к различным заболеваниям и т.д.

В настоящее время для изучения генетического разнообразия, генотипирования, выявления генов устойчивости, улучшения селекционных программ эффективно используется маркерная селекция (MAS-селекция). Применение ДНК-маркеров выводит селекцию сельскохозяйственных растений на качественный уровень, позволяя оценить генотипы напрямую, а не через фенотипические проявления. Это способствует идентификации перспективных сортов с комплексом ценных признаков ускоренными темпами. Одним из наиболее используемых и

эффективных типов маркеров являются микросателлитные ДНК-маркеры, или SSR-маркеры. Преимуществами SSR-маркеров являются высокий уровень полиморфизма, кодоминантность, легкая детекция с помощью ПЦР (Burle et al. 2010:808; Buso et al. 2006:252; Miklas et al. 2006:227).

На основе проведенной молекулярной характеристики показателей продуктивности с использованием RAPD и ISSR маркеров выявлены болгарские сорта, перспективные для возделывания в засушливых условиях и использования их в качестве родительских пар для гибридизации и биотехнологических исследований (Apostolova et al. 2014:55). В работе Khaidizar et al. было охарактеризовано генетическое разнообразие местных образцов и показано, что SSR-анализ может быть успешно использован для оценки генетического разнообразия генотипов, произрастающих в различных регионах Турции (Khaidizar et al. 2012:146). Изучение нуклеотидных последовательностей *Phaseolus vulgaris* мезоамериканского и андского происхождения показало, что окультуривание мезоамериканских генотипов привело к снижению их генетического разнообразия (Bitocchi et al. 2013:309).

По результатам ряда исследований на основе анализа морфологических параметров, хозяйствственно-ценных признаков, условий выращивания выведены и изучены перспективные сорта российской (Русских, 2014:157; Сачивко 2017:49; Popov and Martynov, 2001:21; Цыганок и Кутепова 2010:54) и зарубежной селекции (Broughton et al. 2003:64; Šustar-Vozli et al. 2006:245; Zhang 2006:633), обладающие комплексом хозяйствственно-ценных признаков, важных при селекции культуры на высокую продуктивность, высокими питательными и технологическими качествами и пригодные к механизированной уборке.

Фасоль отличается своей морфологической изменчивостью и адаптируемостью к различным средам, создавая широкий спектр местных сортов (Gouveia et al. 2014:325; Коцар, 2012:65). В ряде исследований установлена высокая индивидуальная изменчивость количественных признаков фасоли в зависимости от воздействия экстремальных факторов, не свойственных для этих культур сроках посева и использования минеральных удобрений (Kwak et al. 2012:1577).

Значительная внутривидовая генотипическая изменчивость (около 50%) характерна, например, для таких признаков, как число бобов на растении, число продуктивных узлов, длина стебля, масса семян с растения. Меньшим гено-

тическим вариациям подвержены масса 1000 семян; высота до первого боба; длина и ширина боба; число ветвей; число бобов на продуктивный узел. Для современных сортов фасоли характерна высокая биологическая и физиологическая разнокачественность популяций, т.е. наличие биотипов с высоким, средним и низким потенциалом продуктивности. Одним из способов повышения продуктивности зернобобовых культур может быть проведение исследований по оптимизации биотического состава популяций.

Основными задачами селекции фасоли являются улучшение качественного и количественного состава белков; снижение концентрации антипитательных веществ; снижение уровня клетчатки; повышение содержания жира, витаминов, пигментов. Питательный состав и качество семян фасоли обусловлены такими факторами, как генотип, происхождение, условия окружающей среды (Broughton et al. 2003:111). В настоящее время утрата разнообразия сельскохозяйственных культур и исчезновение генетических ресурсов приводят к одновременному ухудшению качества питания. Важно отметить, что при выведении элитных сортов с хозяйственными признаками генетическое разнообразие не всегда широко используется (Gouveia et al. 2011:133; Singh, 2001:1662).

Содержание и качество белка в зерне зависят от двух групп факторов – условий выращивания и особенностей генотипа. Изучению разнообразия коллекций фасоли по составу запасных белков посвящены многие исследования. Установлена полиморфность по составу запасных белков, выделены перспективные специфичные по составу глобулинов и альбуминов образцы, рекомендуемые для вовлечения в селекционный процесс. Генетический контроль за формированием альбуминов и глобулинов прослеживается в течение всего периода созревания семян. Характер изменения глобулинов и альбуминов специфичен для разных генотипов. Содержание альбуминов возрастает постепенно, начиная со стадии зеленых семян. В процессе формирования семян наблюдается гетерогенность альбуминовой фракции, что является одной из причин изменчивости аминокислотного состава семян (Betrcocal-Ibarra et al. 2002:209; Guzmán-Maldonado et al. 2000:1879; Shekari et al. 2014:248). Наибольший интерес в настоящее время представляет улучшение качества белка за счет увеличения содержания в нем наиболее ценных незаменимых аминокислот, например

лизина, метионина и триптофана. Необходимо отметить, что одним из перспективных задач селекции является создание или отбор среди существующих культурных видов бобовых и их диких сородичей форм с повышенным содержанием серосодержащих аминокислот – метионина и цистеина. Это позволит повысить качественный уровень белков зернобобовых культур и приблизить их по питательности к животным белкам. Изучение качественных характеристик чилийской коллекции фасоли проведено в исследованиях Paredes C.M. с соавт. (Paredes et al. 2009:491). Установлено, что изученные образцы сильно отличались по содержанию белка, макро- и микроэлементов. Данные исследования могут быть использованы для определения качества фасоли разных видов.

Ощутимые потери урожая фасоли вызываются различными заболеваниями. Одним из широко применяемых методов защиты растений от патогенов является создание и использование устойчивых к болезням сортов и линий сельскохозяйственных культур. В настоящее время в Казахстане около 9000 га сельскохозяйственных земель заражено вредителями и распространено около 70 видов болезней. Потери урожая зерновых и зернобобовых культур от грибных болезней и вирусных заболеваний доходят до 30% (Kelly et al. 2003:147).

Одним из самых серьезных заболеваний, влияющих на продуктивность бобов, является вирус мозайки бобовых (BCMV). На основе молекулярного анализа с помощью различных микросателлитных маркеров был проведен скрининг 132 генотипов фасоли. В результате проведенных исследований выделено 8 устойчивых к BCMV форм и установлено, что праймер BMD-6 является информативным и эффективным маркером для изучения филогенетических отношений (Amir et al. 2017:345). Среди грибных заболеваний наиболее вредоносным является анtrakноз, вызываемый грибковым патогеном *Colletotrichum lindemuthianum*. В настоящее время описано более 2500 различных штаммов возбудителя анtrakноза. Успешная борьба с болезнями растений невозможна без своевременного выявления заболеваний и правильной идентификации возбудителей на основе микробиологических, микроскопических и молекулярно-генетических методов (Campa et al. 2011:760; Ferreira et al. 2008:707; Blair et al. 2008:98).

Согласно литературным источникам, на сегодняшний день идентифицировано 23 гена, связанных с резистентностью к анtrakнозу. Кажд-

дый ген резистентен к определенному штамму патогена. Большинство этих генов выделяются в 7 из 11 групп сцепления, называемых группами Pv. (Chen et al. 2017: 14; Ferreira et al. 2013:165).

Было высказано предположение, что наличие генов устойчивости из разных групп, таких как андские и мезоамериканские, может приводить к наиболее выраженной устойчивости к антракнозу. Среди всех генов устойчивости андского типа (Co-1, Co-12, Co-13, Co-14, Co-15, Co-w, Co-x, Co-y и Co-z) ассоциированные молекулярные маркеры были найдены только для локусов Co-1 и Co-15 (Lacanollo and Gonçalves-Vidigal, 2015:397). Идентификация таких маркеров как в андских, так и в мезоамериканских сортах будет напрямую способствовать характеристике и сохранению генетических ресурсов, доступных для программ улучшения сельскохозяйственных культур.

В Казахстане поддержанием коллекции зернобобовых культур на протяжении последних 30-40 лет занимаются в Казахском научно-исследовательском институте картофелеводства и овощеводства. В «Государственный реестр селекционных достижений РК» в 2012 включен один сорт овощной фасоли «Ассоль», выведенный сотрудниками КазНИИКО (adilet.zan.kz., 2016). Нами была проведена оценка коллекционных образцов зерновой и вьющейся фасоли по белковому и аминокислотному составу. Выявлены перспективные местные высокобелковые зерновые сортотипы и линии фасоли. Два сортообразца зерновой фасоли переданы на государственное сортоиспытание. Результаты проведенных научных исследований свидетельствуют о перспективности возделывания бобовых культур в условиях юго-востока Казахстана (Aytasheva et al. 2015:105; Zhumabayeva et al. 2016:64).

### **Перспективы использования овощной фасоли как продовольственной культуры на рынках Казахстана**

На пищевые цели в основном используется овощная фасоль в технической фазе спелости (лопатка). Количество белка в лопатках составляет 0,9 – 3,5%, сахаров – до 5%, сухого вещества до – 17,0%, крахмала – до 7%. Фасоль овощная также богата аскорбиновой кислотой (7,2 – 39 мг%), провитамином А (0,45 мг%), минеральными элементами (до 0,7%) и такими ценными для организма человека аминокислотами, как триптофан, лизин, аргинин. Повы-

шенное содержание водорастворимой фракции в белке способствует хорошему усвоению его организмом. Богатые витаминами и минеральными солями недозрелые бобы используются как в свежем, так и в консервированном виде. Высокой питательной ценностью обуславливается широкое распространение фасоли во многих странах мира.

В настоящее время потребительский спрос на фасоль в Республике Казахстан удовлетворяется главным образом за счет экспортных поставок зерна, натуральных и консервированных бобов из стран СНГ и дальнего зарубежья (Индия, Бразилия, Мексика, Китай, США). В то же время, мировой спрос на зернобобовые культуры ежегодно растет. Основными закупщиками фасоли являются Турция, Китай, Россия.

С каждым годом интерес к использованию зернобобовых культур в Казахстане возрастает. По данным АО «Казагромаркетинг» с 2015 ежегодно наблюдается повышение цен на фасоль в среднем на 11%, что свидетельствует о повышении спроса на внутренних и внешних рынках. Расширение в Казахстане площадей возделывания фасоли овощной будет способствовать активному импортозамещению бобов на более высокобелковую отечественную продукцию. С 2014 г. наблюдается прирост государственных инвестиций в агропромышленный сектор и увеличение посевных площадей зернобобовых культур в различных регионах Казахстана. В 2017 г. площади посевов зернобобовых культур возросли на 209 тысяч гектаров (Smaiyllov, 2012:54).

Объективной причиной сдерживания распространения фасоли в Казахстане является отсутствие районированных сортов. В госреестр Республики Казахстан на сегодняшний день включено всего 3 сорта и 2 гибрида фасоли овощной, из которых лишь один сорт создан отечественными селекционерами (Госреестр Республики Казахстан, 2014:312). Выведение высокопродуктивных, скороспелых сортов, пригодных к механизированному возделыванию, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды будет способствовать расширению посевных площадей фасоли.

В настоящее время в Казахстане продовольственный рынок овощной фасоли находится на начальной стадии становления. По нашим сведениям имеются лишь три предприятия по выпуску замороженных овощей и полуфабрикатов: ТОО «ПКЗП» Гипер Продукт», г. Павлодар; ТОО «Самал Элит А», ТОО «Аскентжол», г. Ка-

раганда. Увеличение мощностей и ассортимента этих предприятий связано с недостаточным обеспечением отечественного растительного сырья, в том числе овощной фасоли.

Таким образом, расширение площадей возделывания фасоли овощной имеет большое экономическое значение для нашей республики. Её

внедрение будет способствовать развитию агропромышленного производства, повышению конкурентоспособности страны на мировом рынке и решению задач по обеспечения населения нашей республики высокобелковыми растительными белками, а также укреплению здоровья и благосостояния населения.

### Литература

- 1 Булатова К.М., Алексидзе Г.Н. и др. (2015) Морфологическая и биохимическая характеристика семян коллекционных образцов фасоли // Известия НАН РК. – Vol. 3, № 309. – С. 33-41.
- 2 Вишнякова М.А., Булынцев С.В. и др. (2013) Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР // Овощи России. – № 1 (18).– С.16-25.
- 3 Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан (2014). – Астана.– 240 с.
- 4 Копылова М.А. Разработка технологии конвейерного производства зеленых бобов фасоли овощной в Южной лесостепи Западной Сибири: автореферат к.б.н. 06.01.08. – Тюмень, 2015. –17 с.
- 5 Коцар Н.В. (2012) Изучение потенциальных возможностей выращивания семян фасоли овощной в условиях Юго-Запада Центрально-Черноземного региона // Научные Ведомости. Серия Естественные науки. –№ 9 (128). – С.64-68.
- 6 Об утверждении Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан, и перечня перспективных сортов сельскохозяйственных растений. (2016) [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz).
- 7 Русских И. А. (2014) Мобилизация, изучение и перспективы использования генетических ресурсов рода Phaseolus L. – Минск: Красико-Принт. – 263 с.
- 8 Сачивко Т. В. (2017) Оценка новых сортов фасоли овощной по основным хозяйственно-полезным признакам // Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. – № 1. – С. 48-51.
- 9 Скорина В. В. и др. (2015) Селекция и семеноводство фасоли овощной. – Горки: БГСХА. – 197 с.
- 10 Цыганок Н., Кутепова Е. (2010) Новые овощные сорта фасоли для конвейерного выращивания // Овощеводство. – №10. – С. 54-56.
- 11 Akond, M., Golam, A. S. M., Khandaker, L., Berthold, J., Gates, L., Peters, K., Delong, H. and Hossain, K. «Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean», American Journal of Food Technology 6(5) (2011): 385- 394.
- 12 Ali S. M., Sharma B., Ambrose M. J. «Current status and future strategy in breeding pea to improve resistance to biotic and abiotic stresses», Euphytica 73 (1994):115-126.
- 13 Amir B Wani, M Ashraf Bhat, Amjad M Husaini and Irtiza Sidiqi «Screening of important bean genotypes/collections for resistance against Common Bean Mosaic Virus using molecular markers» // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(4) (2017):343-347.
- 14 Apostolova E., Krastev V., Yahubyan G., Svetleva D., et al. «Molecular analysis of Bulgarian common bean genotypes and their characterization after growing under rainfed and irrigated conditions» // International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 1(4) (2014): 50-57.
- 15 Aytasheva Z. G., Sapko O. A., Lebedeva L. P., Zhumbabayeva B. A., Dzhangalina E. D. et al. «Biochemical properties of seeds for domestic and international common bean accessions», Buletin Kaznu, Ser. Biology 2/1 (64) (2015):102-107.
- 16 Beninger, C. W. and Hosfield, G. L. «Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from Phaseolus vulgaris L. seed coat color genotypes» // Journal of Agriculture and Food Chemistry 51 (2003): 7879–7883.
- 17 Berrocal-Ibarra, S., J. Ortiz-Cereceres and C.B. Peca-Valdivia «Yield components, harvest index and leaf area efficiency of a sample of a wild population and a domesticated variant of the common bean Phaseolus vulgaris», South Afr. J. Botany 68(2002): 205-211.
- 18 Bitocchi E., Bellucci E., Alessandro Giardini, Domenico Rau et al. «Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (Phaseolus vulgaris) in Mesoamerica and the Andes» // New Phytologist 1(2013):300-313.
- 19 Blair, M. W., Buenádia, H. F., Giraldo, M. C., Métais, I., and Peltier, D. «Characterization of AT-rich microsatellites in common bean (Phaseolus vulgaris L.)» // Theor. Appl. Genet. 118(2008):91-103.
- 20 Blair, M. W., Gonzales, L. F., Kimani, P. M. and Butare, L. «Inter-gene pool introgression, genetic diversity and nutritional quality of common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces from Central Africa» // Theoretical and Applied Genetics 121(2010b): 237–248.
- 21 Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. «Beans (Phaseolus pp.) Model Food Legumes», Plant Soil 252(2003):55-128.
- 22 Burle, M. L., Fonseca, J. R., Kami, J. A. and Gepts, P. «Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity», Theoretical and Applied Genetics 121(2010): 801–813.
- 23 Buso, G. S. C., Amaral Z. P. S., Brondani R. P. V. and Ferreira M.E. «Primer note: microsatellite markers for the common bean Phaseolus vulgaris», Molecular Ecology Notes 6(2006): 252– 254.

- 24 Campa Ana, Ramón Giraldez, and Juan José Ferreira «Genetic Analysis of the Resistance to Eight Anthracnose Races in the Common Bean Differential Cultivar Kaboon», *Phytopathology* 101 (2011):757-764.
- 25 Chen, M., Wu, J., Wang, L., Mantri, N., Zhang, X., Zhu, Z., & Wang, S. «Mapping and Genetic Structure Analysis of the Anthracnose Resistance Locus Co-1HY in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», *PLoS ONE* 12(1) (2017):1-18
- 26 Chodulska L., Palonka S. «Uszkodzenia nasion rożnych odmian fasoli zwyczajnej przez zmieniki (Luguz SPP)» Mater. 35 Ses.nauk.inst.ochr.rosl.-Posnan (1995):56-59
- 27 FAO (2012) FAOSTAT. Available from <http://faostat.fao.org/faostat/collections>?subset=agriculture.
- 28 Ferreira, J. J., Campa, A., Pérez-Vega, E., and Giraldez, R. «Reaction of a bean germplasm collection against five races of *Colletotrichum lindemuthianum* identified in northern Spain and implications for breeding», *Plant Dis.* 92(2008):705-708.
- 29 Ferreira J.J., Campa A., Kelly J.D. «Organization of genes conferring resistance to anthracnose in common bean». In *Translational genomics for crop breeding*, ed Varshney RK, Tuberrosa R (1st. Wiley, New York, 2013),151-182.
- 30 González de Mejía, E., Hanzkins, C. N., Paredes, L. O. and y Shannon, A. M. «The Lectins and Lectins-Like Proteins of tepary beans (*Phaseolus acutifolius*) and Tepary-Common bean (*Phaseolus vulgaris*) Hybrids», *Journal of Food Biochemistry* 14(1990):117-126.
- 31 Gouveia C.S.S., Freitas, G. and Pinheiro de Carvalho M.A.A. «Nutritional Analysis of Regional Varieties of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Produced under Low Input Conditions», *Actas Portuguesas de Horticultura* 17(2011):131-137.
- 32 Gouveia, C.S.S., Freitas, G., de Brito, J.H., Slaski, J.J. and de Carvalho, M.A.A.P. «Nutritional and Mineral Variability in 52 Accessions of Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) from Madeira Island», *Agricultural Sciences* 5(2014):317-329.
- 33 Guzmán-Maldonado, S. H., Acosta-Gallegos J. A. and Paredes-López, O. «Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», *Journal of Science of Food and Agriculture* 80(2000):1874-1881.
- 34 Guzman, N.E. and Infante, J. A. G. «Antioxidant activity in Cotyledon of Black and Yellow Common beans (*Phaseolus Vulgaris L.*)», *Research Journal of Biological Sciences* 2(1) (2007):112-117.
- 35 Kelly, J. D., Gepts, P., Miklas, P. N., and Coyne, D. P. «Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea», *Field Crop Res.* 82(2003):135-154.
- 36 Khaidizar Maya Izar, Kamil Haliloglu, Erdal Elkoca et al. «Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris L.*) Landraces Grown In Northeast Anatolia of Turkey Assessed With Simple Sequence Repeat Markers», *Turkish Journal of Field Crops* 17(2) 2012:145-150.
- 37 Kwak, M., O. Toro, D.G. Debouck and P. Gepts «Multiple origins of the determinate growth habit in domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris*)», *Annals Botany* 110(2012): 1573-1580.
- 38 Lacanallo G. F., Gonçalves-Vidigal M. C. «Mapping of an andean gene for anthracnose resistance (Co-13) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Jalo Listras Pretas landrace», *AJCS* 9(5)(2015):394-400.
- 39 Makowski N., Körnerleguminosen (Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann, 2000), 856.
- 40 Miklas P. N, Kelly J. D, Beebe S. E, Blair M. W. «Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding», *Euphytica* 147(2006):105-131.
- 41 Nouet, C., Motte, P. and Hanikenne, M. «Chloroplastic and mitochondrial metal homeostasis», *Trends in Plant Science* 16(2001):395–404.
- 42 Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки., Viviana Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. Juan Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. «Inorganic Nutritional Composition of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) «Genotypes Race Chile», Chilean J. Agric. Res. 69(2009):486-495 accessed December 2009, doi.org/10.4067/S0718-58392009000400002.
- 43 Popov, V.P. and O.L. Martynov «Morphological and biological peculiarities of few cultivars for common bean in the South of Moscow Region», *Proc. Russian Acad. Agric. Sci.* 4(2001):21-23.
- 44 Rafi, M. M. and Vastano, B. C. «Novel polyphenol molecule isolated from licorice root (*Glycyrrhiza glabra*) induces apoptosis, G2/M cell cycle arrest, and Bcl-2 phosphorylation in tumor cell lines», *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50(2002):677-684.
- 45 Shekari, F. A., Javanmard and M. Hassanpouraghdam «Response of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to controlled water deficit stress during post-flowering growth stage, *Agric. Forestry* 60(2014): 245-257.
- 46 Singh, S.P. «Broadening the Genetic Base of Common Bean Cultivars: A Review», *Crop Science* 41(2001):1659-1675.
- 47 Statistical Indicators. – Edited by A.A. Smaylov.–Astana, 2012. – № 2. – 72 p.
- 48 Šustar-Vozlič, J., Maras, M., Javornik, B and Meglič, V. «Genetic Diversity and Origin of Slovene Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm as Revealed by AFLP Markers and Phaseolin Analysis», *American society of Horticultural Science* 131(2) 2006:242 – 249.
- 49 Welch, R. M. and Graham R. D. «A new paradigm for world agriculture: productive, sustainable, nutritious, healthful food systems», *Food and Nutrition Bulletin* 21(2000):361-366.
- 50 Welch, R. M. and Graham, R. D. «Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective». *Journal of Experimental Botany*, 55(2004):353-364.
- 51 Wortmann, C. S., Brink, M. and Belay, G. «*Phaseolus vulgaris* L. (common bean)», in PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale) ed. Wageningen (Netherlands, 2006):297.
- 52 Zhang, X., M.W. Blair and S. Wang «Genetic diversity of Chinese common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces assessed with simple sequence repeat markers», *Theor. Applied Genet.* 117(2008): 629-640.
- 53 B. A. Zhumabayeva, Z.G. Aytasheva, Dauletbaeva S.B., Lebedeva L.P. Activities of protein components in bean seeds of Kazakhstan, Russian and other accessions, *Bulletin Kaznu, Ser. Biology* 1(2016): 58-66.
- 54 Yruela, I. «Transition metals in plant photosynthesis», *Metallomics* 5(2013):1090–1109.

### References

- 1 Bulatova K., Aleksidze G. i dr. (2015) Morfologicheskaja i biohimicheskaja harakteristika semjan kollekcionalnyh obrazcov fasoli [Morphological and biochemical characteristics of seeds obtained from common beans collection]. Izvestija NAN RK, vol. 3, no. 309. pp. 33-41.
- 2 Vishnjakova M., Bulyncev S. i dr. (2013) Ishodnyj material dlja selekcii ovoshhnyh bobovih kul'tur v kollekcii VIR [Origin material for legume collection of NIR]. Ovoshhi Rossii. no 1 (18). pp. 16-25.
- 3 Gosudarstvennyj reestr selekcionalnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju v Respublike Kazahstan (2014) [State Register of Selection Achievements Approved for Use in the Republic of Kazakhstan]. Astana. p.240 .
- 4 Kopylova M. (2015) Razrabotka tehnologii konvejernogo proizvodstva zelenyh bobov fasoli ovoshhnoj v Juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri.[Development of the technology for the conveyor production of green beans in the Southern steppe zone in Western Siberia]. Tjumen', pp. 2 -17.
- 5 Kocar N. (2012) Izuchenie potencial'nyh vozmozhnostej vyrashhivanija semjan fasoli ovoshhnoj v uslovijah Jugo-Zapada Central'no-Chernozemnogo regiona // Nauchnye Vedomosti. Serija Estestvennye nauki [Studying of potential capabilities for cultivation of vegetable beans seeds under conditions in South-West of the Central Black Earth region]. no. 9 (128). pp. 64-68.
- 6 Ob utverzhdennii Gosudarstvennogo reestra selekcionalnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju v Respublike Kazahstan, i perechnja perspektivnyh sortov sel'skohozjajstvennyh rastenij. [On approval of the State Register of Selection Achievements, approved for use in the Republic of Kazakhstan, and a list of prospective varieties of agricultural plants](2016) www.adilet.zan.kz.
- 7 Russikh I. (2014) Mobilizacija, izuchenie i perspektivy ispol'zovanija geneticheskikh resursov roda Phaseolus L. [Mobilization, studying and prospective of the use of genetic resources of Phaseolus L.]Minsk: Krasiko-Print. p.263.
- 8 Sachivko T. (2017) Ocenna novyh sortov fasoli ovoshhnoj po osnovnym hozjajstvenno-poleznym priznakam. [Assessment of new varieties of vegetable beans on the basis of valuable crops]. Vestnik Belorusskoj Gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. no.1. pp. 48-51.
- 9 Skorina V. i dr. (2015) Selekcija i semenovodstvo fasoli ovoshhnoj. [Breeding and seed growing of vegetable beans]. Gorki: BGSHA. p.197.
- 10 Cyganok N., Kutepova E. (2010) Novye ovoshhnye sorta fasoli dlja konvejernogo vyrashhivanija. [New vegetable specimens of vegetable beans for conveyor cultivation]. Ovoshhevodstvo, no.10, pp.54-56.
- 11 Akond, M., Golam, A. S. M., Khandaker, L., Berthold, J., Gates, L., Peters, K., Delong, H. and Hossain, K. «Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean», American Journal of Food Technology 6(5) (2011): 385- 394.
- 12 Ali S. M., Sharma B., Ambrose M. J. «Current status and future strategy in breeding pea to improve resistance to biotic and abiotic stresses», Euphytica 73 (1994):115-126.
- 13 Amir B Wani, M Ashraf Bhat, Amjad M Husaini and Irtiza Sidiqi «Screening of important bean genotypes/collections for resistance against Common Bean Mosaic Virus using molecular markers», Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(4) (2017):343-347.
- 14 Apostolova E., Krastev V., Yahubyan G., Svetleva D., et al. «Molecular analysis of Bulgarian common bean genotypes and their characterization after growing under rainfed and irrigated conditions», International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 1(4) (2014): 50-57.
- 15 Aytasheva Z. G., Sapko O. A., Lebedeva L. P., Zhumbayeva B. A., Dzhangalina E. D. et al. «Biochemical properties of seeds for domestic and international common bean accessions», Buletin Kaznu, Ser. Biology 2/1 (64) (2015):102-107.
- 16 Beninger, C. W. and Hosfield, G. L. «Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from Phaseolus vulgaris L. seed coat color genotypes», Journal of Agriculture and Food Chemistry 51 (2003): 7879–7883.
- 17 Berrocal-Ibarra, S., J. Ortiz-Cereceres and C.B. Peca-Valdivia «Yield components, harvest index and leaf area efficiency of a sample of a wild population and a domesticated variant of the common bean Phaseolus vulgaris», South Afr. J. Botany 68(2002): 205-211.
- 18 Bitocchi E., Bellucci E., Alessandro Giardini, Domenico Rau et al. «Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (Phaseolus vulgaris) in Mesoamerica and the Andes», New Phytologist 1(2013):300-313.
- 19 Blair, M. W., Buendía, H. F., Giraldo, M. C., Métais, I., and Peltier, D. «Characterization of AT-rich microsatellites in common bean (Phaseolus vulgaris L.)», Theor. Appl. Genet. 118(2008):91-103.
- 20 Blair, M. W., Gonzales, L. F., Kimani, P. M. and Butare, L. «Inter-genepool introgression, genetic diversity and nutritional quality of common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces from Central Africa», Theoretical and Applied Genetics 121(2010b): 237–248.
- 21 Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. «Beans (Phaseolus pp.) Model Food Legumes», Plant Soil 252(2003):55-128.
- 22 Burle, M. L., Fonseca, J. R., Kami, J. A. and Gepts, P. «Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity», Theoretical and Applied Genetics 121(2010): 801–813.
- 23 Buso, G. S. C., Amaral Z. P. S., Brondani R. P. V. and Ferreira M.E. «Primer note: microsatellite markers for the common bean Phaseolus vulgaris», Molecular Ecology Notes 6(2006): 252– 254.
- 24 Campa Ana, Ramón Giraldez, and Juan José Ferreira «Genetic Analysis of the Resistance to Eight Anthracnose Races in the Common Bean Differential Cultivar Kaboon», Phytopathology 101 (2011):757-764.
- 25 Chen, M., Wu, J., Wang, L., Mantri, N., Zhang, X., Zhu, Z., & Wang, S. «Mapping and Genetic Structure Analysis of the Anthracnose Resistance Locus Co-1HY in the Common Bean (Phaseolus vulgaris L.)», PLoS ONE 12(1) (2017):1-18

- 26 Chodulska L., Palonka S. «Uszkodzenia nasion rożnych odmian fasoli zwyczajnej przez zmieniki (Luguz SPP)» Mater. 35 Ses.nauk.inst.ochr.rosl.-Posnan (1995):56-59
- 27 FAO (2012) FAOSTAT. Available from <http://faostat.fao.org/faostat/collections>?subset=agriculture.
- 28 Ferreira, J. J., Campa, A., Pérez-Vega, E., and Giraldez, R. «Reaction of a bean germplasm collection against five races of *Colletotrichum lindemuthianum* identified in northern Spain and implications for breeding», Plant Dis. 92(2008):705-708.
- 29 Ferreira J.J., Campa A., Kelly J.D. «Organization of genes conferring resistance to anthracnose in common bean». In Translational genomics for crop breeding, ed Varshney RK, Tuberrosa R (1st. Wiley, New York, 2013),151-182.
- 30 González de Mejía, E., Hanzkins, C. N., Paredes, L. O. and y Shannon, A. M. «The Lectins and Lectins-Like Proteins of tepary beans (*Phaseolus acutifolius*) and Tepary-Common bean (*Phaseolus vulgaris*) Hybrids», Journal of Food Biochemistry 14(1990):117-126.
- 31 Gouveia C.S.S., Freitas, G. and Pinheiro de Carvalho M.A. «Nutritional Analysis of Regional Varieties of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Produced under Low Input Conditions», Actas Portuguesas de Horticultura 17(2011):131-137.
- 32 Gouveia, C.S.S., Freitas, G., de Brito, J.H., Slaski, J.J. and de Carvalho, M. A. P. «Nutritional and Mineral Variability in 52 Accessions of Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) from Madeira Island», Agricultural Sciences 5(2014):317-329.
- 33 Guzmán-Maldonado, S. H., Acosta-Gallegos J. A. and Paredes-López, O. «Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)», Journal of Science of Food and Agriculture 80(2000):1874-1881.
- 34 Guzman, N.E. and Infante, J. A. G. «Antioxidant activity in Cotyledon of Black and Yellow Common beans (*Phaseolus Vulgaris* L.)», Research Journal of Biological Sciences 2(1) (2007):112-117.
- 35 Kelly, J. D., Gepts, P., Miklas, P. N., and Coyne, D. P. «Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea», Field Crop Res. 82(2003):135-154.
- 36 Khaidizar Maya Izar, Kamil Haliloglu, Erdal Elkoca et al. «Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Landraces Grown In Northeast Anatolia of Turkey Assessed With Simple Sequence Repeat Markers», Turkish Journal of Field Crops 17(2) 2012:145-150.
- 37 Kwak, M., O. Toro, D.G. Debouck and P. Gepts «Multiple origins of the determinate growth habit in domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris*)», Annals Botany 110(2012): 1573-1580.
- 38 Lacanallo G. F., Gonçalves-Vidigal M. C. «Mapping of an andean gene for anthracnose resistance (Co-13) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Jalo Listras Pretas landrace», AJCS 9(5)(2015):394-400.
- 39 Makowski N., Körnerleguminosen (Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann, 2000), 856.
- 40 Miklas P. N, Kelly J. D, Beebe S. E, Blair M. W. «Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding», Euphytica 147(2006):105-131.
- 41 Nouet, C., Motte, P. and Hanikenne, M. «Chloroplastic and mitochondrial metal homeostasis», Trends in Plant Science 16(2001):395–404.
- 42 Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки., Viviana Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. Juan Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки. «Inorganic Nutritional Composition of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) «Genotypes Race Chile», Chilean J. Agric. Res. 69(2009):486-495 accessed December 2009, doi.org/10.4067/S0718-58392009000400002.
- 43 Popov, V.P. and O.L. Martynov «Morphological and biological peculiarities of few cultivars for common bean in the South of Moscow Region», Proc. Russian Acad. Agric. Sci. 4(2001):21-23.
- 44 Rafi, M. M. and Vastano, B. C. «Novel polyphenol molecule isolated from licorice root (*Glycyrrhiza glabra*) induces apoptosis, G2/M cell cycle arrest, and Bcl-2 phosphorylation in tumor cell lines», Journal of Agriculture and Food Chemistry 50(2002):677-684.
- 45 Shekari, F., A., Javanmard and M. Hassanzadeh «Response of two red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to controlled water deficit stress during post-flowering growth stage, Agric. Forestry 60(2014): 245-257.
- 46 Singh, S.P. «Broadening the Genetic Base of Common Bean Cultivars: A Review», Crop Science 41(2001):1659-1675.
- 47 Statistical Indicators. – Edited by A.A. Smaylov.–Astana, 2012. – № 2. – 72 p.
- 48 Šustar-Vozlič, J., Maras, M., Javornik, B and Meglič, V. «Genetic Diversity and Origin of Slovene Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm as Revealed by AFLP Markers and Phaseolin Analysis», American society of Horticultural Science 131(2) 2006:242 – 249.
- 49 Welch, R. M. and Graham R. D. «A new paradigm for world agriculture: productive, sustainable, nutritious, healthful food systems», Food and Nutrition Bulletin 21(2000):361-366.
- 50 Welch, R. M. and Graham, R. D. «Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective». Journal of Experimental Botany, 55(2004):353-364.
- 51 Wortmann, C. S., Brink, M. and Belay, G. «*Phaseolus vulgaris* L. (common bean)», in PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale) ed. Wageningen (Netherlands, 2006):297.
- 52 Zhang, X., Blair M.W and Wang S. «Genetic diversity of Chinese common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces assessed with simple sequence repeat markers», Theor. Applied Genet. 117(2008): 629-640.
- 53 Zhumabayeva B. A., Aytasheva Z.G., Dauletbaeva S.B., Lebedeva L.P. Activities of protein components in bean seeds of Kazakhstan, Russian and other accessions, Buletin Kaznu, Ser. Biology 1(2016): 58-66.
- 54 Yruela, I. «Transition metals in plant photosynthesis», Metallomics 5(2013):1090–1109.

**Алинов М.<sup>1</sup>, Скакова А.А.<sup>2</sup>, Тастанбек К.Т.<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup>НИИ проблем экологии, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: amxeconom@mail.ru

## **ФАКТОРЫ СИНЕРГИИ ЭКОЛОГИИ ОТ ЭКСПО-2017**

В обзорной статье рассмотрены результаты и синергетический эффект для сферы экологии Казахстана прошедшей международной выставки ЭКСПО-2017 «Энергия будущего». Значимость и международный масштаб ЭКСПО подтверждают участие 115 стран и более 20 международных организаций и демонстрация 193 передовых технологий со всего мира. Большинство проектов, посвященных технологиям зеленой энергетики, так или иначе были причастны к факторам экологического влияния выбросов традиционной углеводородной энергетики. Для получения лучшего эффекта результаты анализа структурированы по семи факторам, оказывающим влияние на экологию: глобальный и международный; экологии и экологической безопасности; энергии будущего; инновационных технологий; инвестиции и бизнеса; развития экологии регионов; науки и образования. Обобщенные факторы зарубежной практики в разрешении современных проблем экологии, по мнению авторов, дадут новый импульс в научных и технических исследованиях в Казахстане. Прежде всего, важны представленные на ЭКСПО зарубежные проекты, связанные со снижением парниковых газов в результате замещения углеводородной энергетики возобновляемыми источниками энергии и энергоэффективными технологиями в широких отраслях производства и экономики. Среди лучших практик можно назвать инновационные технологии по зеленой энергетике, новых материалов, органического сельского хозяйства, переработки и рециклинга отходов, очистке природных ресурсов. По завершению ЭКСПО специальной экспертной комиссией были отобраны 170 проектов различных стран, которые будут в дальнейшем применены на практике в различных секторах производства и бизнеса, а также в сфере науки и образования.

**Ключевые слова:** ЭКСПО-2017, экология, синергия, энергия будущего, зеленые технологии, наука и образование.

Alinov M.<sup>1</sup>, Skakova A.A.<sup>2</sup>, Tastambek K.T.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Scientific-Research Institute of Ecology, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: amxeconom@mail.ru

## **Factors of ecology synergy from EXPO-2017**

In the review article, the results and synergistic effect for the sphere of ecology of Kazakhstan of the last international exhibition EXPO-2017 «Energy of the future» are considered. The significance and international scope of EXPO are confirmed by the participation of 115 countries and more than 20 international organizations and demonstration of 193 advanced technologies from around the world. Most of the projects devoted to green energy technologies, one way or another were involved in the environmental impact of emissions of traditional hydrocarbon energy. To obtain a better effect, the analysis results are structured according to seven factors influencing the environment: global and international; ecology and ecological safety; the energy of the future; innovative technologies; investment and business; development of ecology of regions; science and education. The generalized factors of foreign practice in solving modern environmental problems, according to the authors, will give new impetus to scientific and technical research in Kazakhstan. First of all, important are the foreign projects presented at the EXPO related to the reduction of greenhouse gases as a result of replacing hydrocarbon energy with renewable energy sources and energy efficient technologies in a wide range of industries

and economies. Among the best practices are innovative technologies for green energy, new materials, organic agriculture, waste recycling and recycling, and the purification of natural resources. At the end of the EXPO, 170 projects of various countries were selected by a special expert commission, which will be further applied in practice in various sectors of production and business, as well as in science and education. Keywords. EXPO-2017, ecology, synergy, energy of the future, green technologies, science and education

**Key words:** EXPO-2017, ecology, synergy, energy of the future, green technologies, science and education.

Алинов М.<sup>1</sup>, Скакова А.А.<sup>2</sup>, Тастанбек К.Т.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Экология мәселелері ФЗИ, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: amhexconom@mail.ru

### ЭКСПО-2017-нен экология синергиясының факторлары

Бұл мақалада ЭКСПО-2017 халықаралық көрмесінің «Болашақ энергиясы» Қазақстанның экология саласындағы нәтижелері және синергетикалық әсері қарастырылады. ЭКСПО-ның маңыздылығы мен халықаралық ауқымы әлемнің 115 елінің және 20-дан астам халықаралық үйімдардың қатысуымен және 193 озық технологияларының көрсетілуімен расталады. Жасыл энергетикалық технологияларға арналған жобалардың басым бөлігі, бір жағынан, дәстүрлі көмірсугегі энергиясының шығарындыларына қоршаған ортаға әсер етті. Жақсы нәтиже алу үшін талдау нәтижелері қоршаған ортаға әсер ететін жеті факторға сәйкес құрылымдалған: жаһандық, және халықаралық; экология және экологиялық қауіпсіздік; Болашақтың энергиясы; инновациялық технологиялар; инвестициялық және бизнес; өнірлер экологиясын дамыту; ғылым және білім. Авторлардың пікірінше, заманауи экологиялық проблемаларды шешудегі шетел тәжірибесінің жалпылама факторлары Қазақстанда ғылыми-техникалық зерттеулерге жаңа серпін береді. Ең алдымен, ЭКСПО-да ұсынылған шетелдік жобалар көмірсугекті энергияны жаңартылатын энергия көздерімен алмастыру және парниктік газдардың азауына байланысты көптеген салалар мен экономикалардағы энергия тиімді технологиялары болып табылады. Ең озық тәжірибелердің қатарында жасыл энергетикаға, жаңа материалдарға, органикалық ауыл шаруашылығына, қалдықтарды қайта өндеуге және қайта өндеуге, табиғи ресурстарды тазартуға арналған инновациялық технологиялар табылады. ЭКСПО аяғында әртүрлі елдердің 170 жобасы арнайы саралтама комиссиясы тарапынан іріктеліп алынды, ол өндірістің және бизнестің түрлі салаларында, сондай-ақ ғылым мен білім беруде қолданылатын болады.

**Түйін сөздер:** EXPO-2017, экология, синергия, болашақтың энергиясы, жасыл технологиилар, ғылым және білім.

## Введение

Значимость прошедшей международной выставки ЭКСПО-2017 «Энергия будущего» для Казахстана определяется не только проектами, связанными с новыми источниками и технологиями энергетики, но и многими сферами, так или иначе технологически связанными с энергетикой. К числу таких сфер следует отнести экологию и охрану окружающей среды. Большинство проектов, экспонированных на выставке страны мира, не ограничивались энергетическими и технологическими эффектами, они рассматривали сопутствующие экологические факторы от традиционной углеводородной энергетики. Например, Международным агентством по возобновляемым источникам энергии (IRENA) был презентован доклад, где указываются следующие результаты исследований: рост доли в мире возобновляемой энергетики в два раза обеспечит

ежегодное снижение выбросов CO<sub>2</sub> в объеме 8,4 гигатонн до 2030 года (IRENA 2016).

*Глобальный и международный фактор.* Глобальный характер экологической и энергетической безопасности признан Стратегией Казахстан-2050 в числе десяти мировых вызовов XXI века (Назарбаев Н.А. 2013). Известно также, что программа Партнёрства «Зелёный Мост», инициатором которой является Казахстан, единственная глобальная экологическая инициатива, которая вошла в итоговые документы «Рио+20» (Есекиной Б.К., 2010). Также глобальная угроза климату планеты признана Конвенцией Парижского Саммита по климату 2015 года, обратившая внимание на необходимость эффективного и своевременного реагирования на срочную угрозу изменения климата на основе наилучших имеющихся научных знаний (Есекиной Б.К., 2016). Именно на этих постулятах построено большинство проектов и науч-

ных исследований, представленных на ЭКСПО из различных стран.

О заинтересованном участии и продвижении современных экологических парадигм свидетельствует присутствие на ЭКСПО более 20 авторитетных международных институтов, среди них Программа развития ООН (ПРООН), Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Устойчивая энергетика для всех (SE4ALL), Энергетическая хартия и др.

По мнению Президента РК Н.А. Назарбаева, «Казахстан упрочил свой имидж в качестве динамично развивающегося государства в евразийском регионе. Феномен EXPO способствовал продуктивному и интенсивному взаимодействию науки, бизнеса и общества. Благотворно сказался на развитии взаимопонимания и доверия между странами и народами. Энергия будущего – это одна из глобальных насущных тем современности, волнующая всё человечество. Выставка стала символическим мостом для передовых идей и технологий в этой сфере». В ЭКСПО приняли участие 115 стран и более 20 международных организаций» (<http://24.kz/ru/news/top-news/item/195775-president-rk-prinaluchastie-v-tseremonii-zakrytiya-expo-2017>).

*Фактор экологии и экологической безопасности.* Науке известно, что с начала промышленной революции концентрация диоксида углеродного газа (CO<sub>2</sub>) на поверхности планеты увеличилась втрое. При этом, выбросы промышленности составляют 40 % от общего объема мировых выбросов CO<sub>2</sub>, что является значительным фактором, способствующим изменению климата и глобальному потеплению (IRENA 2015c). В последние десятилетия всемирные выставки ЭКСПО стали переключаться с технологических вопросов на проблемы экологии и взаимодействия человека с природой: «Экспо-1998» в Лиссабоне с тематикой «Океаны – наследство будущего», «Экспо-2000» в Ганновере – «Человек, природа, технологии», «Экспо-2005» в Нагое – «Мудрость природы», «Экспо-2008» в Сарагосе – «Вода и сбалансированное развитие», «Экспо-2010» в Шанхае – «Лучший город – лучшая жизнь».

Тема «Энергия будущего» дала возможность раскрыть богатейший потенциал для инноваций и продемонстрировать миру беспрецедентный до этого объем научных экологических разработок. Это коснулось и энергетических изобретений, и

так называемых «зеленых» товаров, которыми будут пользоваться люди в предстоящем времени. Это товары и услуги, способствующие улучшению окружающей среды, плодородию земель, энергоэффективности, ресурсосбережению, использованию отходов, улучшению здоровья и работоспособности, очищению организма. Внедрение возобновляемой энергии в соответствии с дорожной картой IRENA обеспечит ежегодное снижение выбросов CO<sub>2</sub> в объеме 8,4 гигатонн до 2030 года (IRENA 2016).

Многие страны, участники ЭКСПО принимают дополнительные добровольные обязательства по снижению выбросов парниковых газов, увеличению использования возобновляемых источников энергии или даже отказу от углеводородного топлива (Швеция, Исландия). Например, США поставили задачу к 2035 году 80% производимой в стране электроэнергии получать экологически чистым путём. Великобритания приняла обязательства по сокращению выбросов парниковых газов (ПГ) на 34% к 2020 г. и на 80% к 2050 г. Ряд стран мира приняли добровольные экологические обязательства снижения климатических загрязнений и развития зелёных отраслей до 2020-2050 гг. – США, Великобритания, Китай, Норвегия, Южная Корея, Австралия и др. (МЭА, 2015 год). Кроме того, некоторые страны приняли решение постепенно отказаться от ядерной и углеводородной энергетики. Швеция до 2020 г. собирается стать первым в мире государством, отказавшимся от углеводородного топлива. Все эти новейшие тренды и практики, демонстрированные на площадке ЭКСПО, стали не только ориентиром для развития Казахстана, но и конкретными проектами для практического применения. Так, РГП «Казгидромед» принял решение применять автоматические датчики качества атмосферного воздуха, которые презентовала на ЭКСПО финская компания Vaisala Group, осуществляющая измерения концентраций в автоматическом режиме шести загрязняющих веществ: диоксидов азота и серы, оксид углерода, озон, специфичных взвешенных частиц.

На площадке ЭКСПО исследователи, эксперты и менеджеры мировых энергетических компаний обсуждали весь спектр проблем, связанных с изменением климата, глобальной экологии в связи трансформацией структуры энергетики будущего, в том числе прогрессу в достижении целей Парижского соглашения; изучению и оценка воздействия глобальных экологических изменений и их влияния на ресурсы и средства к существованию людей в Центральной Азии.

Фактор энергии будущего. Согласно анализу международного энергетического агентства (МЭА), по мере роста населения, повышения уровня жизни и роста потребления ожидается увеличение общего спроса на энергию на 21% к 2030 году. При этом возобновляемые источники энергии и энергоэффективность вместе должны будут обеспечить три четверти сокращений выбросов, необходимых для достижения глобальных целевых показателей в области климата к 2050 году (МЭА, 2015 год). По тематике и приоритетам «Экспо – 2017» для Казахстана стал катализатором перехода к «зеленой» и энергоэффективной экономике. При этом энергоэффективность – это значит меньшие траты на коммунальные услуги; для страны – экономия ресурсов, прежде всего экспортного сырья, и высокая производительность промышленности; для экологии – ограничение выбросов в атмосферу парниковых газов; для энергокомпаний – снижение затрат на топливо и на дорогостоящее строительство. «Зеленые» технологии для населения – светодиодное освещение, пиролизные печи, солнечные коллектора и панели, «ветряки» 5-10 кВт/ч, автоматизированные тепловые пункты, датчики движения, капельное орошение, солнечные биовегитарии и т.д.

По статистике, энергоемкость экономики Казахстана превышает среднемировые показатели в 2,3 раза (Есекиной Б.К., 2010).

На ЭКСПО Международным агентством по возобновляемым источникам энергии (IRENA) представлены стратегические траектории мирового развития возобновляемых источников энергий (ВИЭ): более 170 стран уже обозначили целевые показатели в области ВИЭ, прогнозируется к 2030 году удвоить долю ВИЭ и довести до 36%. При этом, автономные и экологичные миниэнергосистемы на базе возобновляемых источников уже снабжают электричеством порядка 90 млн. человек (Bloomberg New Energy Finance, 2016).

Огромный интерес вызвал уникальный проект крупнейшей в мире солнечной электростанции в Дубае (ОАЭ), мощностью 700 мегаватт (IRENA (2016a forthcoming)). Здесь настолько динамично развивается «чистая» энергетика, что 2050 году их доля составит 75% в электрогенерации. Большой интерес представлял китайский павильон. Китай, занимая второе место в мире по выбросам CO<sub>2</sub>, сегодня доминирует по темпам и объему строительства солнечных и ветровых установок (Bert Scholtens 2017: 500-505,

Mohammad Hossein Jarrahi 2017: 469-483, Justin Donhauser 2016: 67-76).

Казахстан имеет огромный потенциал возобновляемых источников энергии (около 1 триллиона кВт/ч). Потенциал солнечной энергетики – 2,5 миллиарда киловатт часов в год. Потенциал малых ГЭС – 8,0 млрд. кВт/ч, геотермальных тепловых водных ресурсов Казахстана при использовании тепловых насосов составляет 4300 МВт. Велики запасы природного газа (3,7 трлн. м<sup>3</sup>), шахтного метана (не менее 0,7 трлн куб м). Исходя из этого, Казахстан имеет Стратегию – достичь долю возобновляемых источников энергии в размере 30% в 2030 году и 50% в 2050 году, снизить энергоемкость ВВП к вдвое к 2050 г. В результате проведения выставки «Энергия будущего» Казахстану удалось сделать многое – исследовать стратегии, программы и технологии, направленные на развитие устойчивых источников энергии других стран, стимулировать использование возобновляемых источников энергии и показать посетителям необходимость их активного участия в освоении энергосберегающих и энергоэффективных технологий, участвовать в программах ресурсосбережения и т.д (W.B. Sherwin 2017: 948-963, Hanna L. Breet 2017: 392-395).

Например, экологически чистое производство дешёвого кремния из каменного угля вместо древесного, выпуск сверхчистых металлов для солнечной энергетики, «зелёная» и микроволновая химия, продукция для электроники из бериллия. Республика обладает солидным потенциалом для создания эффективной солнечной энергетики на основе кремниевых, теллуридо-сульфидо-кадмийевых, арсенид-галлиевых и перспективных германиевых разработок (Nico Eisenhauer 2017: 1-7, J.N. Popp 2017: 84-93).

Фактор инновационных технологий. «Для нас ЭКСПО должен стать мегапроектом, выгоду от которого получит каждый регион. Это даст мощный импульс инновационному развитию страны. Все, что будет построено в Астане для ЭКСПО 2017, станет лабораторией, научным парком, для внедрения новых технологий по всему Казахстану. ЭКСПО-2017 представляет собой огромный шанс сделать поворот в сторону не только «зеленой экономики», но и третьей индустриальной революции» (<http://24.kz/ru/news-expo-2017>).

Для внедрения ведущих зарубежных технологий на ЭКСПО в экономику страны отобрано 105 технологий таких стран, как Австрия, Германия, Нидерланды, Россия, Финляндия и дру-

гие. Они разделены по четырем направлениям: нефть и газ – 27 технологий; угольная и атомная промышленность – 5 технологий; электроэнергетика, энергосбережение и ВИЭ – 44 технологий; экология, в том числе управление отходами, водоочистка, контроль над качеством воздуха – 29 технологий. Из 105 технологий в детальной проработке находятся 42 у 9 отечественных компаний, 14-ю технологиями занимаются 2 университета и 12-ю проектами уже занимаются 2 акимата.

На территории выставки ЭКСПО уже открылся уголок Кремневой долины, который основан на основе договоров сотрудничества казахстанского холдинга «Зерде» и компаний Cisco, SAP, ORACLE. Основная задача проекта заключается в демонстрации решения партнеров по цифровизации экономики Казахстана, а также зарубежных практик ([inform.kz](http://www.inform.kz) <http://www.inform.kz/ru/-kremnievoy-doliny>).

Среди технологий, которые были приняты в Казахстане после проектов ЭКСПО, можно назвать «зеленые» автомобили. Несколько стран, в том числе США, Германия, Китай, демонстрировали автомобили с электродвигателями как будущие модели. Во Франции уже к 2040 году планируют запретить бензиновые и дизельные автомобили. Уже выпущена первая модель компании «Азия Авто» в Усть-Каменогорске совместно южнокорейским КИА. В рамках пилотного проекта по организации инфраструктуры для электротранспорта в Алматы и Астане до конца года будут установлены 100 быстразарядных ЭЗС (Tendai Chitewere 2017: 117-123, Diana M. Proctor 2017: 421-432).

Исходя из благоприятных природно-климатических условий Казахстана, большой интерес проявлен к технологиям органического сельского хозяйства. В нашей стране площадь сельскохозяйственных земель, на которых используются минеральные удобрения, составляет только 1,5-4 % от общей площади. Для сравнения – Швейцария, которая считается самой экологически чистой страной в Европе, может сертифицировать по органике только около 10% своей территории. Другой востребованной «зеленой» технологией стала биоэнергетика (IRENA 2014 с). Продемонстрированная в павильоне Таиланда технология показала несомненные преимущества использования сельскохозяйственных отходов и остатков для возобновляемых источников энергии с добавленной стоимостью, что не только способствует реализации энергетической стратегии, но также поможет нашим местным фермерам.

Так, для железнодорожных компаний могут представить интерес экологичные энергогенерирующие шпалы, представленные итальянскими технологами. Инновационный и экологичный вид железнодорожной шпалы из бетона и переработанного пластика производит чистую электроэнергию с помощью интегрированных электрических модулей (Margaret J. Grose 2014: 69-78, Patrick Bigger 2017: 13-22).

**Фактор инвестиций и бизнеса.** Проведение ЭКСПО – свидетельство приверженности Республики к переходу на экологически чистые технологии – это неоспоримый вывод. Исходя из этого стало очевидным, что вектор инвестиционных потоков отныне направлен именно на эти технологии. Например, стало известно, что Европейский банк реконструкции и развития выделит до 250 млн. долларов на проекты в области возобновляемых источников энергетики в Казахстане. По заявлению Министерства энергетики Республики к развитию ВИЭ в Казахстане будут привлекаться крупнейшие компании мира – «Аква Пауэр», «Шелл», «Эни-Аджип», «Дженерал Электрик», а также компании Китая. Например, на ЭКСПО итальянские энергетики презентовали казахстанским инвесторам проекты, позволяющие превращать мусор в энергию и тем самым улучшать экологию, а также экономить на счетах на электричество. Всего итальянские ученые представили более 10 инвестиционных проектов для дальнейшего применения в Казахстане. Каждый из запатентованных проектов уникален только своей технологической составляющей, но и экологической ориентированностью, среди них такие как: технология переработки и использования биомассы из выбросов; бесплатное сгорание кислорода вырабатывает недорогую электроэнергию на низкосортном топливе и т.д. Кроме того, итальянской компанией Bionet srl подписан меморандум об инвестировании 45 млн. евро в производство биоэнергии из пластика в Казахстане (Krithika Srinivasan 2016: 125-128, Mark Sagoff 2017: 64-69).

За три месяца выставки неоднократно высказывались мнения от представителей бизнеса: «Может, мы не в то деньги вкладываем? Нефть не стабильна, строительный рынок еще более не стабилен, может, пора технологиями заняться?». По заключению организаторов выставки, даже, если десяток хотя бы средних технологических компаний под впечатлением от ЭКСПО будут созданы в РК, то это будет самый большой успех.

Привлечение в Казахстан «зеленого» финансирования планируется за счет средств Зеленого

климатического фонда ООН. Кроме того, стало ясным, как решать задачи трансформации энергетического сектора, перехода к «зеленому» бизнесу, трансферту и адаптации зеленых технологий и лучших практик. Развитие зеленых финансовых будет возможно за счет создаваемого на базе EXPO-2017 Международного центра «Зеленых технологий».

Например, известная в Казахстане компания ЕврАзияГрупп (ERG) после выставки выразила желание построить газовую электростанцию в Южно-Казахстанской области. При этом инвесторы исходят из того, что на юге республики сосредоточены большие запасы природного газа, также газовая энергия является экологической чистой и относительно недорогой. Компании United Green и «Байконур Солар» подписали Мандатное письмо с Европейским банком реконструкции и развития по строительству солнечной электростанции в Кызылординской области мощностью 50 МВт. Помимо этого, подписано Соглашение о финансировании проекта «Строительство ветровой электростанции «Астана ЭКСПО-2017», мощностью 100 МВт в Акмолинской области между ТОО «ЦАТЭК Green Energy», Банком развития Казахстана и АО «БРК-Лизинг». Таким образом, подписаны соглашения в среднем на 700 МВт возобновляемых мощностей.

*Фактор развития экологии регионов.* Из 105 технологий, отобранных на ЭКСПО, 12-ю проектами уже занимаются регионы. Например, в Астане будут применены 16 «зеленых» технологий, в частности, будет построен бизнес-центр по стандартам зеленого строительства международной системы LEED и инновационным технологиям, демонстрированным на ЭКСПО. В здании будут использованы технологии зеленой кровли, удерживающей тепло, системы водосбережения с экономией воды до 92%. Кроме того, будут установлены солнечные батареи и зарядные станции для электромобилей. Все эти технологии помогут инвесторам сэкономить расход энергии на 24% в год, что экономит 700 тыс. долларов ежегодно ([www.inform.kz/ru/-ekspo-2017-primenyat-v-astane](http://www.inform.kz/ru/-ekspo-2017-primenyat-v-astane)).

Для регионов Казахстана большой интерес представил проект региона Апулия, лидера Италии по возобновляемым источникам энергии, где ВИЭ вырабатывают 25% всей энергии. Кроме того, регион производит два раза больше энергии, чем потребляет. В регионе запатентованы более 10 проектов, которые могут представлять заинтересованность в Казахстане, такие как: тех-

нология переработки повторного использования биомассы из отходов; беспламенное сжигание кислорода низкосортного топлива. Для массового применения в городах и населенных пунктах может быть заимствован существующий проект модульной системы генерации и дистрибуции солнечной энергии SolarKiosk AG (Германия). Киоск на солнечных батареях может быть развернут в любом сете города и быть центром электроэнергии, интернета, спутниковой связи. Определенный интерес вызывает проект автономной микросети для высокогорных районов, представленный компанией Индии. Научный проект призван обеспечить жителей высокогорных поселений чистой и возобновляемой энергией солнца. Обобщающим фактором можно считать расчеты казахстанских экспертов, которые показывают, что до 2050 года преобразование в рамках зеленой экономики позволит увеличить ВВП Казахстана на 3% и создать более 500 тыс. новых рабочих мест (Joseph Clark 2017: 321-323, Stephanie Pincetl 2017: 381-391).

*Фактор науки и образования.* «Для нас ЭКСПО должен стать мегапроектом, выгоду от которого получит каждый регион. Это даст мощный импульс инновационному развитию страны. Все, что будет построено в Астане для ЭКСПО 2017, станет лабораторией, научным парком, для внедрения новых технологий по всему Казахстану» (Н.А. Назарбаев).

В рамках ЭКСПО проведен масштабный научный форум – Всемирный конгресс инженеров и ученых, на котором участвовали более 1000 делегатов из 50 стран мира, из них 300 зарубежных ученых. В числе докладчиков Лауреаты Нобелевских премий и Международной премии «Глобальная энергия», ведущие ученые и известные эксперты, ректоры университетов, руководители крупных энергетических компаний мира. Значение этого глобального форума трудно переоценить, поскольку мы, казахстанские ученые, увидели и узнали о главных приоритетах мирового развития в сфере зеленой энергетики и зеленых технологий, по каким форсайтным и критическим технологиям сегодня ведутся исследования учеными разных стран. Одним из знаменательных сторон конгресса был экологический тренд новейших энергетических технологий. Так или иначе, поиски безуглеродной энергетики в полной мере соответствуют целям снижения антропогенных выбросов в окружающую среду и снижения тем самым экологической нагрузки. В данном контексте вызывают интерес следующие исследования ученых-экологов разных стран:

исследование механизмов сокращения выбросов парниковых газов из Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова Сафонова Г. (Россия); научные труды профессора Калифорнийского университета в Сан-Диего Джон Маккартни (США); Сенатора по вопросам окружающей среды и городского развития, сопредседателя Партии зеленых Ральфа Фюкса (Германия), а также казахстанские исследования «Численное моделирование разлива нефти в Каспийском море», «Экологическая и продовольственная безопасность РК», «Влияние энергии землетрясений на биологические объекты сейсмически уязвимого региона Казахстана» и др. (Энергия будущего: Астана, Казахстан. 2017).

Министерством образования и науки РК были проанализированы идеи и проекты, представленные на ЭКСПО: выставку посетили представители 55 университетов со всего мира, проведено более 100 встреч и переговоров с представителями стран-участниц, подписаны девять меморандумов о сотрудничестве (<https://www.zakon.kz/4878778-sagadiev-rasskazal-ob-ideyah-i-proektah.html>). К примеру, КазНУ им. аль-Фараби договорился о проведении совместных научных исследований по разработке новых технологий по ВИЭ с университетом Латвии по исследованию новых перспективных материалов с партнерами из Венгрии, Чехии, Польши по трансферту технологии в области генерации электрической энергии, а также с представителями Франции, США – о сотрудничестве в сфере разработок по применению установок на основе термоэлектрических материалов.

Карагандинским государственным индустриальным университетом совместно с германскими учеными в вузе создана группа, исследующая возможности применения энергосберегающего отопительного оборудования и «интеллектуальных» сетей электроснабжения.

Костанайским государственным педагогическим институтом Еркин Абиль из 105 энергоэффективных технологий EXPO 2017 10 проектов планируется внедрить в экономику области. В частности, университет сотрудничает с украинскими энергетиками в проекте по использованию солнечных батарей в виде жалюзи.

Изучены выставочные экспозиции всех стран, являющихся лидерами мировой научной деятельности в области возобновляемой энергии: ветровой, солнечной, геотермальной, гидроэнергетики, биоэнергетики и ядерной энергетики. Идеи, проекты, представляющие интерес для РК, разделены на три группы. Первое – научные идеи и коммерчески доступные инновации. Второе – технологии внедрения. Третье – образовательные методики, технологии».

Кроме того, в рамках послевыставочного использования материалов ЭКСПО-2017 в образовательном процессе учебных заведений предусматривается создание единого цифрового образовательного ресурса по научным материалам ЭКСПО по всем павильонам, контент которого будет размещен на доступных образовательных платформах в каждой школе. В него будут включены образовательные ресурсы как сельских, так и городских школ РК. Также планируется запустить национальный проект среди школ РК, называется Ecological Footprint (Экологический след). В рамках данного проекта предусматривается проведение олимпиады среди школ по определению влияния на экологию каждой конкретной школы.

## Заключение

Сформированная в результате анализа группа факторов, которые могут оказать благоприятное воздействие на экологическую сферу Казахстана. Лучшие зарубежные технологии могут быть инвестированы в те производства, где важно энергосбережение и энергоэффективность с одновременным снижением выбросов углеводородной энергетики. Энергоэффективные технологии на основе возобновляемых источников энергии могут быть рекомендованы регионам Казахстана для последующего замещения существующей угольной энергетики. Наконец, большинство инновационных проектов и результатов исследований, продемонстрированных зарубежными участниками ЭКСПО, могут быть рекомендованы для развития и применения в сферах науки и образования.

## Литература

- 1 Источник: <http://24.kz/ru/news/top-news/item/195775-prezident-rk-prinyal-uchastie-v-tseremonii-zakrytiya-expo-2017>.
- 2 Bloomberg New Energy Finance and Lighting Global 2016, Off-grid Solar Market Trends Report 2016, Вашингтон, округ Колумбия.
- 3 Перспективы развития мировой энергетики на 2015 год, МЭА, Париж, Франция.

- 4 Возможности использования и внедрения механизмов «зеленого роста» в систему стратегического планирования РК / под. ред. Б.К.Есекиной. – Алматы, 2010 – 64 с. ISBN 978-601-278-243-1.
- 5 Источник: <http://24.kz/ru/news/top-news/item/195775-prezident-rk-prinyal-uchastie-v-tseremonii-zakrytiya-expo-2017>
- 6 inform.kz [http://www.inform.kz/ru/chto-predstavlyayet-astaninskiy-ugolok-kremnievoy-doliny\\_a3038579](http://www.inform.kz/ru/chto-predstavlyayet-astaninskiy-ugolok-kremnievoy-doliny_a3038579)
- 7 inform.kz [http://www.inform.kz/ru/16-zelenyh-proektov-ekspo-2017-primenyat-v-astane\\_a3067457](http://www.inform.kz/ru/16-zelenyh-proektov-ekspo-2017-primenyat-v-astane_a3067457)
- 8 Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации: материалы Всемирного Конгресса инженеров и ученых 19-20 июня, Астана, Казахстан. 2017 – Т.1. – 380 с. ISBN 978-601-06-4271-3.
- 9 Парижское климатическое соглашение: особенности и преспективы для Республики Казахстан/под ред. проф. Есекиной Б.К. – Астана, 2016. – 26 с.
- 10 IRENA.Second Volume of Remap 2030: Roadmap, a Renewable Energy, Abu Dhabi, UAE. 2016.
- 11 IRENA (2016a forthcoming), Second Volume of Remap 2030: a Renewable Energy Roadmap, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, UAE.
- 12 Global Bioenergy Supply and Demand Projections. A Working Paper for Remap 2030, Abu Dhabi, UAE. 2014.
- 13 Rethinking Energy: Renewable Energy and Climate Change, IRENA 2015, Abu Dhabi, UAE.
- 14 Назарбаев Н.А. Стратегия «Казахстан-2050»: Новый политический курс состоявшегося государства. Астана. 2013.).
- 15 Парижское климатическое соглашение: особенности и преспективы для Республики Казахстан/под ред. проф. Есекиной Б.К. – Астана, 2016. – 26 с.)
- 16 Bert Scholtens. Why Finance Should Care about Ecology. Trends in Ecology & Evolution, Volume 32, Issue 7, July 2017, Pages 500-505
- 17 Mohammad Hossein Jarrahi, Sarah Beth Nelson, Leslie Thomson. Personal artifact ecologies in the context of mobile knowledge workers. Computers in Human Behavior, Volume 75, October 2017, Pages 469-483
- 18 Justin Donhauser. Theoretical ecology as etiological from the start. Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, Volume 60, December 2016, Pages 67-76
- 19 W.B. Sherwin, A. Chao, L. Jost, P.E. Smouse. Information Theory Broadens the Spectrum of Molecular Ecology and Evolution. Trends in Ecology & Evolution, Volume 32, Issue 12, December 2017, Pages 948-963
- 20 Hanna L. Breet. Political-industrial ecology: Integrative, complementary, and critical approaches. Geoforum, Volume 85, October 2017, Pages 392-395
- 21 Nico Eisenhauer, Pedro M. Antunes, Alison E. Bennett. Priorities for research in soil ecology. Pedobiologia, Volume 63, July 2017, Pages 1-7
- 22 J.N. Popp, S.P. Boyle. Railway ecology: Underrepresented in science? Basic and Applied Ecology, Volume 19, March 2017, Pages 84-93
- 23 Tendai Chitewere, Janet K. Shim, Judith C. Barker, Irene H. Yen. How Neighborhoods Influence Health: Lessons to be learned from the application of political ecology. Health & Place, Volume 45, May 2017, Pages 117-123
- 24 Diana M. Proctor, David A. Relman. The Landscape Ecology and Microbiota of the Human Nose, Mouth, and Throat. Cell Host & Microbe, Volume 21, Issue 4, 12 April 2017, Pages 421-432
- 25 Margaret J. Grose. Gaps and futures in working between ecology and design for constructed ecologies. Landscape and Urban Planning, Volume 132, December 2014, Pages 69-78
- 26 Patrick Bigger, Benjamin D. Neimark. Weaponizing nature: The geopolitical ecology of the US Navy's biofuel program. Political Geography, Volume 60, September 2017, Pages 13-22
- 27 Krithika Srinivasan, Rajesh Kasturirangan. Political ecology, development, and human exceptionalism. Geoforum, Volume 75, October 2016, Pages 125-128
- 28 Mark Sagoff. Theoretical ecology has never been etiological: A reply to Donhauser. Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, Volume 63, June 2017, Pages 64-69
- 29 Joseph Clark, Samuel Stroope. Intergenerational social mobility and religious ecology: Disaggregating the conservative Protestant bloc. Social Science Research, In press, corrected proof, Available online 31 October 2017
- 30 Stephanie Pincetl, Joshua P. Newell. Why data for a political-industrial ecology of cities? Geoforum, Volume 85, October 2017, Pages 381-391

## References

- 1 «24.kz», 2017. <http://24.kz/ru/news/top-news/item/195775-prezident-rk-prinyal-uchastie-v-tseremonii-zakrytiya-expo-2017>.
- 2 Bloomberg New Energy Finance and Lighting Global report on solar energy market trends in 2016, (Washington, DC 2016).
- 3 Prospects for the development of world energy for 2015, (IEA, Paris, France, 2015).
- 4 Esekina B.K. «Opportunities for using and introducing mechanisms of «green growth» in the system of strategic planning of the RK» // – Almaty, ISBN 978-601-278-243-1 (2010).
- 5 «24.kz», 2017. <http://24.kz/ru/news/top-news/item/195775-prezident-rk-prinyal-uchastie-v-tseremonii-zakrytiya-expo-2017>
- 6 «Inform.kz», 2016. [http://www.inform.kz/en/chto-predstavlyayet-astaninskiy-ugolok-kremnievoy-doliny\\_a3038579](http://www.inform.kz/en/chto-predstavlyayet-astaninskiy-ugolok-kremnievoy-doliny_a3038579)
- 7 «inform.kz», 2017. [http://www.inform.kz/en/16-zelenyh-proektov-ekspo-2017-primenyat-v-astane\\_a3067457](http://www.inform.kz/en/16-zelenyh-proektov-ekspo-2017-primenyat-v-astane_a3067457)
- 8 Energy of the future: innovative scenarios and methods for their implementation: materials of the World Congress of Engineers and Scientists ISBN 978-601-06-4271-3. (2017): 380. (Astana)

- 9 Yekekina B.K. Paris Climate Regime: Features and Prospects for the Republic of Kazakhstan / Astana (2016), 26.
- 10 IRENA. The second volume of Remap 2030: road map, renewable energy, UAE. (2016): 167 (Abu Dhabi)
- 11 IRENA (2016a forthcoming), Second Volume of Remap 2030: a Renewable Energy Roadmap, International Renewable Energy Agency, UAE (2016): 192-197 (Abu Dhabi)
- 12 Global Bioenergy Supply and Demand Projections. A Working Paper for Remap 2030, UAE. (2014): 211-217 (Abu Dhabi)
- 13 Rethinking Energy: Renewable Energy and Climate Change, IRENA 2015, Abu Dhabi, UAE.
- 14 Nazarbayev NA Strategy «Kazakhstan-2050» The new political course of the state.» (2013): 217 (Astana)
- 15 Yekekina B.K «Paris Climate Agreement: Features and Perspectives for the Republic of Kazakhstan» (Kazakhstan, Astana, November 3–5, 2016)
- 16 Bert Scholtens. «Why Finance Should Care about Ecology.» Trends in Ecology & Evolution (2017): 500-505
- 17 Mohammad Hossein Jarrahi, Sarah Beth Nelson, Leslie Thomson. «Personal artifact ecologies in the context of mobile knowledge workers.» Computers in Human Behavior. (2017): 469-483
- 18 Justin Donhauser. Theoretical ecology as etiological from the start. Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, (2016): 67-76
- 19 W.B. Sherwin, A. Chao, L. Jost, P.E. Smouse. Information Theory Broadens the Spectrum of Molecular Ecology and Evolution. Trends in Ecology & Evolution, (2017): 948-963
- 20 Hanna L. Breet. Political-industrial ecology: Integrative, complementary, and critical approaches. Geoforum, (2017): 392-395
- 21 Nico Eisenhauer, Pedro M. Antunes, Alison E. Bennett. Priorities for research in soil ecology. Pedobiologia, (2017): 1-7
- 22 J.N. Popp, S.P. Boyle. «Railway ecology: Underrepresented in science? Basic and Applied Ecology.» (2017): 84-93
- 23 Tendai Chitewere, Janet K. Shim, Judith C. Barker, Irene H. Yen. «How Neighborhoods Influence Health: Lessons to be learned from the application of political ecology.» Health & Place, (2017): 117-123
- 24 Diana M. Proctor, David A. Relman. «The Landscape Ecology and Microbiota of the Human Nose, Mouth, and Throat.» Cell Host & Microbe, (2017): 421-432
- 25 Margaret J. Grose. «Gaps and futures in working between ecology and design for constructed ecologies.» Landscape and Urban Planning, (2014): 69-78
- 26 Patrick Bigger, Benjamin D. Neimark. «Weaponizing nature: The geopolitical ecology of the US Navy's biofuel program.» Political Geography, (2017): 13-22
- 27 Krithika Srinivasan, Rajesh Kasturirangan. «Political ecology, development, and human exceptionalism.» Geoforum, (2016): 125-128
- 28 Mark Sagoff. Theoretical ecology has never been etiological: A reply to Donhauser. Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, (2017): 64-69
- 29 Joseph Clark, Samuel Stroope. «Intergenerational social mobility and religious ecology: Disaggregating the conservative Protestant bloc.» Social Science Research, In press, corrected proof, (2017): 310-316
- 30 Stephanie Pincetl, Joshua P. Newell. «Why data for a political-industrial ecology of cities?» Geoforum, (2017): 381-391

МРНТИ 70.03.07

## **Инюшин В.М.**

доктор биологических наук, профессор кафедры биофизики и биомедицины  
Казахского национального университета имени аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, e-mail: inyishinv@gmail.com

## **ГИДРОПЛАЗМА – ЭКОСРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Главным принципам улучшения гидросферы, то есть водной экосреды, является принцип повышения уровня способности к самоочистке. Именно потеря биогенности или биологической ценности под влиянием природных и техногенных факторов является одним из главных причин возникновения многочисленных заболеваний населения часто с новой характеристикой патогенеза и с новыми ранее неизвестными заболеваниями. «Биогенизированная» вода с повышенным содержанием гидроплазмы даёт возможность реализовать биологический потенциал организма, повысить сопротивляемость организма воздействию неблагоприятных факторов. Гидроплазма способна «запоминать» различные волновые структуры, что делает эту среду средством воздействия на метаболизм. Гидроплазма открывает новые перспективы улучшения качества здоровья и экологической среды. Вода в целях защиты от бактерии хлорируется. Хлор относится к сильнейшим аллергенам. При кипячении такой воды образуются необратимые соединения – диоксины, которые по ядовитости могут конкурировать с цианистым калием. Диоксины обладают способностью накапливаться в организме, что через годы приводит к тяжелейшим заболеваниям. Сельское население вынуждено переходить на потребление воды из поверхностных источников (озера, временные водотоки) и колодцев. Качество такой воды не вписывается ни в какие нормы цивилизованного образа жизни. Гидроплазма является тем инструментом, с помощью которого мы можем улучшать качества экологической среды, где вода играет основную роль как матрица «памяти».

**Ключевые слова:** экосреда, гидроплазма, гидросфера, организм, здоровье человека.

Inyishin V.M.

doctor of biological sciences, professor of Biofizika and biomedicina department  
of Al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty, e-mail: inyishinv@gmail.com

## **Hydroplasma – eco-environment and human health**

Main principles of improving the hydrosphere, which is the aquatic eco-environment, are principles of increasing the level of self-cleaning ability. It is the loss of biogenic or biological value under the influence of natural and man-made factors, which is one of the main causes of the emergence of numerous diseases of the population, often with a new characteristic of pathogenesis and with new wounds of unknown diseases. «Biogenic» water, with an increased content of hydroplasm, makes it possible to realize the biological potential of the organism, increase the body's resistance to adverse factors. Hydroplasma is able to «remember» various wave structures, which makes this medium a means of influencing metabolism. Hydroplasma opens new prospects for improving the quality of health and the ecological environment. The water is chlorinated for protection against bacoflora. Chlorine from rushes to the strongest allergens. When boiling this kind of water, irreversible compounds are formed compete with cyanide by their poisonousness. Dioxides have the ability to accumulate in the body, which in years leads to severe diseases. The rural population has to switch to water consumption from surface sources (lakes, temporary watercourses) and wells. The quality of such water does not fit into any norms of a civilized way of life. Hydroplasma is the tool by which we can improve the quality of the ecological environment where water plays the main role as a matrix of «memory».

**Key words:** eco-environment, hydroplasma, hydrosphere, organism, human health.

Инюшин В.М.

биология ғылымдарының докторы, әл-Фараби атындағы  
Қазақ ұлттық университеті биофизика және биомедицина кафедрасының профессоры,  
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: inyishinv@gmail.com

**Гидроплазма – әкоортада және адам денсаулығы**

Гидросфераның, яғни су әкоортасы жақсаруының басты принциптері – өзін-өзі тазалауда жоғары қабілеттілігі. Әсіресе табиғи және техногенді факторлардың әсерінен биогенділіктің немесе биологиялық сапаның жоғалуы жиі жаңа сипаттағы патогенезі бар көптеген аурулармен және бұрын белгілі болмаған жаңа аурулардың басты себебі болып табылады.

«Биогенді» су, яғни гидроплазма құрамы жоғарылаған сайын, ағзаның биологиялық потенциалын белсендіреді және ағзаның келенсіз факторларға қарсы тұруын жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Гидроплазма ортанды метаболизмімен арасында әртүрлі толқын құрылымын «есте сақтауға» қабілетті.

Гидроплазма денсаулықты және экологиялық ортанды жақсартуда жаңа жолдарды ашады. Су бакофлорадан сақтану мақсатында хлорланады. Хлор мықты аллергендер қатарына жатады. Мұндай суды қайнатқанда қайтыссыз байланыстар – диоксидтер түзіледі. Олар улылығы жағынан цианисті калиймен қатар. Диоксидтер ағзада жиналу қабілеттіне ие, жылдар өте ауыр аурулар түрінде алып келеді. Ауыл тұргындары құдық және көл суларын тұтынуға мәжбүр. Мұндай судың сапасы мәдениетті өмір сүрү жағдайына сәйкес келмейді. Гидроплазма су «ақпарат сақтауда» ең маңызды рөл атқарады, бұл экологиялық ортанды жақсартуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** әкоортада, гидроплазма, гидросфера, ағза, адам денсаулығы.

## Введение

Создаются новые концепции о роли воды и ее свойствах, но не учитывается плазменная структура – гидроплазма, которая является основной причиной не только многих свойств воды, но и является основой для поддержания устойчивых параметров гидрофизилизации мембран, от функции которых зависит биоэнергетический гомеостаз. Живой гомеостаз активно функционирует при устойчивом неравновесии. Понимание функции клетки опирается на необходимость ответа и на фундаментальный вопрос о биофизической природе водных структур и их наиболее динамичной части – гидроплазмы. Проблема имеет и экологическую грань, которая игнорировалась в прошлом (Инюшин, 2009:119).

Наше понимание роли воды в биологии необычайно бедно. Это обстоятельство возникло вследствие того, что растворитель традиционно рассматривался как бесструктурная среда, в которой протекают биохимические процессы. Длительное время существовало мнение, что вода является таким же растворителем, как любая жидкость, и не может рассматриваться как некая матрица жизни (Синяк, 2008:117). Вспоминается знаменитая фраза лауреата Нобелевской премии биохимика А.Сент-Дьерди (еще 1958 г.): «Вода – матрица жизни». Каждый биохимик знает, что центрифугирование белкового раствора в нативных условиях, при 300000 g, соответствующих давлению во многие сотни атмосфер, не приво-

дит к увеличению концентрации более чем на 5% (Вернавский, 2000:13). Этот обычный эксперимент можно бы отнести к категории забытых фактов, если бы он не демонстрировал высокое сродство белка к воде (в случае ДНК эффект оказывается даже более драматическим) (Мосин, 1996:1-26.). Эксперимент также демонстрирует, что белок в нативной конформации способен связывать не только молекулярную воду  $H_2O$ , но и разные плазменные структуры кластеры гидроплазмы. Старая концепция ферментативной кинетики требует нового взгляда в связи с наличием гидроплазмы, которая организована в разнообразные кластеры (Мосин, 2012:254).

Все компоненты клетки, включая воду, должны рассматриваться как единое целое, если мы хотим понять сущность живого состояния. Это значит, что матрикс и водные элементы должны работать вместе, чтобы произвести цитоплазматическое движение, и **гидроплазма** в этом процессе играет важную роль (Баузер, 2000:56-63).

В настоящее время точно установлено, что цитоскелет состоит из очень длинных линейных филаментов макроскопических размеров. Одна из его ролей состоит в поддержании формы и прочности клетки, но он, несомненно, решает другую, важную и с физической точки зрения, предельно сложную проблему: производство механической работы и направление движений внутри клетки. Цитоскелет рассматривается как арматура в пространстве, вдоль которого генерируются и направляются движения внутри кле-

точной материи (Беклемишев, 2001:24-36). Если мы наполним это пространство растворителем, то столкнемся со стохастическими проблемами. Стохастичность является прямым следствием того факта, что растворитель имеет ту же самую плотность, что и материал, который движется, и также обладает той же тепловой энергией (Волькенштейн, 2002:225). Другими словами, процессы протекают не в пустом пространстве, как всегда представляется в модели, а внутри инертной, хаотической среды, которая не может помочь им раскручиваться, напротив, должна препятствовать этому и, таким образом, тормозить их прогресс. Чтобы эти процессы правильно функционировали, необходимо, чтобы «ферментативная система», которая превращает химическую энергию в работу, действовала бы циклически (Гурвич, 2004:14-25). Цикл должен проходить через серию точных физических стадий, которые не могут противостоять энтропийным процессам.

Решение этих проблем возможно лишь, как нам представляется, при признании наличия как энтропийных, так антиэнтропийных структур и процессов. Согласно принципам статистической термодинамики, вероятность того, что полимер размечом с белок будет спонтанно складываться в уникальную конформацию, ничтожно мала, если общая стабилизирующая энергия (свободная энергия) не так велика. Трудно объяснить, как в условиях хаоса образуются уникальные белковые разнообразные структуры.

Физическая модель связывания была замечена термодинамическим яargonом без соответствующей наглядной интерпретации (Гурвич, 2000:87). Вследствие этого ведется много разговоров о балансе энтропии, большом компенсационном эффекте, вкладе искаженных водородных связей. Такое описание ничего не говорит нам о том, как свернутая форма поддерживается, и, как следствие, оно не может пролить свет на то, как она может функционировать. Течение против увеличивающегося давления продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто осмотическое давление, т. е. разность давлений с разных сторон мембранны, которая останавливает этот поток. Более высокое давление в растворе увеличивает скорость, с которой молекулы растворителя сталкиваются с мембраной, компенсируя их меньшее число, так что общее число молекул растворителя, проходящего с каждой стороны, оказывается теперь равным. Полагаем, что эта теория приемлема для физиков как одно из объяснений осмоса, поскольку оно опирается

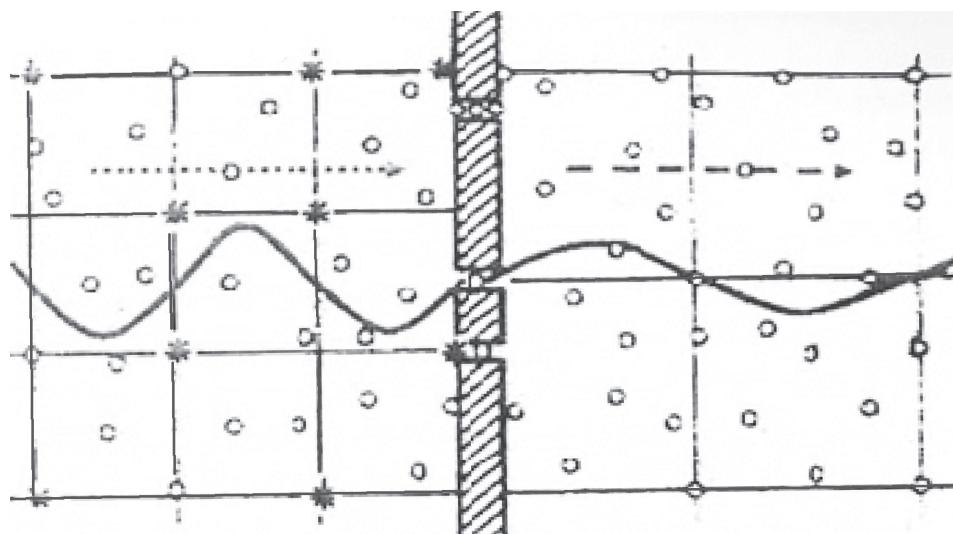
на молекулярную модель, но она не полно отражает механизм осмоса живых клеток без анализа роли кластеров гидроплазмы в явлениях селективной проницаемости. Биомембранны являются уникальной структурой, для которой нет аналога среди неживых химических мембран (Гурвич, 2003:405). Далее, там, где они имеются, мембранны даже могут быть убранны. Например, когда удаляется плазмолемма, 70 – 80% водного содержания клетки не вытекает, оно сохраняется. Вероятно, из-за высокой связи стенки гидрофилизации и структуризации и с участием гидроплазмы. И, если эта клетка помещается в воду, она адсорбирует дополнительный растворитель в противовес давлению изнутри, что доказывает наличие высокого антиэнтропийного потенциала или устойчивой неравновесности биоструктур клетки (Дмитриев, 1989:16-89).

*Кластерная модель жидкости и гидроплазма.* Идея, что в жидкостях существуют натяжения, не нова. Осмос функционирует совместно с пленкой поверхностного натяжения при движении веществ. Однако теория широко критиковалась. Дилемма лучше всего иллюстрируется вопросом: как могут столкновения между молекулами вызывать натяжение, когда природа натяжения сводится к тому, что молекулы тянут одна другую? Эта трудность не возникает в кластерной модели, которая основывается на концепции динамического, кооперативного группирования молекул жидкости вследствие межмолекулярного связывания (Инюшин, 2007:404). Причем гидроплазма создает эффект «цементации», связывая молекулы (рисунок 1). На этой картине мы можем видеть, что натяжение может быть с различными векторами, если только молекулы взаимно соединены в этих направлениях. Само собой ясно, что натяжение не может распространяться за пределы, где разрушаются эти соединения.

Другими словами, данное мгновенное натяжение ощутимо в области пространства, которое имеет размер кластера. Эта картина не требует, чтобы каждая возможная связь была бы завязана, как это бывает для областей со структурой льда формирующейся внутри жидкой воды (Инюшин, 2005:87-113). Это означает только, что неразорванная связка, действующая в целом кластере, с одного конца до другого, существует в определенное мгновение. Важный аспект модели состоит в том, что завязывание и разрыв связей являются кооперативными процессами. Это исключает обычную идею, состоящую в том, что кластеры являются флуктуирующими

сущностями, собирающимися и разбирающимися самопроизвольно, случайно. Напротив, они перемещаются вследствие изменения связности в группе молекул, подверженных влияниям соседей, и, таким образом, процессы сборки и разрыва протекают как реакции полимеризации-

деполимеризации в жидкой среде (Казначеев, 2001:247). Эти процессы не останавливаются и затем вызывают волновое движение. Волны особенно хорошо распространяются в гидроплазме. Организующими антиэнтропийными центрами являются структуры гидроплазмы.



**Рисунок 1** – Показаны кластеры раствора, определяемые структурной волной, которая распространяется в гидроплазме. В растворе молекулы растворённого вещества (снежинки) локализуются в узлах решётки стационарной волновой картины. Большое натяжение в кластере индуцирует увеличение амплитудой и уменьшение длины волны. При равновесии волновые кластеры, проходят без затруднений в обоих направлениях через границы

Мы имеем теперь картину структурных волн, полностью заполняющих пространство жидкости, так что нет области, где не шло бы формирование кластеров. Размеры кластеров – это именно те размеры, которые определяют волновое движение, т. е. длину волн. В случае большой массы-жидкости без границ эта среда является изотропной и поэтому может быть представлена как трехмерный порядок кубических волновых ячеек, каждая из которых определяется кластером (Казначеев, 2008:117). В углу ячейки, где кластеры соприкасаются, находится узловая точка волнового движения. Когда молекулы раствора включаются в растворитель, они разрушают межмолекулярные и плазменные взаимодействия, которые лежат в основе движения структурных волн.

Мы все хорошо знакомы со способностью осмотической системы производить работу. В кластерной модели это происходит вследствие того, что две фазы, находящиеся в контакте – чистый растворитель и раствор, спонтанно

движутся в сторону равновесия. Большие, богатые энергией кластеры переносят запас лишней энергии в фазу раствора до тех пор, пока кластеры меньшего размера не приобретут равное количество энергии. То, что эти кластеры могут обмениваться своей энергией и в процессе этого производить работу, есть, очевидно, очень важное утверждение, если иметь в виду живые системы. Поэтому данная идея развивается в этом разделе с целью установления связи между энергией кластеров и работой на количественном уровне. Выше мы видели, как обмен энергией между кластерами производит работу осмоса. Здесь продемонстрировано, в принципе, как может быть получена работа из взаимодействия кластеров. Энергии, о которых пойдет речь, принадлежат большим кооперативным агрегатам молекул и кластерам гидроплазменных частиц (Кобозев, 1968:1045–1051).

Мы обсуждали до сих пор случай общей массы жидкости без граничных условий. Однако движение волн показывает свою огромную гибкость

в смысле ответа в процессе преодоления граничных условий. Почти бесконечное разнообразие волновых картин, состоящих из волновых единиц разных форм и размеров, может быть получено в одной вибрирующей среде простой сменой геометрии условий. Конкретный интерес представляют ситуации, когда стационарные волны устанавливаются внутри заданных границ. Речь идёт о структурной среде гидроплазмы.

Эффекты гидратации поверхности были объектами все возрастающего интереса, особенно для случая воды. Однако при обсуждении не учитывалось присутствие гидроплазмы. Внутренние причины подобных эффектов обсуждаются, но тот факт, что они наблюдаются в глине, органических и биологических поверхностях, означает, что это свойство воды, а не раствора или межфазной поверхности.

Связующей нитью является только кооперативность плазменных частиц как противоположность хаосу среди молекул и кластеров гидроплазмы, и это не только связывает вместе очень интересные крупномасштабные явления, но и дает единственно разумную основу для их объяснения.

*Память воды и гидроплазма.* Биофизика, изучая структуру воды, получает представление о том, как происходят энергетические процессы вдали от термодинамического равновесия (Лукьянов, 1986:14-16). Исследование термодинамики воды обещает особо ценные результаты для построения законов биотермодинамики. Важное направление исследований термодинамики – воды в живом пространстве – связано с изучением вопроса: как в организме представлена водная макро- и микроструктура? Вода с биоплазмой играет важную роль в этом процессе.

Физические свойства воды являются необыкновенными. Именно это вещество обнаруживает ряд «аномалий».

Следующие физические особенности воды являются важнейшими:

- увеличение плотности при таянии льда.

*Плотность воды, как известно, наибольшая при + 4°C* (все другие вещества при нагревании расширяются непрерывно). Это происходит от того, что молекулы воды при замерзании образуют посредством водородных мостиков кристаллические кластерные структуры, которые заполнены гидроплазмой с частицами вещественного вакуума.

Точка кипения и точка плавления лежат существенно выше, чем ожидалось, исходя из размеров молекулы и молекулярной массы.

Теплота парообразования аномально высокая. Вода по сравнению с другими жидкостями имеет очень высокую удельную теплоемкость. Теплопроводность воды при одинаковых температурах, также выше, чем у других жидкостей. Коэффициент теплового расширения и объемная упругость (сжимаемость) проявляют обратную температурную зависимость в области температур от 0 °C до 45 °C. Вязкость воды проявляет особенности в зависимости от давления и температуры.

Поверхностное натяжение воды выше, чем у всех других жидкостей (за исключением ртути). Удивительное соответствие температуре теплокровных показывают также модуль упругости и удельная теплота воды в температурной области 36 °C – 37 °C.

Высокая теплоемкость является основой для термокомпенсационного действия воды в теле. Высокая теплота парообразования помогает человеку, животным и растениям охлаждать тело путем транспирации. Высокое поверхностное натяжение является важнейшим фактором поступления воды в деревья вопреки силе тяжести и играет, вероятно, универсальную роль в транспортировке жидкости по капиллярам растений, животных и человека.

Вода при определенных условиях может оставаться жидкой даже при температурах от 0 °C до минус 40 °C. Такую воду называют «переохлажденной». Это, например, можно наблюдать в тончайших капиллярах из стекла или кварца (Маковский, 2001: 213-256). Еще более низких температур переохлаждения можно достичь путем нанесения внутрь капилляра пленки с гидрофобными веществами и медленного охлаждения, а также мельчайших капелек и эмульсии тумана.

Внутренняя структура воды при повышении температуры должна непрерывно проходить три фазы:

Вода 1. Может иметь место только в очень охлажденной воде, описывается как льдоподобная, легкая и вязкая.

Вода 2. Должна доминировать при нормальном давлении в области температур от 0 °C до плюс 100 °C. характеризуется как кварцеводобная, тяжелая, полувязкая.

Вода 3. Может существовать только между плюс 50 °C и точкой испарения. Фаза, которая сравнивается по консистенции с нашатырным спиртом (аммиаком), должна быть легкой и невязкой.

Во всех этих формах воды находятся одни и те же молекулы, но в различном геометрическом

положении. В обычной воде находят небольшие области с псевдокристаллической структурой, включающие в себя от нескольких до сотен молекул (Марков, (1975:574). Довольно значительный электрический момент этих скоплений объясняет, каким образом вода, в целом, обладает такой диэлектрической постоянной. Эта константа для низких частот практически идентична с константой диэлектрической постоянной кристаллического льда.

Но псевдокристаллические скопления обладают очень маленькой продолжительностью жизни.

Гидратированные ионы оказывают на воду очень похожий структурирующий эффект, такой же, как при понижении температуры. Большие негидратированные ионы вызывают такие же структурные изменения, какие возникают при повышении температуры.

Для большинства кластерных гипотез является общим то, что жидкая вода состоит из смеси сети четырехкратно связанных молекул воды и мономеров, которые заполняют пространство между кластерами. На границе раздела кластера встречаются также 1-, 2- или 3-кратно связанные молекулы, так что, в целом, во внимание принимают 5 сортов молекул (поэтому рассматривают 5 энергетических уровней). Все эти молекулярные кластеры погружены в среду из кластеров гидроплазмы, которые имеют антиэнтропийные центры, организующие окружающее пространство, что способствует и стабильности молекулярных структур.

Гидроплазма – совокупность свободных зарядов и частиц вещественного вакуума. К. Тринчер (Москва, Вена) представил воду, состоящую из трех различных структурных типов, куда входит и вакуумная компонента.

Гидроплазма в этих условиях имеет максимальную плотность. В этой точке также самый низкий расход энергии, который только необходим для поддержания молекулярной и плазменной структур воды.

Нестабильность структуры воды и образование квазикристаллических микроструктур были определены в биологических исследованиях с суспензиями клеток. В суспензии эритроцитов, в изотоническом солевом растворе, добились образования структурной сети между красными кровяными тельцами. Благодаря этому повысилась устойчивость клеток к вредным воздействиям.

Структура воды обуславливает движение эритроцитов в сосудах в виде кластеров (монет-

ные столбики и т. п.), (А. Чижевского 1958 г.). Это защитное влияние воды на клетки исходит, как оказалось, от клеточной мембранны; прилегающие слои воды ориентируются в направлении образования кристаллов, как у плотно прилегающих друг к другу клеток в клеточном центрифугате (Непомнящих, 1989:113-120). Кроме того, находящаяся вблизи от поверхности клеток кристаллическая водная структура очевидно расширяется во всех направлениях. Тем самым лежащие далеко друг от друга клетки как бы сшиваются, вследствие чего и возникает уже упомянутая защита. Это возникающее вследствие структурирования воды защитное действие было пропорционально количеству клеток в определенных пределах концентрации.

Память воды формируется на матрице – гидроплазме. Фазовые переходы протекают почти без потребления энергии. Прошлые состояния и воздействия сохраняются ею длительное время. Возникшая из льда талая вода, например, биологически отличается от охлажденной до 0 °C воды. Парадоксальные явления охлаждения указывают на структурную память: очень горячая вода остывает быстрее, чем менее горячая. Структурная память может быть ответственна непосредственно за то, что определенные опыты, в которых участвовала вода, невоспроизводимы.

Структуры гидроплазмы очень чувствительны к самым малым изменениям интенсивности и частоты электромагнитных полей. В рамках кластерной модели допустимо образование надмолекулярной (сверх) структуры. Здесь уместно подчеркнуть, что псевдоплазма экспериментатора, диаметра которое может меняться вокруг рук и головы от несколько см до десятка метров может повлиять на память воды. Кластеры могут образовывать клетки, которые могут принимать ряд различных форм. Так при гомеопатическом разведении или же при воздействии магнитным полем возникает пятиугольная винтообразная или спиральная структура. Взывают винтовые структуры воды (Тарусов, 1967:424). Вода, образованная из цепи шариков, может взаимодействовать с магнитными полями. В то же время не исключено, что наиболее магнитореактивной является гидроплазма.

*Одно из причин кризисов познания структуры воды.* На сегодняшний день не существует ясной физической модели воды без признания роли антиэнтропии которая доминирует в живых системах.

Представления о воде близки с новой концепцией фотокоммуникаций между клетками и

между клеткой и внутриклеточным пространством. Информация, которая попадает в клетку извне, может оказывать через гидроплазму на клеточное содержимое свое действие тем, что сначала вызывает изменения в сети внутриклеточных поверхностей. Такой механизм постулирует ряд исследователей. Ключевую роль при этом отводят гликокаликсу (наружному слою клетки, связанному с внешней средой), цепочке гликопroteинов, которые протягиваются от клеточных мембран вглубь внутриклеточных соединительных волокон и внутриклеточной жидкости. Гликокаликс является не только рецептором для таких веществ, как гормоны, нейрорегуляторы и антитела, но и, вероятно, антенной для очень слабых электромагнитных сигналов. Очевидно, гликокаликс может узнавать специфические молекулярные сигналы и в результате этого вызывать изменения в клеточной архитектуре. В свою очередь, изменения внутри клеточных поверхностей обуславливают последующее структурирование клеточной воды.

Макромолекулы в качестве осцилляторов в микроволновой области спектра при помощи микроволн с определенной энергией могут возбуждать когерентные вибрационные состояния в клетках.

На основании исследований молекул гемоглобина Тринчер предложил термодинамическую модель роли воды в живых клетках (Тулеуханов, 1981:56.). Согласно этой модели, внутриклеточная вода обладает кристаллической структурой – сетью, но эта структура, как жидкая вода, деформирована, то есть структура является жидкокристаллической. Внутри эритроцитов уложены молекулы гемоглобина. Внеклеточная вода, напротив, находится в «состоянии максимальной вероятности», то есть относительно бесструктурна.

Функциональная способность молекул гемоглобина – их способность к присоединению и переносу кислорода – бывает только в структурированной внутриклеточной воде. Вне её они денатурируются и изменяют свою структуру. При нормальных соотношениях клетки крови находятся постоянно в слабощелочной среде плазмы крови с pH 7,7, что гарантирует поглощение воды. В противоположность внешней среде внутренняя среда эритроцитов всегда слабокислая, так что одновременно вода всегда выходит наружу.

Следовательно, изучение воды и гидроплазмы, плазмы крови и лимфы может дать ценную

информации о начальных фазах патологического процесса.

Биогенную воду рассматривают как главную составную часть того, что отличает живой организм от мертвый материи (Inyushin, 1977:857). Она играет существенную роль в структурировании живой системы.

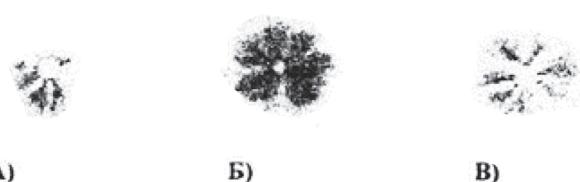
Лучевые дефекты в водной среде нарушают биоэнергетику, ослабляют иммунную функцию и механизмы гомеостатической регуляции (Inyishin, 1979: 125-129). В то же время даже небольшие по объему замещения «патогенных» водных структур в облученном организме биогенным раствором (по патенту № 1813244) способствовали 100%-ной выживаемости животных в течение длительного срока (до четырех месяцев) (Xokoscliinegg, 1987:178). Наблюдения отмечали нормализацию состава и функций клеток белой и красной крови (Popp, 1989:325).

Закономерны вопросы: как это происходит, в чем отличие обычной, «патогенной» и биогенной воды? Есть основание считать, что обнаруженные ранее разнонаправленные биологические эффекты биогенной воды, активированной излучением гелий-неонового лазера, связаны с появлением специфических структур в гидроплазме (Taub-Bunum, 1984:75-119). Предпринята попытка плазмографического анализа вышеуказанных модельных водных растворов, имеющих одинаковый минеральный состав (Gerten, 2004:249-270). На основании полученных данных (рисунок 2) следует заключить, что под действием когерентных волн  $\lambda=632$  НМ происходит организация «нового» структурного порядка во всем объеме воды (Cho, 1996:19-27). Такой результат возможен либо за счет спиновой поляризации гидратированных электронов или при их взаимодействии с образуемыми гидроплазменными структурами (Nezbeda, 1997:353-372).

Фактически перед нами модель холодного «гидроплазменного тела» как сверхтекущей зарядовой жидкости, состоящей из каналов волнового взаимодействия заряженных и нейтральных частиц (Leberman, 1995:364-366).

При этом в ее невозмущенном состоянии суммарный спин пары зарядов равен нулю, и обычная вода в какой-то степени остается электронейтральной (Begon, 2006:119). Видно, что в биогенной воде проявляется спиновая поляризация гидратированных электронов, обеспечивающая передачу информации на большие расстояния. Возбужденные состояния комплекса гидратированного электрона с сольватирован-

ным анион-радикалом ( $\text{OH}^-$ ) делокализованы во всем пространстве биогенной воды. При более интенсивном возбуждении (рентгеном) обычной воды возбужденный дефект перешел в более сильное радикальное ( $\text{H}_2\text{O}$ ) состояние, где уже нет «плотного» взаимодействия электронных волн с ионизированными частицами (Rand, 1985:666).



**Рисунок 2 – Плазмограммы обычной воды (А), биогенной (Б) и «патогенной» (В)**

В биогенной воде энергия накапливается и хранится длительное время (часы и сутки) в виде волновых пакетов гидратированного электрона с анионгидроксидом и других гидроплазменных зарядов и частиц, включая возбужденные молекулы кислорода.

Вода – жидкокристаллическое вещество. Такое уникальное свойство с низкой энтропией создаёт условия для существования плазмы – гидроплазмы. Гидроплазма представляет устойчивую, термодинамически неравновесную, систему. Уровень концентрации гидроплазмы в воде обуславливает способность воды к самоочистке (Ostromov, 2005:279). Неравновесная вода обладает повышенной химической активностью. Ассимиляция воды, насыщенной гидроплазмой, идёт со значительно меньшими затратами свободной энергии со стороны живого организма. Возникают более биокогерентные молекулярные структуры и биоплазменные кластеры в кристаллической решётке такой воды (Petrocelli, 2005:323). Ныне создана система биофизического контроля уровня концентрации гидроплазмы в воде (индикация). Необходимо различать понятия «чистая вода» и «биологически полноценная вода» (биогенная). Устойчивость здоровья человека возможна лишь при употреблении биогенной воды.

Высокая степень очистки воды с применением мембранный и других технологий может привести к негативным результатам, форми-

рованию «патогенной» чистой воды (Soper, 2001:364-366). Такая вода разрушает иммунную систему организма, замедляет обменные процессы в организме, что ведёт к тяжёлым патофизиологическим и патоморфологическим последствиям. Феномен «коровьего бешенства», разгул эпидемии ящура в Великобритании, вполне могут быть связаны с употреблением в технологическом цикле приготовления пищи, питья для животных «патогенной» чистой воды. Увеличение степени «патогенности» воды в различных регионах Казахстана, по нашему мнению, ведёт к росту заболеваемости среди населения. «Патогенная» вода усиливает действие вредных экологических факторов. Сегодня очевидно, что техногенный прессинг на экосистему привёл к резкому ухудшению качества водной среды. Особенно острое положение сложилось в экологически кризисных регионах, где недостаток качественной питьевой воды усугубляется включением в экологическую цепочку промышленных и бытовых сточных вод, качество очистки которых не удовлетворяет современным требованиям. Надзор и контроль за экологической полноценностью водной среды осуществляются без применения достижений современной науки (Popp, 2002:427).

В итоге мы можем утверждать, что биологическая ценность воды обусловлена наличием устойчивой гидроплазмы, которая образуется за счет ресурсов антиэнтропийной свободной энергии. Гидроплазма создает условия для стабилизации свойств воды и поддерживает высокий уровень антиэнтропийности, то есть является средством для борьбы с хаосом, которая возникает от внешних негативных факторов экологической среды и техногенной деятельности человека. Следовательно, питье, промывка тканей слизистой горла, носовой полости, кишечника и т.п. и втирание капель антиэнтропийной воды дает возможность поддерживать здоровье. Более того, гидроплазма оказывает положительное влияние на психику человека, нормализуется его псиэнергетическая структура за счет антиэнтропийной гидроплазмы. Психика управляет бесчисленными процессами, которые ежесекундно происходят в живом организме человека. Сейчас уже накоплен значительный опыт психокультуры по использованию биогенной воды.

### Литература

- 1 Бауэр Э. С., Теоретическая биология. – М., – 2000. – С. 56-63.
- 2 Беклемишев И. Б., Некоторые структурные параметры крови при действии физических факторов: .... дисс. канд. мед. наук: 00.01.15. – Алма-Ата, 2001. – С. 24-36.
- 3 Вернавский И.Н., Новая технология и установка для получения очищенной биологически активной целебной питьевой воды: .... докт. техн. наук: 00.01.15. – М., 2000. – 20 с.
- 4 Волькенштейн М. В., Физика и биология. – М.: Наука, – 2002. – 225 с.
- 5 Гурвич А. Г., Теория биологического поля. – М., 2004. – С. 14-25.
- 6 Гурвич А. Г., Гурвич Л. Д., Митогенетическое излучение. – М., 2000. – 87 с.
- 7 Гурвич А. А., Еремеев В. Ф., Карабчиевский Ю. А., Энергетические основы митогенетического излучения и его регистрация на фотоэлектронных умножителях. – М.: Медицина, 2003. – 405 с.
- 8 Дмитриев А., Новиков Г. Н., Скавинский В. П., Локальные геофизико-геохимические исследования тектонофизических районов Горного Алтая. – Новосибирск, 1989. – С. 16-89.
- 9 Инюшин В.М., Гидроплазма (водные структуры биогенной воды). – М.: Триада, 2009. – 119 с.
- 10 Инюшин В. М., Чекуров П. Р., Биостимуляция лучом лазера и биоплазма. – Алма-Ата: Казахстан, 2007. – 404 с.
- 11 Инюшин В. М., Элементы теории биологического поля. – Алма-Ата, 2005. – С. 87-113.
- 12 Казначеев В. П., Михайлова Л. П., Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. – Новосибирск: Наука, 2001. – 247 с.
- 13 Казначеев В. П., Щурин С. П., Михайлова Л. П. Информационная роль сверхслабых световых потоков в биологических системах // Вопросы биофизики. – 2008. – № 2 (5). – С. 117.
- 14 Кобозев Н. И. О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления и об истолковании отрицательной энтропии // Журнал физ. химии. – 1968. – № 5. – С. 1045-1051.
- 15 Лукьянов А. Т., Инюшин В. М., Горюхов А. П. Резонансные явления в жидких средах // Вестн. АН КазССР. – 1986. – № 7. – С. 14–16.
- 16 Маковский Е. М., Природа и структура живой материи. – Новосибирск, 2001. – С. 213-256.
- 17 Марков М. А., О природе материи. – М.: Л., 1975. – 574 с.
- 18 Мосин О.В., Исследование методов биотехнологического получения аминокислот, белков и нуклеотидов, меченных стабильными изотопами  $^{2}H$  и  $^{13}C$  с высокими уровнями изотопного обогащения: .... автореф. диссерт. канд. хим. наук: 00.01.16. – М.: МГАТХТ им. М.В. Ломоносова, 1996. – 26 с.
- 19 Мосин О.В. Очистка воды от тяжелых изотоповдейтерия, трития (T) и кислорода (18O) // Сантехника. – 2012. – №1 (1). – С. 254-275.
- 20 Непомнящих И. А. Биолокационный метод поисков // Советская теология. – 1989. – № 10. – С. 113–120.
- 21 Синяк Ю.Е., Григорьев А.И., Гайдадымов В.В., Медняков Е.И., Лебедева З.Н., Гуськова Е.И. Метод получения бездействиевой воды и исследование ее влияния на физиологический статус // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 2008. – №2 (7). – С. 117-136.
- 22 Тарусов Б.И., Иванов И.И., Петрусеевич Ю.М., Сверхслабое свечение биологических систем. – М., 1967. – 424 с.
- 23 Тулеуханов С. Т. О суточной динамике оптических и электрических свойств биологически активных точек кожи человека и животных: .... дисс. канд. мед. наук: 00.01.15. – Алма-Ата, 1981. – 56 с.
- 24 Begon M., Townsend C. R., Harper J. L. Ecology: From individuals to ecosystems. – Blackwell, 2006. – 119 p.
- 25 Cho C. H., Singh S., Robinson G. W. Liquid water and biological systems: the most important problem in science that hardly anyone wants to see solved // Faraday Discussions. – 1996. – P. 19-27.
- 26 Gerten D., Schaphoff S., Haberlandt U., Lucht W. Terrestrial vegetation and water balance – hydrological evaluation of a dynamic global vegetation model // Journal of Hydrology. – 2004. – №286(1-4). – P. 249-270.
- 27 Inyushin V. Bioplasma. The fifth state of matter? In book: Future science. – New-York, 1977. – 857 p.
- 28 Inyushin V. Resonance, biostimulation and the problem of bioplasma // Interaction of nonionizing electromagnetic radiation with living systems. – Versailles, 1979. – P. 125-129.
- 29 Leberman R., Soper A. K. Effect of high-salt concentrations on water-structure. – Nature, 1995.– P. 364-366.
- 30 Nezbeda I., Slovác J. A family of primitive models of water: three-, four and five- site models // Molecular Physics. – 1997. – P. 353-372.
- 31 Ostroumov S.A. Biological Effects of Surfactants. – London: New York, 2005. – 279 p.
- 32 Popp F. A. Coherent photon storage of biological systems // In book: Electromagnetic Bio-Information. – Miinchchen-Wien-Baltimore, 1989. – 325 p.
- 33 Popp F. A. Coherent photon storage of biological systems. – Wien: Baltimore, 2002. – 427 p.
- 34 Petrocelli S. Fundamental of Aquatic Toxicology. – New York, 2005. – 323 p.
- 35 Rand G., Petrocelli S. Fundamental of Aquatic Toxicology // Hemisphere Publishing Corporation. – New York, 1985. – 666 p.
- 36 Soper A. K. Water-structure. – Nature, 2001.– P. 364-366.
- 37 Taub-Bynum E. B. The family unconscious (An invisible bond). – USA, 1984. – P. 75-119.
- 38 Xokoscliinegg P. Wasserstruktur und biologische Systeme. – Wien, 1987. – 178 p.

## References

- 1 Bauer E.S. (2000) Teoreticheskaya biologiya [Theoretical Biology]. M., pp. 56-63.
- 2 Beklemishev I.B. (2001) Nekotorie strukturnye parametri krovi pri deistvii fizicheskikh faktorov [Some structural parameters of blood under the action of physical factors].... diss. cand. honey. sciences: 00.01.15. Alma-Ata, pp. 24-36.
- 3 Vernavsky I.N. (2000) Novaya tehnologiya i ustanovka dlya polucheniya ochiwennoi biologicheskoi aktivnoi pitevoi vody [New technology and installation for the production of purified biologically active medicinal drinking water].... doct. tech. Sciences: 00.01.15. – M., 20 p.
- 4 Volkenshtein M.V. (2002) Fizika i biologiya [Physics and biology]. Moscow: Nauka, 225 p.
- 5 Gurvich A.G. (2004) Teoriya biologicheskogo polya [Theory of the Biological Field]. M., pp. 14-25.
- 6 Gurvich A.G., Gurvich J. D. (2000) Mitogeneticheskoe izlucheniya [Mitogenetic radiation]. M., 87 p.
- 7 Gurvich A.A., Eremeev V.F., Karabchievsky Yu. A. (2003) Energeticheskie osnovi mitogeneticheskogo izlucheniya i ego registraciya na fotoelektronnykh umnojiteliyah [Energeticheskie bases of mitogenetic radiation and its registration in photoelectronic multipliers]. M.: Medicine, p. 405.
- 8 Dmitriev A., Novikov G.N., Skavinsky V.P. (1989) Lokalnie gefiziko-geohimicheskie issledovaniya tektonofizicheskikh raionov Gornogo Altaya [Local geophysical and geochemical studies of tectonophysical regions of the Gorny Altai]. Novosibirsk, pp. 16-89.
- 9 Inyushin V.M. (2009) Gidroplasma vodnye struktury biogennoi vodi [Hydroplasma (water structures of nutrient water)]. Moscow: Triad, 119 p.
- 10 Inyushin V.M., Chekurov P.R. (2007) Biostimulyasiya luchom lasera i biplasma [Biostimulation with a laser beam and bioplasm]. Alma-Ata: Kazakhstan, 404 p.
- 11 Inyushin V.M. (2005) Elementi teorii biologicheskogo polya [Elements of the theory of the biological field]. Alma-Ata, pp. 87-113.
- 12 Kaznacheev V.P., Mikhailova L.P., (2001) Bioinformacionnaya funksia estestvennykh electromagnitnykh polei [Bioinformational function of natural electromagnetic fields]. Novosibirsk: Science, 247 p.
- 13 Kaznacheev V.P., Shchurin S.P., Mikhailova J. P. (2008) Informacionnaya rol sverhslabih svetovih potokov v biologicheskikh sistemakh [Informational role of superweak light flows in biological systems]. Questions of biophysics, vol.2, no.5, 117 p.
- 14 Kobozev N.I. (1968) O fiziko-himicheskim modelirovaniyu proseccov informatsii i ob istolkovanii otrisatelnih entropii [On the physico-chemical modeling of information and thought processes and on the interpretation of negative entropy] Journal of Physics. Chemistry, no. 5. pp. 1045-1051.
- 15 Lukyanov A.T., Inyushin V.M., Gorokhov A.P. (1986) Resonansnie yavleniya v jidkih sredah [Resonant phenomena in liquid media]. Vestn. Academy of Sciences of the KazSSR, no. 7, pp. 14-16.
- 16 Makovsky E.M. (2001) Priroda i struktura jivoi kletki [Nature and structure of living matter]. Novosibirsk, pp. 213-256.
- 17 Markov M.A. (1975) [On the nature of matter]. M.: L., 574 p.
- 18 Mosin O.V. (1996) Issledovaniya metodov biotekhnologicheskogo polucheniya aminokislot, belkov i nukleotidov, mechenii stabilnymi izotopami  $^2\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$  s visokimi urovniyami izotopnogo obogacheniya [Investigation of methods for biotechnological production of amino acids, proteins and nucleotides labeled with stable isotopes  $^2\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  with high levels of isotope enrichment].... author's abstract of thesis. thesis. cand. chem. sciences: 00.01.16. – M.: MGATHT them. M.V. Lomonosov Moscow State University, 26 p.
- 19 Mosin O.V. (2012) Ochistka vodi ot tyajelih izotopov deiteriya, tritiya (T) i kisloroda (18O) [Purification of water from heavy isotopes of deuterium, tritium (T) and oxygen (18O)]. Sanitary engineerin, vol.1, pp.254-275.
- 20 Nepomnyashchikh I.A. (1989) Biolokacionni metod poiskov [A Biolocation Search Method]. Soviet Theology, no.10, pp. 113-120.
- 21 Sinyak Y.E., Grigoriev A.I., Gaydadimov V.V., Mednyakov E.I., Lebedeva Z.N., Guskova E.I. (2008) Metod poluchenija bezdeiterevoi void i issledovaniya vliyanija na fiziologicheskoi status [The method of obtaining ineffective water and studying its effect on the physiological status]. Cosmic biology and aerospace medicine, vol. 2, no 7, pp. 117-136.
- 22 Tarusov B.I., Ivanov I.I., Petrushevich Yu.M. (1967) Sverhslaboe svechenie biologicheskikh system [Superweak glow of biological systems]. M., 424 p.
- 23 Tuleukhanov S.T. (1981) O sutochnoi dinamike opticheskikh i elektricheskikh svoistv biologicheskoi aktivnih tochek [On the daily dynamics of optical and electrical properties of biologically active points of human skin and animals] .... diss. cand. honey. sciences: 00.01.15., Alma-Ata, 56 p.
- 24 Begon M., Townsend C. R., Harper J. L., Ecology: From individuals to ecosystems (Blackwell, 2006), 119.
- 25 Cho C. H., Singh S., Robinson G. W., Liquid water and biological systems: Faraday Discussions (1996), 19-27.
- 26 Gerten D., Schaphoff S., «Haberlandt U., Lucht W. Terrestrial vegetation and water balance – hydrological evaluation of a dynamic global vegetation model.» Journal of Hydrology 286 (2004): 249-270.
- 27 Inyushin V., Bioplasma. The fifth state of matter? In book: Future science (New York, 1977), 857.
- 28 Inyushin V., Resonance, biostimulation and the problem of bioplasma (Interaction of nonionizing electromagnetic radiation with living systems, Versailles, 1979), 125-129.

- 29 Leberman R., Soper A. K., Effect of high-salt concentrations on water-structure (Nature, 1995), 364-366.
- 30 Nezbeda I., Slovák J., A family of primitive models of water: three, four and five-site models (Molecular Physics, 1997), 353-372.
- 31 Ostrosov S.A., Biological Effects of Surfactants (London: New York, 2005), 279.
- 32 Popp F. A., Coherent photon storage of biological systems (In book: Electromagnetic Bio-Information. – Miinchen-Wien-Baltimore, 1989), 325.
- 33 Popp F. A., Coherent photon storage of biological systems (Wien: Baltimore, 2002), 427.
- 34 Petrocelli S., Fundamental of Aquatic Toxicology (New York, 2005), 323.
- 35 Rand G., Petrocelli S., Fundamental of Aquatic Toxicology (Hemisphere Publishing Corporation, New York, 1985), 666.
- 36 Soper A. K., Water-structure (Nature, 2001), 364-366.
- 37 Taub-Bynum E. B., The family unconscious (An invisible bond, USA, 1984), 75-119.
- 38 Xokosclinegg P., Wasserstruktur und biologische Systeme (Wien, 1987), 178.

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**

**Lovinskaya A.V.\*, Kolumbayeva S.Zh., Esim Zh.I., Voronova N.**

Al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty, \*e-mail: annalovinska@rambler.ru

**THE ANTIMUTAGENIC POTENTIAL OF EXTRACTS FROM  
*LIMONIUM GMELINII* FAMILY *PLUMBAGINACEAE*  
(= *LIMONIACEAE* LINCZ.)**

The cytogenetic and mutagen-modifying activity of a complex of biologically active substances in extracts from shoot and root parts of *Limonium gmelinii* were investigated testing on count chromosome abnormalities of cells of barley root meristem. Plant extracts in concentrations 50.0 and 100.0 mg/L have no mutagenic activity, but, on the contrary, reduced the level of spontaneous mutagenesis. As a result of the combined effect of methanesulfonate mutagen (MMS) and plant extracts, a statistically significant decrease in the level of MMS-induced mutagenesis was observed. Extracts of BAS from the shoot and root parts of *L. gmelinii* in all concentrations and all variant of treatment have strong antimutagenic activity against MMS. The maximum antimutagenic effects were observed during BAS preliminary treatment MMS exposure and were 64.70% and 67.46% for the root and shoot parts, correspondingly. The mitotic index (MI) of the root meristem of germinating seeds, separately and jointly treated with MMS and extracts, was studied. Plant extracts gave a mitostimulatory effect, while MMS significantly reduced the proliferative activity of the root meristematic cells as compared to the control. Pre- and post-treatment of BAS from the shoot and root parts statistically significantly increased the mitotic activity of the root meristem in comparison with MMS. Genoprotective action of these BASs can be due to their ability to inhibit free radical processes, enhanced by the action of various genotoxins, and to stimulate chromosome repair. Herbal preparations can be considered the most promising as therapeutic agents aimed at leveling the action of mutagens on the body.

**Key words:** *Limonium gmelinii*, biologically active substances, antimutagen, chromosome aberrations, mitotic index.

Ловинская А.В.\* , Колумбаева С.Ж., Есім Ж.И., Воронова Н.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы к., \*e-mail: annalovinska@rambler.ru

***Plumbaginaceae* (= *Limonaceae* Lincz.) тұқымдасындағы  
*Limonium gmelinii* есімдіктер сыйындыларының антимутагендік потенциалы**

Арпа тұқымының тамырының ұрық меристемасының клеткаларындағы хромосомалық aberrацияларды есепке алу тесті қолдану негізінде *Limonium gmelinii* есімдіктің жер асты және жер үсті мүшелерінің сыйындыларының биологиялық белсенді заттар (ББЗ) кешенінің цитогенетикалық және мутагенді өзгермелік белсенділігі зерттелді. 50,0 және 100,0 мг/л концентрациясы бар есімдік сыйындылар мутагендік белсенділік көрсеткен жок, бірақ, керісінше, спонтанды мутагеннің деңгейін төмендедті. Стандартты метилметансульфонат (MMC) мутагеннің және есімдіктер сыйындыларының қосымша әсері болғанда индукияланған MMC мутагенездің деңгейі статистикалық сенімді ретінде төмен болғаны анықталды. MMC-қа қарсы жоғары деңгейде Гмелін кермегінің жер асты және жер үсті мүшелерінің ББЗ сыйындылары антимутагенді белсенділігін көрсетті. ББЗ-ның максималды антимутагенді тиімділігі тұқымдарды алдын ала, сосын барып MMC-пен өндегенде байқалды, яғни 64,70% (жер асты мүшесі) және 67,46% (жер үсті мүшесі) аралығында. MMC-пен және сыйындылармен бөлек және қосымша өндеген жағдайда тұқым есінділердің тамыр меристемасының митоздық индексі (МИ) зерттелді. Есімдік сыйындылар митозды ынталандыру нәтижесін көрсетті. MMC тамыр аймағындағы меристемалық

клеткалар популяциясының пролиферативті белсенділігін бақылаумен салыстырғанда статистикалық сенімді ретінде төмендетті. Тұқымдарды өсімдіктердің жер асты және жер үсті мүшелерінің ББЗ-мен алдын ала және кейінгі түрде өндегендеге тамыр меристемасының митоздық белсенділігінің деңгейі MMC-пен салыстырғанда статистикалық сенімді ретінде жоғарылады. ББЗ-ның генопротекторлық әсері олардың әртүрлі генотоксиканттардың әсерінде үлғая түскен босрадикалды процестерді тежеуге қабілетті болу мүмкін және хромосомалардың репарациясын ынталандырады. Өсімдік препараттарды ем беретін құралдар, яғни мутагендердің организмге әсерін жоюға бағытталған ретінде санауга болады.

**Түйін сөздер:** гмелин кермегі, биологиялық белсенді заттар, антимутаген, хромосомалық аберрациялар, митоздық индекс.

Ловинская А.В.\* , Колумбаева С.Ж., Есим Ж.И., Воронова Н.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, Алматы, \*e-mail: annalovinska@rambler.ru

### **Антимутагенный потенциал экстрактов растений *Limonium gmelinii* семейства *Plumbaginaceae* (= *Limoniaceae Lincz.*)**

Изучена цитогенетическая и мутагенмодифицирующая активность комплекса биологически активных веществ в экстрактах подземной и надземной частей растений *Limonium gmelinii* с использованием теста по учету хромосомных аберраций в клетках корневой зародышевой меристемы семян ячменя. Растительные экстракты в концентрациях 50,0 и 100,0 мг/л не проявили мутагенной активности, а, наоборот, несколько снизили уровень спонтанного мутагенеза. В результате комбинированного воздействия стандартного мутагена метилметансульфоната (MMC) и растительных экстрактов наблюдалось статистически значимое снижение уровня индуцированного MMC мутагенеза. Экстракты БАВ из подземной и надземной частей кермека Гмелина при всех концентрациях и вариантах обработки проявили сильную antimутагенную активность против MMC. Максимальные antimутагенные эффекты БАВ выявлены при предварительной обработке семян экстрактами с последующим воздействием MMC, составившие 64,70% (подземная часть) и 67,46% (надземная часть). Изучен митотический индекс (МИ) корневой меристемы прорастающих семян, раздельно и совместно обработанных MMC и экстрактами. Растительные экстракты дали митозстимулирующий эффект, в то время как MMC статистически значимо снижал пролиферативную активность популяции меристематических клеток в корневой зоне по сравнению с контролем. Предварительная и последующая обработка семян БАВ из подземной и надземной частей растений статистически значимо увеличили митотическую активность корневой меристемы по сравнению с MMC. Генопротекторное действие данных БАВ может быть обусловлено их способностью ингибировать свободнорадикальные процессы, усиленные воздействием различных генотоксикантов, и стимулировать репарацию хромосом. Растительные препараты можно считать наиболее перспективными в качестве лечебных средств, направленных на нивелирование действия мутагенов на организм.

**Ключевые слова:** кермек Гмелина, биологически активные вещества, антимутаген, хромосомные аберрации, митотический индекс.

## Introduction

The ecological crisis, caused by the environmental pollution resulting from human activity, is typical for most regions of our planet. The accumulation of different xenobiotics in the biosphere leads to an increase in the incidence of the population, a decrease in the number of rare and endemic species of plants and animals, as well as the destabilization of natural ecosystems (Artyukhov, 2006: 208-215; Kurlyandskii, 2002: 385-406). Most pollutants have a toxic and mutagenic potential, which is manifested in the body directly by interacting with DNA molecules or indirectly as a result of activation of the processes

of intracellular free radical formation and inhibition of DNA repair system activity (Holland, 2002: 165-178; Natarajan, 2006: 375-381). Under conditions of negative internal and external factors, the system of maintaining DNA equilibrium can degrade and genome instability and an increase in DNA adduct level (Vasil'eva, 2009: 753-757; Xia, 2008: 464-473). It is almost impossible to exclude human contact with toxic and mutagenic factors in the current situation. Therefore, it is of great importance to search for protectors of natural origin from their impact. Identifying new antimutagens, studying the mechanism of their action, practical ways of applying them to reduce professional, general and age-related risks to people and preserving biodiversity is one

of the most urgent tasks (Goncharova, 2005: 19-32; Zasukhina, 2008: 464-473). Antimutagenic properties have many biologically active substances (BAS) of natural origin, including vitamins, plant flavonols, phytohormones, polypeptides, amino acids, etc. Most of them are antioxidants and can increase the body's resistance to the mutagenic and toxic effects of a wide range of pollutants. The aim of the current study was to research antimutagenic potential of extracts from the medicinal plant *Limonium gmelinii* (fam. *Plumbaginaceae*) growing in Kazakhstan.

### Materials and methods

The object of the study was the seeds of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) Baisheshek variety attributed to Almaty region. The wide use of barley seeds for cytogenetic studies is due primarily to a small number of chromosomes (7 pairs,  $2n = 14$ ) and large sizes (6-8  $\mu\text{m}$ ). The barley has a low frequency of spontaneous mutation and, at the same time, a sufficiently high sensitivity to external damaging effects. Thus, it is a unique test object for indicating the biological action of xenobiotics (Geras'kin, 201: 55-56). As the standard mutagen was used methyl methanesulfonate (MMS,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3\text{S}$ ). It is an alkylating agent of direct action, which has activity in standard short-term tests *in vivo* and *in vitro*. The validity of the choice of MMS as a positive control is due to an extremely wide spectrum of genetic activity in different test systems (Khudolei, 1999: 374-375). Extracts from the shoot and root parts of *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze (family *Plumbaginaceae*) containing a complex of biologically active substances was used as subjects for phytotoxicity, mutagenic and antimutagenic activity.

Aqueous solutions of MMS were used in a concentration of 5.0 mg/L, and aqueous solutions of plant extracts were used in concentrations 50.0 and 100 mg/L. The seeds were treated to separate and consecutive with a mutagen and extracts for 4 hours. After each treatment, the seeds were washed, lightly dried and germinated in Petri dishes on filter paper wetted with distilled water at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  in the incubator.

Mutagenic / antimutagenic activity of the plant extracts was determined using chromosome aberration test. The cytogenetic test informs about the frequency and types of structural rearrangements (aberrations) of chromosomes and about changes in their number. The meristematic root tip tissue was used to study somatic chromosomes at the

stage of mitosis and to account for chromosome rearrangements (Nemtseva, 1970: 84-122). The mitotic index (the ratio of dividing cells to the total number of cells) was determined to study the mitotic activity of the root germinal meristem. Statistical processing of the data was carried out in the add-in «Analysis ToolPak» of Microsoft Excel. The mean and standard errors were calculated. The reliability of the differences in the mean was estimated by the Student's test. Differences were considered reliable with a confidence level of 0.95.

### Results and discussion

The results of a cytogenetic study of barley seeds jointly treated with mutagen and BAS extracts from *L.gmelinii* are presented in Table 1. The spontaneous mutation level in the root embryonic meristem of barley seeds treated with distilled water was 1.57%. MMS in concentration 5.0 mg/L induced structural rearrangements in chromosome in 4.4 times ( $p < 0.001$ ) higher than the control level. The seed's treatment of BASs from *L.gmelinii* before germination reduced the frequency of aberrant cells and number of chromosomal aberrations per 100 metaphases in comparison with the control variant.

When combined with the effects of plant extracts and mutagen in different treatment combinations, a significant modification of the level of MMS-induced mutagenesis in the direction of its reduction was observed. Thus, pretreatment with an extract from root part of *L.gmelinii* in a concentration 50.0 mg/L followed by treatment with MMS resulted in the frequency of aberrant cells statistically significantly decreased in 2.5 times ( $p < 0.01$ ) and the number of chromosomal aberrations per 100 metaphase reduced in 2.7 times ( $p < 0.01$ ) in comparison with MMS treatment. At the same time, the frequency of rearrangements of both chromosomal and chromatid types decreased. The level of structural mutations of the chromosome type decreased by 2.1 times ( $p < 0.05$ ), and the chromatid type reduced by 4.3 times ( $p < 0.01$ ), which corresponds to the control level.

In the variant with the reverse sequence of seed treatment with genotoxin and plant extract (MMS+BAS), the level of MMC-induced mutagenesis statistically significantly decreased at the same concentration. The frequency of aberrant cells decreased by 2.2 times ( $p < 0.01$ ), and the number of chromosomal aberrations per 100 metaphase decreased by 2.4 times ( $p < 0.01$ ). A significant decrease in these indices was equally due to rearrangements of the chromosome (2-fold,  $p < 0.05$ ) and chromatid (4.9 times,  $p < 0.05$ ) types.

**Table 1** – The frequency and spectrum of chromosomal aberrations induced in barley seeds treated with *L. gmelinii* extracts and methyl methanesulfonate

Variants	cells studied, total	frequency of aberrant cells ( $M \pm m$ , %)	Number of chromosomal aberrations per 100 metaphase cells		
			aberrations, total	chromosomal type	chromatid type
Water (negative control)	510	1.57 ± 0.55	1.57 ± 0.55	0.98 ± 0.44	0.59 ± 0.34
MMS, 5.0 mg/L	540	6.85±1.09***	7.96 ± 1.16***	4.26±0.87***	3.70 ± 0.81**
<i>L. gmelinii</i> , extract of root part					
BAS, 50.0 mg/L	550	1.27 ± 0.48	1.27 ± 0.48	0.73 ± 0.36	0.55 ± 0.32
BAS+MMS	575	2.78 ± 0.69**	2.96 ± 0.71**	2.09 ± 0.60*	0.87 ± 0.39**
MMS+BAS	580	3.10 ± 0.72**	3.28 ± 0.74**	2.07 ± 0.59*	1.21 ± 0.45*
BAS, 100.0 mg/L	550	1.09 ± 0.44	1.09 ± 0.44	0.73 ± 0.36	0.36 ± 0.26
BAS+MMS	570	2.46 ± 0.65**	2.81 ± 0.69***	1.75 ± 0.55*	1.05 ± 0.43**
MMS+BAS	550	3.09 ± 0.74**	3.27 ± 0.75**	2.00 ± 0.60*	1.27 ± 0.48*
<i>L. gmelinii</i> , extract of shoot part					
BAS, 50.0 mg/L	590	1.36 ± 0.48	1.36 ± 0.48	0.68 ± 0.34	0.68 ± 0.34
BAS+MMS	580	2.24 ± 0.61**	2.59±0.66***	1.55 ± 0.51*	1.03 ± 0.42**
MMS+BAS	585	2.56 ± 0.65**	3.08 ± 0.71**	2.05 ± 0.59*	1.03 ± 0.42**
BAS, 100.0 mg/L	575	1.22 ± 0.45	1.22 ± 0.45	0.70 ± 0.34	0.51 ± 0.29
BAS+MMS	580	2.59 ± 0.66**	2.76 ± 0.68**	1.90 ± 0.57*	0.86 ± 0.38 **
MMS+BAS	560	3.04 ± 0.73**	3.39 ± 0.76**	2.14 ± 0.61	1.25 ± 0.47*

Note – \* – p<0.05; \*\* – p<0.01; \*\*\* – p<0.001 as compared to the control group;  
 \* – p<0.05; \*\* – p<0.01; \*\*\* – p<0.001 as compared to methyl methanesulfonate

A similar picture was revealed when using *L.gmelinii* extracts from the root part in a concentration 100.0 mg/L. Thus, seed pre-treatment of BAS reduced the frequency of aberrant cells and the number of chromosomal aberrations per 100 metaphases by 2.8 times (p <0.01). Post-mutagen treatment of BAS was also reduced these indicators by 2.2 (p<0.05) and 2.4 (p<0.01) times, respectively. In both variants, there was a statistically significant decreased in the structural mutations of the chromosomal and chromatid types. With the pre-treatment of BAS, the frequency of chromosome-type disorders decreased by 2.4 times (p<0.05), and the chromatid type is 3.5 times (p <0.01). With post-exposure to BAS (after the mutagen), the frequency of aberrations of the chromosome type decreased by 2.1 (p <0.05), and the chromatid type reduced by 2.9 times (p <0.05). A comparative analysis of the effectiveness of the sequence of application of BAS pre- or post-treatment with mutagen did not reveal statistically significant differences in the reduction level of MMS-induced mutagenesis.

Modification of the mutagenic effect of methyl methanesulfonate towards its reduction

was also observed when seed treatment from the shoot part of *L.gmelinii* extracts. Pre-treatment of seeds with extracts in a concentration 50.0 mg/L led to a decrease in the frequency of metaphases with chromosomal aberrations and the number of structural rearrangements in chromosomes per 100 cells in 3.1 times (p <0.01). Post-mutagen treatment also contributed to a decrease in the mutagenic effect of MMS. The frequency of aberrant cells and the number of structural mutations were lower in 2.7 (p <0.01) and 2.6 (p <0.01) times as compared with MMS, respectively. In the spectrum of structural mutations, a significant decrease in chromosome and chromatid rearrangements was observed in 2.7 (p <0.05) and 3.6 (p <0.01) times in pre-treatment and 2.1-fond (p <0.05) and 3.6-fond (p <0.01), respectively, with post-treatment of BAS seeds.

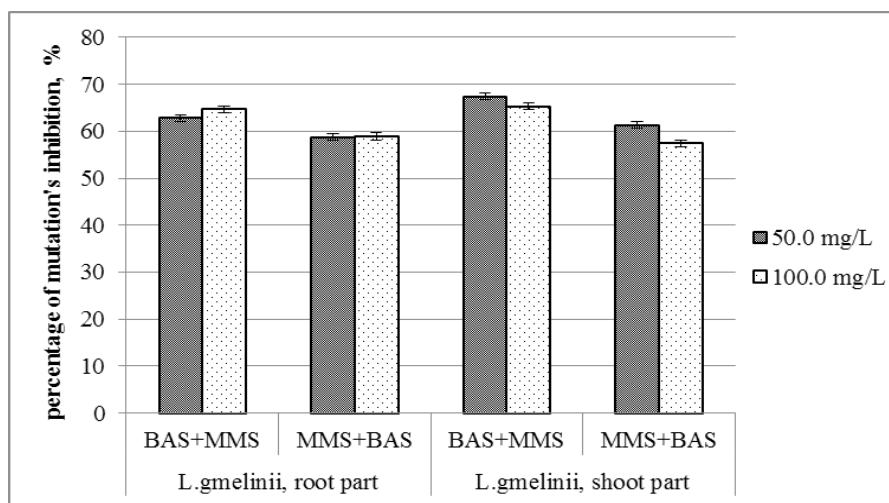
Plant extracts from the shoot part of *L.gmelinii* in a concentration 100 mg/L also reduced the level of MMS-induced mutagenesis irrespective of the treatment sequence. Thus, in the variant of BAS+MMS, the frequency of aberrant cells and the number of structural rearrangements in chromosomes per 100 metaphases decreased by 2.6 (p<0.01) and 2.9

( $p<0.01$ ) times, respectively, compared with MMS. With the reverse sequence of MMS+BAS, these indicators decreased by 2.3 ( $p<0.01$ ) and 2.4 ( $p<0.01$ ) times, respectively, compared to MMS. The decrease in the level of MMS-induced mutagenesis was due to both types of rearrangements, with the exception of the MMS+BAS variant, where a significant reduction was observed only due to chromatid rearrangements. In the variant of BAS+MMS, the frequency of chromosomal and chromatid rearrangements significantly decreased by 2.2 ( $p<0.05$ ) and 3.2 ( $p<0.01$ ) times, respectively, and by an inverse processing sequence reduced by 2.0 times (statistically not significant) and 3.0 ( $p<0.05$ ) times.

Comparative analysis of the level of modification of the MMS-induced mutagenic

effect with the *L.gmelinii* extract did not reveal significant differences in the frequency of aberrant cells and the number of structural rearrangements in chromosomes per 100 cells using concentrations 50.0 and 100.0 mg/L. There were no statistically significant differences in the decrease of these parameters when using *L.gmelinii* extracts from the shoot and root parts.

Extracts of BAS from shoot and root parts of *L.gmelinii* have strong antimutagenic activity against MMS in all concentrations used and upon all variants of treatment. The maximum antimutagenic effects were observed during BAS preliminary treatment MMS exposure and were 64.70% and 67.46% for the root and shoot parts, correspondingly (figure).



**Figure** – Percentage of mutation's inhibition (antimutagenic activity) of BAS extracts from the shoot and root parts of *L.gmelinii* against MMS

The mitotic index (MI) is used to evaluate the proliferative activity of tissues, and also as one of the tests in the analysis of mutagens. The mitotic index informs about the normal, depressed or intensified mitotic activity of the tissue. This indicator can be used in assessing the toxicity, mutagenicity and antimutagenic potential of different agents.

We studied the MI of the root meristem of germinating seeds, separately and jointly treated with MMS (positive control) and extracts from the shoot and root parts of *L.gmelinii* in concentrations 50.0 and 100.0 mg/L (Table 2).

The mitotic index in the root meristem of seeds soaked and germinated on distilled water was 6.94% (negative control). This indicator decreased by 2.7

times ( $p<0.01$ ) in the treatment of MMS. It indicates that the mutagen suppresses the proliferative activity of the cell population.

The MI in the root meristem of seeds soaked and germinated on aqueous solutions of BAS from the root part of *L.gmelinii* in a concentration 50.0 mg/L was 9.67%, and in a concentration 100.0 mg/L was 11.63%. The MI statistically significantly increased in 1.4 ( $p<0.05$ ) and 1.8 ( $p<0.01$ ) times when treatment of seeds with the BAS complex, respectively, in concentrations 50.0 mg/L and 100.0 mg/L compared with the negative control (water). It indicates about the stimulating effect of BAS on the proliferative activity of the root meristem.

**Table 2** – Mitotic index of the root meristem of germinating barley seeds treated with methyl methanesulfonate and biologically active substances from *L. gmelinii*

Variant	Mitotic index (%)	
	50.0 mg/L	100.0 mg/L
BAS from <i>L. gmelinii</i> (root part)	9.67 ± 0.51*	11.63 ± 1.03*
BAS + MMS	5.66 ± 0.67**	6.07 ± 0.67**
MMS + BAS	4.87 ± 0.55**	5.66 ± 0.96**
BAS from <i>L. gmelinii</i> (shoot part)	8.81 ± 0.55	9.82 ± 0.55**
BAS + MMS	4.47 ± 0.62*	5.03 ± 0.73**
MMS + BAS	4.37 ± 0.60*	4.98 ± 0.61**
Distilled water (negative control)	6.94 ± 0.80	
MMS, 5.0 mg/L (positive control)	2.57 ± 0.38**	

Note – \*-p<0.05; \*\*-p<0.01 as compared to methyl methanesulfonate;  
•-p<0.01; •-p<0.001 as compared to the negative control (water)

The proliferating activity of the root meristem cell population was statistically significantly increased by the joint treatment of seeds with BASs and MMS as compared to the treatment with the mutagen. However, the degree of increase in the MI depended on the sequence of MMS and BAS treatment. Thus, the pre-treatment of barley in a solution of BASs in concentrations 50.0 and 100.0 mg/L, followed by soaking in a solution of MMS, statistically significantly increased the MI in 2.2 ( $p < 0.01$ ) and 2.4 ( $p < 0.01$ ) times, respectively, compared to soaking only in the mutagen solution. Post-MMS-treatment of seeds with BASs in these same concentrations also increased the mitotic activity of the cells compared to treatment with MMS. At the same time, BASs in a concentration 50.0 mg/L statistically significantly increased the MI in 1.9 ( $p < 0.01$ ) times, and BASs in a concentration 100.0 mg/L in 2.2 ( $p < 0.01$ ) times.

Extracts from the shoot part of *L. gmelinii* also increased the proliferative activity of the primary root meristematic cells of the barley seeds. The MI in the variant with seed treatment of BAS was statistically significantly increased by 1.4 times ( $p < 0.01$ ) only with a concentration 100 mg/L in comparison with the negative control (water). In the variant of seed treatment of BAS+MMS, statistically significant increase in the proliferative activity of cells inhibited by MMS was observed. The mitotic index increased in comparison with the treatment of only MMS in 1.7 ( $p < 0.05$ ) and 2.0 ( $p < 0.01$ ) times in concentrations 50.0 and 100.0 mg/L, respectively. With the reverse sequence of seed treatment, there was also an increase in the proliferation of the cell population.

At the same time, the MI values increased in 1.6 ( $p < 0.05$ ) and 1.9 ( $p < 0.01$ ) times in concentrations 50.0 and 100.0 mg/L. Comparative analysis of the MI showed that pre- and post-treatment of seeds with BASs from root and shoot parts of *L. gmelinii* statistically significantly decreased the inhibitory effect of proliferative activity of MMS.

Thus, cytogenetic studies have shown that extracts from *L. gmelinii* in the concentrations used have not mutagenic activity, but, on the contrary, even slightly reduced the level of spontaneous mutagenesis in the root meristem of barley. As a result of combined action of MMS and plant extracts, regardless of the treatment sequence, a statistically significant decrease in the frequency of aberrant cells and chromosomal aberrations per 100 metaphase was observed. It indicates the presence of antimutagenic activity in the extracts. There were no significant differences in the antimutagenic activity of extracts from the shoot and root parts of *L. gmelinii*, despite the greater content of BAS in the root part of plants. Plant extracts showed a mitostimulatory effect, while MMS statistically significantly reduced the proliferative activity of root meristematic cells compared to the control (water). Pre- and post-treatment of BAS seeds in all concentrations statistically significantly increased the mitotic activity of the root meristem in comparison with MMS.

It is known that DNA repair is an enzymatic process, depending on the level of cellular metabolism. It is shown that the preliminary administration of various vitamin complexes to rats exposed to different chemical mutagens leads to decreased

DNA susceptibility to damaging effect. L.P. Sycheva and V.S. Zhurkov theoretically substantiated and experimentally confirmed the thesis that the preliminary induction of enzymatic metabolizing systems *in vivo* leads to a weakening of the effects of direct mutagens (Sycheva, 2003:87-91).

The antimutagenic effect of the extracts from *L.gmelinii* containing a complex of biologically active substances can be caused by the activation or restoration of the repair systems of a cell damaged by a mutagen. In addition, the genetic protective effect of these BASs may be due to their ability to inhibit free radical processes, enhanced by the action of different genotoxins, and to stimulate chromosome repair. Herbal preparations can be considered the most promising as therapeutic agents aimed at leveling the action of mutagens on the

body. Antimutagenic action of herbal preparations is associated with the content of such substances as vitamins, pigments, amino acids, phenols and polyphenols, most of which have antimutagenic activity (Ajith, 2011: 2676-2680; Al-Jaber, 2011: 293-307; Farghalaly, 2009: 1-7; Havsteen, 2002: 67-202; Hernes, 2001: 3109-3122; Kumar, 2014: 815-826; Lin, 2008: 634-646; Lotito, 2000: 151-157; Manjula, 2006: 113-116; Medvedeva, 2003: 27-29; Middleton, 2000: 673-751; Miller, 2000: 312S-319S; Milner, 2001: 1027-1031; Rice-Evans, 2001: 797-807; Sarac, 2014: 60-64; Sprygin, 2006: 81-90; Sram, 2012: 39-49; Strusovskaya, 2012: 128-131).

This work is supported by scientific project MES RK 0587/GF4, GR № 0115RK00378 (2015-2017). Principal investigator is Kolumbayeva S.Zh.

## References

- 1 Ajith, T.A., and K.K. Janardhanan. «Antimutagenic effect of Phellinus rimosus (Berk) Pilat against chemical induced mutations of histidine dependent *Salmonella typhimurium* strains.» *Food Chem Toxicol.* 49 (2011): 2676-80.
- 2 Al-Jaber, N.A., A.S. Awaad, and J.E. Moses. «Review on some antioxidant plants growing in Arab world.» *Journal of Saudi Chemical Society* 15 (2011): 293-307.
- 3 Artyukhov, V.G., and V.N. Kalaev. «Tsitogeneticheskii monitoring sostoyaniya okruzhayushchego sredy na territoriyakh, podvergshikhsya radioaktivnomu zagryazneniyu v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoi AES (Na primere pos. Urazovo Belgorodskoi oblasti).» [The Cytogenetic Monitoring of the Environmental Conditions on the Territories Exposed by the Radioactive Contamination as a Result of Chernobyl Nuclear Power Station Accident (Colony Urazovo Belgorod Region as an Example)] *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* 46 (2006): 208-15. (In Russian).
- 4 Geras'kin S.A., and E.A. Sarapul'tseva Biologicheskii kontrol' okruzhaiushchego sredy. Geneticheskii monitoring [Biological control of environment. Genetic monitoring] (Moscow: Akademija, 2010), 55-56. (In Russian).
- 5 Farghalaly, A.A., and M.A.M. Abo-Zeid. «Evaluation of the antimutagenic effect of vitamin C against DNA damage and cytotoxicity induced by trimethyltin in mice.» *Nature and Science* 7 (2009): 1-7.
- 6 Goncharova R.I., Kuzhir T.D. «Molekuliarnye osnovy primeneniia antimutagenov v kachestve antikantserogenov» [Molecular basis of applying antimutagens as anticarcinogens]. *Ecological genetics* 3 (2005): 19-32. (In Russian)
- 7 Havsteen, B.H. «The biochemistry and medical significance of the flavonoids.» *Pharmacol. Ther.* 96 (2002): 67-202.
- 8 Hernes, P.J., R. Benner, G.L. Cowie, M.A. Goni, B.A. Bergamaschi, and J.I. Hedges. «Tannin diagnosis in mangrove leaves from a tropical estuary: a novel molecular approach.» *Geochim. Cosmochim. Acta* 65 (2001): 3109-22.
- 9 Holland, N.T., P. Duramad, N. Rothman, L.W. Figgs, A. Blair, A. Hubbard, and M.T. Smith. «Micronucleus frequency and proliferation in human lymphocytes after exposure to herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid *in vitro* and *in vivo*.» *Mutation research. genetic toxicology and environmental mutagenesis* 521 (1-2) (2002): 165-78.
- 10 Khudolei V.V. Kantserogeny: kharakteristiki, zakonomernosti, mekanizmy deistviya [Carcinogens: Characteristics, patterns, mechanisms of action] (St. Petersburg: NII Khimii SPbGU, 1999), 374-375. (In Russian).
- 11 Kumar, K.H., S.Razack, I.Nallamuthu, and F. Khanum. «Phytochemical analysis and biological properties of *Cyperus rotundus* L.» *Industrial Crops and Products* 52 (2014): 815-26.
- 12 Kurlyandskii, B.A., and V.A. Filova. *Obshchaya toksikologiya* [General Toxicology] (Moscow: Meditsina, 2002), 608. (In Russian)
- 13 Lin, Y., R. Shi, X. Wang, and H.-M. Shen. «Luteolin, a flavonoid with potential for cancer prevention and therapy.» *Curr. Cancer Drug Targets* 8 (2008): 634-46.
- 14 Lotito, S.B., and C.G. Fraga. «Ascorbate protects (+)-catechin from oxidation both in pure chemical system and human plasma.» *Biol. Res.* 33 (2000): 151-57.
- 15 Manjula, S.H.D., S. Benjamin, and K.L. Bairy. «Modulatory effect of vitamin C on genotoxic effect of endosulfan in developing albino rats.» *Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics* 5 (2006): 113-16.
- 16 Medvedeva, E.N., V.A. Babkin, and L.A. Ostroukhova. «Arabinogalaktan listvennitsy - svoistva i perspektivy ispol'zovaniya (obzor).» [Larch arabinogalactan – properties and prospects of use (review)] *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* 1 (2003): 27-29. (In Russian)
- 17 Middleton, E.J., C. Kandaswami, and T.C. Theoharides. «The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer.» *Pharmacol. Rev.* 52 (2000): 673-751.

- 18 Miller, H.E., F. Rigelhof, L. Marquart, A. Prakash, and M. Kanter. «Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables.» *J. Am. Coll. Nutr.* 19 (2000): 312S–319S.
- 19 Milner, J.A. «A historical perspective on garlic and cancer.» *J. Nutr.* 131 (2001): 1027–31.
- 20 Natarajan, A., P. Molnar, K. Sieverdes, A. Jamshidi, and J.J. Hickman. «Microelectrode array recordings of cardiac action potentials as a high throughput method to evaluate pesticide toxicity.» *Toxicol. in Vitro* 20 (3) (2006): 375–81.
- 21 Nemtseva, L.S. Metafaznyi metod ucheta perestroek khromosom. [Metaphase Chromosome aberrations Method] (Moscow: Nauka, 1970), 125 [In Russian]
- 22 Rice-Evans, C. «Flavonoid antioxidants.» *Curr. Med. Chem.* 8 (2001): 797–807.
- 23 Sarac, N., and B. Sen. «Antioxidant, mutagenic, antimutagenic activities, and phenolic compounds of Liquidambar orientalis Mill. var. Orientalis.» *Industrial Crops and Products* 53 (2014): 60–64.
- 24 Sprygin V.G., Kushnerova N.F. «Prirodnye oligomernye proantotsianidiny – perspektivnye regulatory metabolicheskikh narusheniy» [Oligomeric proanthocyanidin complexes as perspective regulators of metabolic disturbances at alcohol abuse] *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences* 2 (2006): 81-90. (In Russian).
- 25 Sram, R.J., B. Binkova, and P.J. Rossner. «Vitamin C for DNA damage prevention.» *Mutation Research. Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 733 (2012): 39–49.
- 26 Strusovskaya, O.G. 2012. «Opredelenie veshchestv polifenol'noi struktury v nekotorykh rasteniyakh Solovetskogo arkipelaga.» [Determination of polyphenolic compounds in some plants of Solovetsky Archipelago] *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya* 19 (2012): 128–31. (In Russian)
- 27 Sycheva L.P., V.S. Zhurkov, and Yu.A. Rakhmanin «Novyy podkhod k diagnostike mutagennykh i kantserogennykh svoystv faktorov okruzhayushchey sredy» [A new approach to diagnosing the mutagenic and carcinogenic properties of environmental factors]. *Hygiene & Sanitation* 6 (2003): 87-91. (In Russian)
- 28 Vasilyeva I.M., Zh.M. Shagirova, T.A. Sinelshikova, D.A. Mavletova, N.S. Kuzmina, and G.D. Zasukhina «Protection of radiosensitive human cells against the action of heavy metals by antimutagens and adapting factors: Assotiation with genetic and protein polymorphisms.» *Russian Journal of Genetics* 45 (2009): 659-662.
- 29 Xia, X. «The cost of wobble translation in fungal mitochondrial genomes: integration of two traditional hypotheses.» *BMC Evolutionary Biology* 8 (2008): 211.
- 30 Zasukhina G.D. «Adaptivnyy otvet obshchebiologicheskaya zakonomernost': fakty, gipotezy, voprosy» [Adaptive Response – the General Biological Tendency: Facts, Hypothesis, Questions]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* 48 (2008): 464-473. (In Russian)

### Литература

- 1 Артюхов В.Г., Калаев В.Н. Цитогенетический мониторинг состояния окружающей среды на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС (на примере пос. Уразово Белгородской области) // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2006. – Т 46, №2. – С. 208–215.
- 2 Васильева И.М., Шагирова Ж.М., Синельщикова Т.А., Мавлетова Д.А., Кузьмина Н.С., Засухина Г.Д. Защита радиочувствительных клеток человека от воздействия тяжелых металлов антимутагенами и адаптирующими факторами // Генетика – 2009. – Т 45, № 6. – С. 753–757.
- 3 Гераськин С.А., Сарапульцева Е.А. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг. – М.: Академия, 2010. – С. 55-56. ISBN: 978-5-7695-6536-6.
- 4 Гончарова Р.И., Кужир Т.Д. Молекулярные основы применения антимутагенов в качестве антиканцерогенов // Экологическая генетика. – 2005. – Т. 3, № 3. – С. 19–32.
- 5 Засухина Г.Д. Адаптивный ответ – общебиологическая закономерность: факты, гипотезы, вопросы. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. 48, № 4. – С. 464–473.
- 6 Курляндский, Б.А., Филова В.А. Общая токсикология. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.
- 7 Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. – 2003. – №1. – С. 27–29.
- 8 Немцева Л.С. Метафазный метод учета перестроек хромосом. – М.: Наука, 1970. – 125 с.
- 9 Спрыгин В.Г., Кушнырева Н.Ф. Природные олигомерные проантоцианидины – перспективные регуляторы метаболических нарушений // Вестник ДВО РАН. – 2006. – № 2. – С. 81–90.
- 10 Струсовская О.Г. Определение веществ полифенольной структуры в некоторых растениях Соловецкого архипелага // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2012. – Т. 19, № 16 (135). – С. 128–131.
- 11 Сычева Л.П., Журков В.С., Рахманин Ю.А. Новый подход к диагностике мутагенных и канцерогенных свойств факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2003. – № 6. – С. 87–91.
- 12 Худолей В.В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 1999. – С. 374–375. ISBN: 5-7997-0170-4.
- 13 Ajith, T.A., and K.K. Janardhanan. «Antimutagenic effect of Phellinus rimosus (Berk) Pilat against chemical induced mutations of histidine dependent *Salmonella typhimurium* strains.» *Food Chem Toxicol.* 49 (2011): 2676–80.
- 14 Al-Jaber, N.A., A.S. Awaad, and J.E. Moses. «Review on some antioxidant plants growing in Arab world.» *Journal of Saudi Chemical Society* 15 (8) (2011): 293–307.

- 15 Farghalaly, A.A., and M.A.M. Abo-Zeid. «Evaluation of the antimutagenic effect of vitamin C against DNA damage and cytotoxicity induced by trimethyltin in mice.» *Nature and Science* 7 (12) (2009): 1–7.
- 16 Havsteen, B.H. «The biochemistry and medical significance of the flavonoids.» *Pharmacol. Ther.* 96 (2002): 67–202.
- 17 Hernes, P.J., R. Benner, G.L. Cowie, M.A. Goni, B.A. Bergamaschi, and J.I. Hedges. «Tannin diagnosis in mangrove leaves from a tropical estuary: a novel molecular approach.» *Geochim. Cosmochim.* 65 (2001): 3109–22.
- 18 Holland, N.T., P. Duramad, N. Rothman, L.W. Figgs, A. Blair, A. Hubbard, and M.T. Smith. «Micronucleus frequency and proliferation in human lymphocytes after exposure to herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in vitro and in vivo.» *Mutation research. genetic toxicology and environmental mutagenesis* 521 (1–2) (2002): 165–78.
- 19 Kumar, Kandikattu Hemanth, Sakina Razack, Ilaiyaraaja Nallamuthu, and Farhath Khanum. «Phytochemical analysis and biological properties of *Cyperus rotundus* L.» *Industrial Crops and Products* 52 (2014): 815–26.
- 20 Lin, Y., R. Shi, X. Wang, and H.-M. Shen. «Luteolin, a flavonoid with potential for cancer prevention and therapy.» *Curr. Cancer Drug Targets* 8 (2008): 634–46.
- 21 Lotito, S.B., and C.G. Fraga. «Ascorbate protects (+)-catechin from oxidation both in pure chemical system and human plasma.» *Biol. Res.* 33 (2000): 151–57.
- 22 Manjula, S.H.D., S. Benjamin, and K.L. Bairy. «Modulatory effect of vitamin C on genotoxic effect of endosulfan in developing albino rats.» *Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics* 5 (2006): 113–16.
- 23 Middleton, E.J., C. Kandaswami, and T.C. Theoharides. «The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer.» *Pharmacol. Rev.* 52 (2000): 673–751.
- 24 Miller, H.E., F. Rigelhof, L. Marquart, A. Prakash, and M. Kanter. «Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables.» *J. Am. Coll. Nutr.* 19 (2000): 312S–319S.
- 25 Milner, J.A. «A historical perspective on garlic and cancer.» *J. Nutr.* 131 (2001): 1027–31.
- 26 Natarajan, A., P. Molnar, K. Sieverdes, A. Jamshidi, and J.J. Hickman. «Microelectrode array recordings of cardiac action potentials as a high throughput method to evaluate pesticide toxicity.» *Toxicol. in Vitro* 20 (3) (2006): 375–81.
- 27 Rice-Evans, C. «Flavonoid antioxidants.» *Curr. Med. Chem.* 8 (11) (2001): 797–807.
- 28 Sarac, Nurdan, and Burak Sen. «Antioxidant, mutagenic, antimutagenic activities, and phenolic compounds of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *Orientalis*.» *Industrial Crops and Products* 53 (February) (2014): 60–64.
- 29 Sram, R.J., B. Binkova, and P.J. Rossner. «Vitamin C for DNA damage prevention.» *Mutation Research. Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 733 (2012): 39–49.
- 30 Xia, X. «The cost of wobble translation in fungal mitochondrial genomes: integration of two traditional hypotheses.» *BMC Evolutionary Biology* 8 (2008): 211.

**Тастамбек Қ.Т.\*, Акимбеков Н.Ш., Цяо Сяохуэй,  
Бердіқұлов Б.Т., Жұбанова А.А.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., \*e-mail: tastambeku@gmail.com

**ҚОҢЫР КӨМІР НЕГІЗІНДЕ  
ЖОҒАРЫ САПАЛЫ ТҮТІНСІЗ ЖӘНЕ КУЛДІЛІГІ АЗ БРИКЕТ АЛУДЫН  
БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТИЛЕРІ**

Көмірді қайта өңдеудің биотехнологиялық процесстері, оның ішінде қайта өңдеу, трансформация, конверсия түрлі қатты, сұйық, немесе газ тәрізді отын түрлерін және өнімдерді алуға, оның техникалық-тұтынушылық ерекшеліктерін білуге бағытталуы мүмкін. Коммуналдық-тұрмыстық және өнеркәсіп секторында жанатын көмір отынының құкірт қосылыстары мен түтіні аз, құл көлемі төмен және құрылымды-гранулометрикалық құрамының болуы өнімдерді «түтінсіз отын» немесе «брикеттер» деген атауларға біріктіреді.

Сондай-ақ, көмірді генетикалық модифицирленген немесе аборигенді микроорганизмдерді қолдана отырып қайта өңдеудің тағы бір негізгі бағыты ипритті және органикалық құкіртті жою көмегімен энерготехнологиялық түрде қолдану үшін қызметтік және экологиялық сипаттамаларын жақсарту болып табылады. Биотехнологиялық тәсілдемелер жасауда бактериялар мен саңырауқұлақтардың әртүрлі топтарын қолданады, ал үдеріс оттегінің қатысуымен мезофильді және термофильді жағдайда да орындала беруі мүмкін.

Қазіргі таңда көбірек қызығушылық тұдышып отырған үдерістің бірі биодесульфуриздеу, яғни көмірден құкіртті алып тастау негізінде жаңа биотехнологиялық әдістер жасалынып жатыр. Құрамына симбиотикалық, комменсал-микроорганизмдер кіретін биоценоздар мен микробтар экожүйесі табиғи биодесульфуризаторлар болып саналады.

Атап өткен себептерге байланысты қатты отын өндіруде, оның ішінде түтінсіз отын өндіруде жаңа пайдалы технологияларды зерттеу және жасап шығару өзекті мәселенің дер кезіндегі шешімі болады.

**Түйін сөздер:** көмір, микроорганизм, биосолюбидеу, құкіртсіздендіру, түтінсіз отын.

Tastambek K.T.\*, Akimbekov N.Sh., Qiao Xiaohui,  
Berdikulov B.T., Zhubanova A.A.

al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty, \*e-mail: tastambeku@gmail.com

**Biotechnological aspects of the production  
of high-quality smokeless and low-ash briquets based on lignite**

Biotechnological processes of coal processing, including transformation and conversion can be aimed at obtaining various solid, liquid and gaseous fuels and products from it, as well as improving its technical and consumer characteristics. Combusted in the municipal and industrial sectors, coal fuel, which has a low sulfur content, low smoke, reduced ash content and the required structural-granulometric composition, is combined under the name «smokeless fuel» or «briquettes».

Also, the main areas of coal processing based on the use of native or genetically modified microorganisms is to improve their functional and environmental characteristics for energy-engineering applications by removing mustard and organic sulfur. When developing biotechnological approaches, various groups of bacteria and fungi are used, and the processes can be performed both in mesophilic and thermophilic conditions in the presence of oxygen.

At present, new biotechnological methods are being developed based on the removal of sulfur from coal, i.e. biodesulfurization is one of the processes that causes the greatest interest. Natural biodesulfurization process involves microbial ecosystems and biocenoses, which include symbiotic commensal microorganisms.

For the reasons listed above, the study and creation of new efficient technologies for the production of solid fuels, including smokeless, is a timely solution to the current problem.

**Key words:** coal, microorganism, biosolubilization, desulfurization, smokeless fuel.

Тастамбек К.Т.\* , Акимбеков Н.Ш., Цяо Сяохуэй,  
Бердикулов Б.Т., Жубанова А.А.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, \*e-mail: tastambeku@gmail.com

### **Биотехнологические аспекты получения высококачественных бездымных и низкозольных брикетов на основе бурого угля**

Биотехнологические процессы переработки угля, в том числе трансформация и конверсия, могут быть направлены на получение из него различных твердых, жидких и газообразных видов топлива и продуктов, а также улучшение его техническо-потребительских характеристик. Сжигаемое в коммунально-бытовом и промышленном секторах угольное топливо, обладающее низким содержанием сернистых соединений, малой дымностью, пониженной зольностью и необходимым структурно-гранулометрическим составом, объединено под названием «бездымное топливо» или «брикеты».

Также основными направлениями переработки углей на основе использования аборигенных или генетически модифицированных микроорганизмов является улучшение их функциональных и экологических характеристик для энергетического применения посредством удаления ипритной и органической серы. При разработке биотехнологических подходов используют различные группы бактерий и грибов, а процессы могут быть выполнены как в мезофильном, так и термофильном условиях в присутствии кислорода.

В настоящее время разрабатываются новые биотехнологические методы, основанные на удалении серы из угля. Биодесульфуризация является одним из процессов, который вызывает наибольший интерес. Естественными биодесульфуризаторами являются микробные экосистемы и биоценозы, в состав которых входят симбиотические комменсал-микроорганизмы.

По перечисленным причинам изучение и создание новых эффективных технологий для производства твердого топлива, в том числе бездымного, являются своевременным решением актуальной проблемы.

**Ключевые слова:** уголь, микроорганизм, биосолюбилизация, десульфуризация, бездымное топливо.

## **Кіріспе**

Нарықтық экономиканың қарқынды дамуына қарай, қазіргі заманда энергияны тиімді жұмсау өзекті мәселенің бірі болып отыр. Энергияны пайдалану мақсатында қоршаған ортага максималды түрде зияны тимейтін және қалдықсыз технологиялардың түрлери ұсынылады. Соның бірі ретінде, Қазақстандағы өндіріліп жатқан көмірді, яғни қоңыр көмірді айтуға болады. Әртүрлі қолдану аясына байланысты энергетикалық қорларды өндіру үшін қоңыр көмірдің биологиялық қайта өнделуі – оны тұрақты қолданудың ең үдемелі бағыты.

Қазақстан аумағы көмір кені жөнінен әлемдегі ең үлкен ондыққа кіреді. Қоңыр көмір Қазақстандағы жалпы көмір қорының кемінде 62% (24 млрд. т аса) құрайды. Қоңыр көмір

жану жылуының мәні аз болуымен (шамамен 26 МДж/кг), жоғары ылғалдылығымен (40% дейін), көміртегінің (шамамен 60%) және сутегінің (6%) аз болуымен, оттегі көлемінің көп болуымен (17-34%), ұшқыш заттар санының өте көптігімен (50% дейін) ерекшеленеді; онымен қоса олар механикалық тұрғыда аса берік емес, ауада ылғалдылығын тез жоғалтады, ұсақталады және сынық бөлшектерге айналады, жұмсақ жыныстылар. Осы себепті олар энергетикалық мақсатта қолдануда онша тиімді емес. Өндіріліп жатқан кен орнынан қалатын қоңыр көмірлер жақын маңайға үйінді болып жинақтала береді. Ұақыт өте келе, биіктігі 70-120 м жететін тиррикондар (үйінділер) пайда болады. Бұл террикондар жер көлемінің үлкен бөлігін ала отырып, атмосфераның газ-тозацмен қарқынды ластануына, жер құнарлылығының нашарлауына, жера-

сты сулары мен жерүсті суларының химиялық улануына алып келеді (Kairbekov 2014: 276; Vorobiev 2007: 311).

Көмір кен орнын жасау жерасты суларының балансы мен гидродинамикалық режиміне де кері әсерін тигізді. Сонымен қатар әлеуетті қорлар қайта қалпына келмейтінімен қоса жерүстін мекендеушілерді жояды және су экожүйесін бұзады. Дегенмен дәл осындағанда сапасы төмен, күлі көп, практикалық түрғыда жарамсыз көмір химиялық және биотехнологиялық қайта өндіре арқылы құнды өнімдер қатарын алуша маңызы орасан.

Көмірді қайта өндіредің биотехнологиялық процестері, трансформация мен конверсия түрлі қатты, сұйық және газ тәрізді отын түрлерін, өнімдерді алуға, оның ішінде қайта өндіре және оның техникалық-тұтынушылық ерекшеліктерін білуге бағытталуы мүмкін (Wencheng 2015: 206-221).

Химиялық түрғыдан қоңыр көмірді аморфты полимер ретінде қарастыруға болады. Қоңыр көмірдің өзінің құрамын қарастыратын болсақ: қоңыр көмір=битум+гумин қышқыл+қалдық көмір. Мұндай құрамды қоңыр көмірді брикеттеу бірнеше сатыдан тұрады. Себебі, олардың барлығын жоғарғы қысыммен қысу арқылы сапалы, біріккен берік, пайдалы өнім алу мақсатында көпсатылы болады. Қоңыр көмірден брикет құрастыру механизмін жасау барысында бірнеше гипотезалар туындаған болатын.

Битумды гипотеза. Көмірдің құрамындағы смола алынатын бөлігіне битумды жатқызамыз. Оны көмірден бөліп алу үшін экстракция немесе құргақ дистилляция жасау қажет. Битумның құрамына спирт, көмірсулар, оттек және эфир, ал қоңыр көмір құрамына жоғарыда аталғандарымен бірге балауыз кіреді. Қоңыр көмір битумы 90°C температурасында балки бастайды. Құрамы 77-80% көміртек, 9-12% сутектен тұрады (Nelson 2014: 911-918; Fakoussa 2009: 25-40).

Алынатын битум қоңыр көмірдің жер астында жатқан уақытысына байланысты болады. Ұзақ уақыт жатқан қоңыр көмірден 3-4% ғана битум алуға болады. Өте ерте қазылған, жас кен орындарынан алынған қоңыр көмірден 12-14%, ал қалыпты өз кезеңінде алынғандарынан 24%-ға дейін битум алуға болады. Битумның гидрофобтылығы брикеттің сұға тұрақтылығына жауап береді. Практикалық жұмыстардан қарайтын болсақ, 11% битумы бар қоңыр көмірлердің сұға тұрақты емес екендігін байқауға болады. Яғни, құрамында болатын битумның

пайыздық көрсеткіші маңызды рөл атқарады. Құрамында 6-8% битумы бар қоңыр көмірлердің барлығы ішіне байланыстыруши заттарды қоспай жақсы брикеттеледі. Битумның болу себебін келесідей түсіндіруге болады: жоғарыда айтқандай, құрамында 6-8% битумды қоңыр көмірді 70-80°C температурада ерітіп, қатты қысымда брикет жасау мақсатында пресстейді. Еріген битум байланыстыруши қызмет атқарып, қоңыр көмірдің ішкі түйіршіктерінің арасында жұқа қабаттың түзілуіне алып келеді. Битумды гипотезаның мәні битумның езі байланыстыруши қызмет атқарып, сапалы брикетті шыгаруға мүмкіндік тудырады (Monistrol 1994: 205-206).

Капиллярлы гипотеза. Бұл гипотезаның маңызы қоңыр көмірді қатты поралы зат ретінде қарастырады. Олардың ұзақ сақталуы пораларының көбеюіне алып келеді. Көмір ескі болған сайын пораларының тесіктері де кішірейе береді. Пора капиллярларының іші суға жинақталады. Брикет жасау кезінде пресстей процессінде қаншалықты жинақтаған сайын, соншалықты ішінен су шығып, сутектік байланыс жасайды, сонынан тығыз байланыс жасай отырып жақсы біріктіреді (Celin 2005: 294-302).

Гумин-қышқылды гипотеза. Қоңыр көмір құрамында болатын гуминді-қышқылдың болуында. Жоғарғы қысыммен пресстеген кезде көмір бөліктерімен бірігіп байланыс жасап қалады. Жоғарыдағы гипотезаларды қарасақ брикеттеуге құрамындағы қай зат болсын маңызы зор (Durgesh 2013: 215-221).

Қоңыр көмір құрамында болатын гумин-қышқылының маңыздылығы брикетті алудағана емес, ауыл шаруашылығында да маңызды. Гумин қышқылдары адамның өндірістік және басқа шаруашылық процесі кезінде пайда болатын ауыр металдардың тұздары, радионуклеотидтер, ароматты көмірсулар және басқа уландыруши заттарды байланыстыратын қасиеті бар. Бұл оның басты қорғаныш және экологиялық қасиеті. Олар осылай байланысу арқасында «консервіленеді» және адамдардың, тірі жандардың ағзalarына түспейді. Топырактағы гумустың құрамы айтартықтай дәрежеде ерекшеленеді. Олардың бірқатар саны қара топыракта болады. Ол 10%-ға дейін жетуі мүмкін. Ауыр топыракта – 2,5%, күлденген және шымды топыракта 1,5%, ал тундра мен шөл дала да одан да аз болады. Ол ылғалды топыракта көп мөлшерде болады, себебі су оттегінің түсінен кедергі жасайды, соның есебінен ол баяу таралады. Мысалы, шымтезектің құрамында органикалық қалдықтар мен гумусты зат-

тар 90%-ға дейін болады. Гумусты заттар көп мөлшерде қоңыр көмірде, шымтезекте және шіріген тұнбада болады. 1 га жердегі гумуста жинақталған энергияның санын 50 тонна бензинмен теңестіруге болады, ал қара топыракпен салыстырғанда 250 тонна болады (Chunjie 2016: 214-221).

Топырактың құнарлылығын қалпына келтіру технологиясы әлемдік сұранысқа ие. Ол технологиялар өсімдіктер өнімділігінің жоғарылауына әсер етеді. Ол өз кезегінде агротехнология саласындағы жана парадигмаға белсенді көшуіне байланысты болады. Өндірісте гумусты дайындау технологиясының қысқаша сипаттамасы. Гумус өндірісі үшін гумин қышқылына бай шикізат ретінде қоңыр көмір қолдануға болады деген болжам бар. Қоңыр көмірдің баламасы ретінде резенке, шымтезек, шірік тұнбасы пайдаланады. Өндіріске түсken көмір електен өткізіледі және бактериялардың мөлшерімен шамалас оптимальді мөлшерге дейін ұсақталады. Белгілі қатынастағы көмірдің әртүрлі фракциялары көпсатылы гумус өндірісінің процесін қамтамасыз етеді. Сонымен катар органиканы (шығу тегі әртүрлі органикалық қалдықтар, соның ішінде ағаш жонқалары, мал шаруашылығының қалдықтары және т.б.) қосу көзделеді. Органикалық шикізат арнайы ұсақтағышта оптимальді мөлшерге дейін ұсақталады. Ары қарай компоненттер өнімді дайындауга арналған барлық қатаң дозаланған компоненттер түсетін таспалы конвейері бар араластырғыштарға беріледі. Конвейерге түсken шикізаттың әртүрлі түрлері циклды немесе үздіксіз жұмыс істейтін араластырғыштарда біртекті жағдайға дейін араластырылады. Ары қарай қоңыр көмір мен органикалық шикізаттың ұсақталған қоспасына өсімдіктер сініретін көмірдің құрамында болатын гумин қышқылына айналатын бактериальді инокулят енгізіледі. Арнайы жағдайда араластырғыш – биореакторда қоңыр көмірдің құрылымы мен қасиетінің өзгеруі жүріді (Monistrol 1994: 205-2016, Ivanov 1998: 18; Petrova 2012: 17.).

Б2-Б3 топтаратына бөлінген лигнит кесектенген көмір отынының шикізат базасын дамытуға деген ерекше қызығушылық оларды өндірудің үнемі артуына байланысты туып отыр. Оларды өндірудің артуы көбінесе ашық әдіспен, яғни арзанырақ жол арқылы өндірумен анықталады. Дегенмен бұл көмірлер құрамында күл мен ылғалдың көп мөлшерде болуына байланысты ажыратылады, бұл қасиеттері өз кезегінде жану жылуын төмендетеді, сақтау кезінде тез

бұзылуға ұшыратады, тасымалдауға жарамсыз етеді.

Қоңыр көмірді биотехнологиялық жақсарту әдістері, жекелей алғанда брикеттеу арқылы осы көмірлердің модификациялануы нәтижесінде тасымалдау көлемінің үлғауы мен қолдану аясының артуы мүмкін болады.

Тұтінсіз отын алу мен брикеттеу саласының дайындалған ұсақ көмір және шихтаны тығыздау негізінде жасалған немесе көмірдің өз пластикалық қабатын қолдана отырып немесе табигаты әртүрлі байланыстырушы заттардың көмегімен жасау сияқты технологиялық шешімдері бар. Дегенмен осы уақытқа дейін жасалған Б2-Б3 тобына жаттын қоңыр көмірге негізделіп жасалған брикеттердің өндірісі посткеңестік кезеңде жүзеге асырылмаған. Мұның негізгі себебі бұл көмір түрі берік брикеттерді алуда қажетті пластикалық (созылымдылық) қасиетке және қалыптастыру қабилетіне ие емес. Бірақ әртүрлі деңгейдегі экологиялық және энергетикалық мәселелердің шиеленісіне байланысты қазіргі таңда зерттеушілердің алдында қоршаған ортаға қорғаныс әсері бар зерттеулерді жүргізіп, оларды энергия үнемдегіш технологиялардың реестріне енгізуіндегі қажеттілігінде көптеген сұраптарды туындастырып отыр. Қоңыр көмірдің энергетикалық құндылығы төмен, ал оны дәстүрлі түрде пайдалану қоршаған ортандың азот оксидімен, күкіртпен және басқа да зиянды заттармен ластануына әкеп соғады. Осындай өткір мәселеге байланысты, халық шаруашылығында қоңыр көмірді пайдага асырудың жанама әдістері іздестірілуде. Қоңыр көмірдің топыраққа енгізілуі ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыратыны өткен ғасырдың 60-жылдарында-ақ белгілі болған (Omari 1992: 911-915; Ivanov 2015: 45-52). Кейінірек, өсімдіктің өсуін ынталандырушы ретінде сілтілі металдың гидроксидтерімен немесе аммонии және табиги гуминді заттардың өндеу арқылы алынған көмірдің сілтілі экстракти болып табылатын гуматтарды пайдалану ұсынылды. Гуматтар салыстырмалы түрде көмірге қарағанда өсімдіктің өсуіне көбірек ықпал жасайды, себебі гуматтардың сілтілі заттармен өндеу барысында қоңыр көмірдің жоғары молекулалы қосылыстары бұзылып, нәтижесінде ерігіштік қасиеті де арта түседі (Ivanov 2015: 430-438; Klein 2013: 65-73). Сондай-ақ, бұл процесс қоңыр көмірдің базидиальді санырауқұлактарының экстрацептлюларлы ферментімен өндеу бары-

сында да жүзеге асатыны белгілі болды (Olsson 2000: 8-10). Қоңыр көмірдің бұлай коллоидты еруі энзимнің әсерінен жүреді, оны биосолюбилизация деп атайды. Бұл процесте негізгі рөлді лигниндеградациялық жүйе атқарады, ол жүйеге лигнинпероксидаза, Mn-пероксидаза, лакказа және басқа да ферменттер, сондай-ақ төмен молекулалы екіншілік метаболиттер кіреді. Қазіргі уақытта көмірді биосолюбилизациялайтын базидиальді санырауқұлақтардың *Phanerochaete chrysosporium*, *Nematoloma frowardii*, *Stropharia rugosoannulata* сияқты біраз қатары белгілі (Saranya 2016: 214-219). Сілтілі экстракт әдісімен жасалған гуматка қараганда, қоңыр көмірдегі базидиомицеттердің өсуі нәтижесінде пайда болған биосолюбилизация өнімдерінің айырмашылығы құрамында табигаты ароматты болып келетін санырауқұлақтар (гуминтәрізді заттар, меланины) және тотығу-тотықсыздану, биологиялық белсенді қасиеті бар қосылыстар болады. Дегенмен, биосолюбилизация өнімдерінің биологиялық қасиеттерін бағалайтын зерттеу жұмыстары, бізге белгілі болғандай, сол күй жүргізілмеген.

Жоғарыда көргендерініздей қоңыр көмірдің мүмкіншілігі биотехнологиялық бағытта жұмыс жасайтын болсақ өте көп. Аталған бағыттар бойынша зерттеу жұмыстарымыз тұтінсіз отын технологиясына арналады.

Коммуналдық-тұрмыстық және өнеркәсіп секторында жанатын көмір отынының құқыртқосылыстары аз, тұтіні аз, күл көлемі төмен және құрылымды-гранулометрикалық құрамының болуы өнімді «тұтінсіз отын» немесе «брicketter» деген атаумен біріктіреді.

Брикеттеу – белгілі формасы, көлемі бар, байланыстыруышы және байланыстыруышы емес заттардың бірігі арқылы брикеттің алу процесі. Біріктірілген көмірлер газды, сұйық және пластикалық ортада біріктірілген болса, түрлі физико-химиялық процестерде құрамы күрделі болатыны дәлелденген. Брикеттеудің шешуші факторы ретінде көмірдің беттік, бөлөтін және ажырататын қабаттары мен майда түйіршіктерінің бір-бірімен физикалық және химиялық байланысы болады. Брикет жасау кезінде құрылымды-реологиялық, физико-химиялық байланыстарының барлығы маңызды болады. Брикет жасау кезіндегі пресстеу процесінде осы аталған факторлардың барлығы маңызды рөл атқарады. Мысалы, пресстеу кезіндегі әсер ететін күш, температура, ылғалдылық және көмір ішіндегі байланыс. Брикет жасау технологиясында биологиялық және

химиялық жолдар қарастырылады. Химиялық жолда көмір түйіршіктерінің бір-бірімен қандай байланыс арқылы байланысатынын анықтап, соған қарай технологиясын құрастырады, ал биологиялық, соның ішінде биотехнологиялық жол арқылы ішіндегі байланысты бөлөтін микроорганизмдерді анықтау арқылы брикетті жасауга болады. Биотехнологиялық жолмен алынған брикеттерде тек брикетті алып қана қоймай, тұтінсіз және қоршаған ортаға бөлөтін құқырттің аз болуын қамтамасыз ету керек.

Алайда, қазіргі таңда, Қазақстандағы Б2-Б3 тобына жататын қоңыр көмір негізінде брикетті жасау жұмыстары бойынша өндіріс орындары іске асрылмаған. Оның басты себебі ретінде, еліміздегі үйінді болып жиналыш жатқан қоңыр көмірдің өзінен беріктігі жағынан мықты брикет тікелей алуға болмайды. Оны химиялық заттармен байланыстыруыш заттар енгізетін болсақ қоршаған ортаға токсинсіз және энергия бөлу жағынан тиімді болу керек. Біздің зерттеу жұмыстарымыздың тиімділігі жоғарыда аталған заттармен ыңғайлас келеді. Себебі, химиялық байланыстыруыш заттар енгізілмейді, микрофтарды ішіне енгізу арқылы өздерінен байланыстыруыш заттарды түзеді. Таңдалып алынған микроорганизмдер ешқандай токсинді заттар бөлмей, көмір түйіршіктерін берік брикеттер алу үшін байланыстыруыш қызмет атқара отырып, қоршаған ортаға құқырттің аз бөлінуін қамтамасыз етеді.

Биотехнологиялық тәсілдемелер жасауда бактериялар мен санырауқұлақтардың әртүрлі топтарын қолданады, ал процес оттегінің катысымен мезофильді және термофильді жағдайда да орындала беруі мүмкін.

Қазіргі таңда көбірек қызығушылық тудырып отырган процестің бірі биодесульфуризация, яғни көмірден құқыртті алып тастау негізінде жаңа биотехнологиялық әдістер жасалынып жатыр. Ғылыми-зерттеу орталықтары көмірден құқыртті бөліп алу және көмірдің күлін азайту үшін жаңа әдістер жасаған. *EniChem Anic*, *Balelle*, *Consolidated Reduction* сияқты және басқа да ғылыми-өндірістік компаниялар құлді құқыртсіздендіру бойынша микроорганизмдердің болашағы мол штамдарын жасаумен және бөліп алумен айналысады (Ivanov 2015: 430-438; Klein 2013: 65-73; Saranya 2016: 214-219; Olsson 2000: 8-10).

Әр түрлі реакторлардағы *Thiobacillus ferrooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans*, *Sulfolobus acidocaldarius* және *Sulfolobus brierleyi* сияқты бактерияларды пайдалана отырып көмірді

биодесульфуризациялауға бағытталған зерттеулер әдебиеттерде (Alves 2011: 9162-9166; Van 1990: 324-328) жазылған.

Тас көмір және қоңыр көмірдің үлгілерінен бөлініп алынған *Streptomyces sp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putida*, *Xanthomonas sp.* сияқты микроорганизмдердің табиғи штамдар қатары үшін әртүрлі көмірдің биосолюбилизацияға қабілеті көрсетілген [11].

Сондай-ақ ацидофильді аэробты микробиотарды және *Pseudomonas sp.* мен *Thiobacillus sp.* негізіндегі гетеротрофты бактерияларды қолдану арқылы екі сатылы биодесульфуризация жүргізуге зерттеу жұмыстары бағытталған (Weerasekara 2008: 234-240; Kilbane 1990: 69-79; Kiani 2014: 89-95)

Казіргі уақытта брикет және пеллет негізінде жасалған, жақсартылған қатты отынды әлемдік өндіріс орындары жылына 130 млн. т (әлемдік көмір өндірудің шамамен 15%) өндіреді және брикеттің ең үлкен бөлігі қоңыр көмірге жатады. Соның ішінде 115 млн. т. жылына Еуропаның өзі өндіреді. Бұл бағытта көш бастаушы елдер қатарына инфрақұрылымы жақсы дамыған, лигнитті пайдалану мен өндіру көлемі көп мемлекеттер жатады. Ондай мемлекеттерге бірінші кезекте Германия, Франция, Ұлыбритания, АҚШ, Корея, Жапония және Австралия саналады (Angel 2001: 45-57; Hofrichter 1997: 55-64; Laborda 1995: 1387-1390).

Ұлыбританияда тұтінсіз отынның «румхит» және «хоумфайр» түрлері бар. Алыну жолы 420-450°C ыстық беттік қабатта ұстап, жартылай пластикалық күйде формасына біріктіріп жасаған. Күкіртті заттарды 20% төмендетіп, қатты қысыммен пресстеу арқылы алынады.

Францияда брикетті кокстан жасауды қарастырған. Олардың технологиясында ұштын заттарды бөліп кана қоймай, тұрактылығына және жылу ұстаяуына жете мән береді. Көрсетілген жұмыс реті бойынша «Антрасин» атты тұтінсіз отын технологиясы құрастырылған. Бұл технологияда антрацитті байланыстыруыш затпен (тас көмірлі шайырмен) араластырып брикеттейді. Антрасиннен бөлек «кармонуа», «карболюкс» және дистирак түрлері шығарылады.

Бұл келтірілген сараптамалар тұрмыстық және өнеркәсіптік отын өндірудегі ғылыми-техникалық және энергетикалық прогрессін

бағыты брикет түріндегі тұтінсіз қатты отын алу екендігін көрсетеді (Romanowska 2015: 430-436; Ohshiro 1995: 249-252)

Аталаған өндіріс көптеген елде, оның ішінде Қазақстанда да жолға қойылмаған. Қоңыр көмір энергетикалық отын ретінде ғана емес, сондай-ақ өнеркәсіптік және тұрмыстық бағыттағы өнімдерді қайта өндеу үшін шикізат ретінде де маңызды.

Қазіргі таңдағы маңызды мәселелердің бірі сорттық отынның тапшылығы болып табылады. Бұл көп жағдайда оттықтағы үгінді мен ұсақ заттарға бай қарапайым және байтылмаған көмірлердің қабатталып жануына әкеліп согады, нәтижесінде пештердің жылулық коэффициентінің едәуір төмендеуіне, содан кейін отынның жылулық энергиясының босқа жоғалып кетуіне себеп болады. Сондықтан жетілдірілген сорттық көмір отынның ресурстарын арттырудың заманауи және тиімді жолдарын жасау және олардың нәтижелерін жүзеге асыру үлкен ғылыми-экономикалық маңызға ие. Әртүрлі класқа жататын қоңыр көмірден алынатын тұтінсіз қатты отынды алу технологиясы өндірісте жүзеге асырылмады, оның себебі брикеттеуде қолданылатын байланыстыруышының сапасының болмауы, сонымен қатар жану жылулығының төменділігі және көмір күлінің көп болуы. Осы келтірілген жағдайларға байланысты Ленгір көмір бассейнінің лигниттінен брикеттелген тұтінсіз отынды алу технологиясын жасау өзекті тапсырмага айналып отыр (Stanford 2017: 294-302).

Қазақстан халқының көпшілік бөлігі ауыл аймақтарда өмір сүреді, сондықтан коммуналды-тұрмыстық тұтынуға қажетті экологиялық таза және қауіпсіз отындық брикеттерді өндіру мәселелері үлкен энергетикалық және экологиялық мағынаға ие. Қатты отын экологиялық қауіпсіз өнім болуына байланысты және тұтін бөлу қасиеті төмен болғандықтан ол әртүрлі гимараттарды, әсіресе өндірістік және қызметтік-тұрмыстық аудандарды (жылышай, көшетхана, шатыр, монша, бассейн, көкөніс шұңқырлары, жылышай топырақтар және т.б.) жылышта таптырмас отын бола алады.

Атап өткен себептерге байланысты қатты отын өндіруде, оның ішінде тұтінсіз отын өндіруде жаңа пайдалы технологиялар жасап шығару өзекті мәселенің дер кезіндегі шешімі болады.

**Әдебиеттер**

- 1 Каирбеков Ж., Токтамысов М.Т., Жалгасулы Н., Ешова Ж.Т. Комплексная переработка бурых углей центрального Казахстана. – Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 276 с.
- 2 Воробьев Б.М. Уголь мира. Глобальный аспект. – М.: МГУ, 2007. – 311 с.
- 3 Wencheng Xia., Guangyuan Xie., Yaoli Peng. Recent advances in beneficiation for low rank coals //Powder Technology. – 2015. – Vol. 277. – P. 206-221.
- 4 Nelson Valero, Liliana Gomez, Manuel Pantoja. Production of humic substances through coal-solubilizing bacteria //Brazilian Journal of Microbiology. – 2014. – Vol. 43. – P. 911-918.
- 5 Fakoussa R.M., Hofrichter M. Biotechnology and microbiology of coal degradation //Appl Microbiol Biotechnol. -2009. – Vol. 52. – P. 25-40.
- 6 Monistrol I.F., Laborda F.L. Liquefaction and/or solubilization of Spanish coals by newly isolated microorganisms //Fuel Processing Technology. – 1994. – Vol. 40. – P. 205.216.
- 7 Romanowska I., Strzelecki B., Bielecki S. Biosolubilization of Polish brown coal by Gordonia alkanivorans S7 and Bacillus mycoides NS1020 //Fuel Processing Technology. – 2015. – Vol 131. – P. 430-436.
- 8 T. Ohshiro, T. Hirata, Y. Izumi. Microbial desulfurization of dibenzothiophene in the presence of hydrocarbon //Appl Microbiol Biotechnol. – 1995. – Vol 44. – P 249-252.
- 9 Stanford S. Makgato, Evans M.Nkhalaibayausi Chirwa. Waterberg coal characteristics and SO<sub>2</sub> minimum emissions standards in South African power plants //J of Environemntal Management. – 2017. – Vol. 201. – P. 294-302.
- 10 Celin Acharya, Sukla L.B., Misra V.N. Biological elimination of sulphur from high sulphur coal by Aspergillus-like fungi //Fuel. – 2005. – Vol. 84. – P. 1597-1600.
- 11 Weerasekara N.S., Garcí Frutos F.J., Cara J., Lockwood F.C. Mathematical modelling of demineralisation of high Sulphur coal//Minerals Engineering. – 2008. – Vol. 21. – P. 234-240.
- 12 Kilbane J.J. Sulfur specific microbial metabolism of organic compounds //Resources. Conser. Recycling. – 1990. – Vol. 3. – P. 69–79.
- 13 Kilbane J. J. Toward sulphur-free fuels //Chemtech. – 1990. – Vol. 12. – P. 747-751.
- 14 Kiani M.H., Ahmadi A., Zilouei H. Biological removal of sulphur and ash from fine-grained high pyritic sulphur coals using a mixed culture of mesophilic microorganisms //Fuel. – 2014. – Vol. 131. – P. 89-95.
- 15 Alves L., Paixro S.M. Toxicity evaluation of 2-hydroxybiphenyl and other compounds involved in studies of fossil fuels biodesulphurisation //Bioresource Technology. – 2011. – Vol.102. – P. 9162-9166.
- 16 Van Afferden M.V., Schacht S., Klein J., Truper H.G. Degradation of dibenzothiophene by *Brevibacterium* sp. //Arch. Microbiol. – 1990. – Vol. 153. – P.324–328.
- 17 Angel Aller, Olegario Martinez, Jose A. de Linaje, Rosa Mendez, Antonio Moran. Biodesulphurisation of coal by microorganisms isolated from the coal itself //Fuel Processing Technology. – 2001. – Vol. 69. – P. 45-57.
- 18 Hofrichter M., Bublitz F., Fritzsche W. Fungal attack on coal II. Solubilization of low-rank coal by filamentous fungi // Fuel Processing Technology. – 1997. Vol. 52. – P. 55-64.
- 19 Laborda F., Redondo M.F., Luna N. Characterization of liquefaction/solubilization mechanisms of Spanish coals by newly isolated microorganisms //Coal Science and Technology. – 1995. – Vol. 24. – P. 1387-1390.
- 20 Durgesh Narian Singh, Anil Kumar Tripathi. Coal induced production of a rhamnolipid biosurfactant by *Pseudomonas stutzeri*, isolated from the formation water of Jharia coalbed //Bioresource Technology. – 2013. – Vol. 128. – P. 215-221.
- 21 Chunjie Xia., Tomasz Wiltowski. Coal depolymerization using permanganate under optimal conditions //International Journal of Coal Geology. – 2016. – Vol. 168. – P. 214-221.
- 22 Иванов И.И. Получение брикетированного и бездымяного топлива из Канско-ачинских углей с использованием биосвязующих: автореф.дис. канд. хим.наук. – М., 1998. – 18 с.
- 23 Петрова Г.И. Теоретические и прикладные основы трансформации бурых углей при тепловом и электрохимическом воздействии. автореф.дис. ...техн.наук. – Якутск, 2002. – 17 с.
- 24 Omari T., Monna L., Saiki Y., Kodama T. Desulfurization of dibenzothiophene by *Corynebacterium* sp. strain SY1 //Appl. Environ. Microbiol. – 1992. – Vol. 58. – P. 911–915.
- 25 Иванов И.П., Гуревич Ю.Л., Еремина А.О., Головина В.В. Получение гуминовых веществ аэробной биопереработкой смеси бурого угля и опилок древесины осины //Journal of Siberian Federal University. Chemistry 1. – 2015. – Vol. 8. – P. 45-52.
- 26 Иванов И.П., Чесноков Н.В. Использование связующих на основе древесных опилок и биомодифицированного бурого угля для получения топливных брикетов //Journal of Siberian Federal University. Chemistry 3. – 2015. – Vol. 8. – P. 430-438.
- 27 Кляйн О.И., Куликова Н.А., Степанова Е.В., Филиппова О.И. Получение и характеристика биологически активных продуктов солюбилизации бурого угля базидиальными грибами белой гнили //Биотехнолог. -2013. №4. С.65-73.
- 28 Saranya Kuppusamy, Palanisami Thavamani. Isolation and characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) degrading, pH tolerant, N-fixing and P-solubilizing novel bacteria from manufactured gas plant (MGP) site soils //Environmental Technology & Innovation. – 2016. – Vol. 6. – P. 2014-219.
- 29 Olsson G. Battle will enhance organic sulfur removal //Bioprocess. Technol. – 2000. – Vol. 1. – P. 8-10.
- 30 Monistrol I.F., Laborda F.L. Liquefaction and/or solubilization of Spanish coals by newly isolated microorganisms //Fuel Processing Technology. – 1994. – Vol. 40. – P. 205.216.

### References

- 1 Kairbekov Zh., Toktamyssov MT, Zhalgasuly N., Eshova Zh.T. «Complex processing of brown coals in central Kazakhstan». (Алматы.: Қазақ университеті, 2014), 276.
- 2 Vorobiev B. «Coal of the world. Global aspect». (Moscow State University, 2007), 311.
- 3 Wencheng Xia et al., «Recent advances in beneficiation for low rank coals» //Powder Technology. -2015. –Vol. 277. –P.206-221.
- 4 Nelson Valero, Liliana Gomez, Manuel Pantoja. «Production of humic substances through coal-solubilizing bacteria» // Brazilian Journal of Microbiology. – (2014): 911-918.
- 5 Fakoussa R.M., Hofrichter M. «Biotechnology and microbiology of coal degradation» //Appl Microbiol Biotechnol. – (2009): 25-40.
- 6 Monistrol I.F., Laborda F.L. «Liquefaction and/or solubilization of Spanish coals by newly isolated microorganisms» //Fuel Processing Technology. – (1994): 205.216.
- 7 Romanowska I., Strzelecki B., Bielecki S. «Biosolubilization of Polish brown coal by Gordonia alkanivorans S7 and Bacillus mycoides NS1020» //Fuel Processing Technology. – (2015): 430-436.
- 8 T. Ohshiro, T. Hirata, Y. Izumi. «Microbial desulfurization of dibenzothiophene in the presence of hydrocarbon» //Appl Microbiol Biotechnol. – (1995): 249-252.
- 9 Stanford S. Makgato, Evans M.Nkhalambayausi Chirwa. «Waterberg coal characteristics and SO<sub>2</sub> minimum emissions standards in South African power plants» //J of Environemntal Management. – (2017): 294-302.
- 10 Celin Acharya, Sukla L.B., Misra V.N. «Biological elimination of sulphur from high sulphur coal by Aspergillus-like fungi» //Fuel. – (2005): 1597-1600.
- 11 Weerasekara N.S., Garcí Frutos F.J., Cara J., Lockwood F.C. «Mathematical modelling of demineralisation of high Sulphur coal» //Minerals Engineering. – (2008): 234-240.
- 12 Kilbane J.J. «Sulfur specific microbial metabolism of organic compounds» //Resources. Conser. Recycling. (1990): 69–79.
- 13 Kilbane J. J. «Toward sulphur-free fuels» //Chemtech. – (1990): 747-751.
- 14 Kiani M.H., Ahmadi A., Zilouei H. «Biological removal of sulphur and ash from fine-grained high pyritic sulphur coals using a mixed culture of mesophilic microorganisms» //Fuel. – (2014): 89-95.
- 15 Alves L., Paixro S.M. «Toxicity evaluation of 2-hydroxybiphenyl and other compounds involved in studies of fossil fuels biodesulphurisation //Bioresource Technology. (2011), 9162-9166.
- 16 Van Afferden M.V., Schacht S., Klein J., Truper H.G. «Degradation of dibenzothiophene by *Brevibacterium* sp. » //Arch. Microbiol. (1990), 324–328.
- 17 Angel Aller, Olegario Martinez, Jose A. de Linaje, Rosa Mendez, Antonio Moran. «Biodesulphurisation of coal by microorganisms isolated from the coal itself» //Fuel Processing Technology. (2001): 45-57.
- 18 Hofrichter M., Bublitz F., Fritzsche W. «Fungal attack on coal II. Solubilization of low-rank coal by filamentous fungi» // Fuel Processing Technology. -1997. –Vol. 52. –P. 55-64.
- 19 Laborda F., Redondo M.F., Luna N. «Characterization of liquefaction/solubilization mechanisms of Spanish coals by newly isolated microorganisms» //Coal Science and Technology. (1995): 1387-1390.
- 20 Durgesh Narian Singh, Anil Kumar Tripathi. «Coal induced production of a rhamnolipid biosurfactant by *Pseudomonas stutzeri*, isolated from the formation water of Jharia coalbed» //Bioresource Technology. (2013): 128. –P.215-221.
- 21 Chunjie Xia., Tomasz Wiltowski. «Coal depolymerization using permanganate under optimal conditions» //International Journal of Coal Geology. (2016): 214-221.
- 22 Ivanov I.I. «Getting briquetted and smokeless fuel from the Kansk-Achinsk coals using bio-binding» Avtoref.dis. ... cand. chemical science. -M., 1998
- 23 Petrova G.I. «Theoretical and applied fundamentals of transformation of brown coal with thermal and electrochemical effects. » Afrotoref.dis. ... technical science. -Yakutsk, (2002): 17.
- 24 Omari T., Monna L., Saiki Y., Kodama T. «Desulfurization of dibenzothiophene by *Corynebacterium* sp. strain SY1» //Appl. Environ. Microbiol. (1992): 911–915.
- 25 Ivanov I.P, Gurevich Yu.L., Eremina AO, Golovinaa V.V. «Obtaining humic substances by aerobic bio-processing of a mixture of brown coal and sawdust of aspen wood» // Journal of Siberian Federal University. Chemistry 1. (2015): 45-52.
- 26 Ivanov I.P., Chesnokov N.V. «Use of binders based on sawdust and biomodified brown coal to produce fuel briquettes» // Journal of Siberian Federal University. Chemistry 3. (2015): 430-438.
- 27 Klein O.I., Kulikova N.A., Stepanova E.V., Filippova O.I. «Obtaining and characterization of biologically active products of solubilization of brown coal by basidiomycetes of white decay» // Biotekhnolog. (2013): 65-73.
- 28 Saranya Kuppusamy, Palanisami Thavamani. «Isolation and characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) degrading, pH tolerant, N-fixing and P-solubilizing novel bacteria from manufactured gas plant (MGP) site soils» //Environmental Technology & Innovation. (2016): 2014-219.
- 29 Olsson G. «Battle will enhance organic sulfuir removal» //Bioprocess. Technol. (2000): 8-10.
- 30 Monistrol I.F., Laborda F.L. «Liquefaction and/or solubilization of Spanish coals by newly isolated microorganisms» //Fuel Processing Technology. (1994): 205.216.

**Акмуханова Н.Р.\*, Заядан Б.К., Бауенова М.О., Садвакасова А.К.,  
Болатхан К., Сейилбек С.**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Казахстан, Алматы, \*e-mail: nurziya.akmuhanova@kaznu.kz

**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННЫХ БИОЦЕНОЗОВ  
ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ И  
ФОТОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ  
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД**

Одним из современных методов, используемых при разработке экологически чистых технологий защиты окружающей среды и восстановления природных ресурсов, является биоремедиация, это наиболее щадящий метод сохранения биоразнообразия и обеспечения устойчивости очищающих биоценозов. Формирование этой области научных знаний состоялось в 1990-х годах и в настоящее время происходит интенсивное развитие эко-биотехнологий.

Применение устойчивых к загрязненным водам цианобактерий и микроводорослей, введение в очищающий консорциум высших водных растений позволяет создать новую комплексную биотехнологию очистки и восстановления загрязненных водоемов.

Целью исследований являлось формирование структурированных биоценозов, включающих организмы различных таксономических групп, для подбора оптимальных параметров управления биоремедиационными процессами.

Определено, что более положительный эффект между организмами наблюдался в консорциумах: *Ankistrodesmus* sp. BI-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes* и *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes*. Определено, что на протяжении всего времени совместного существования все компоненты консорциума стимулировали развитие друг друга, динамика роста всех членов консорциума значительно превышала рост данных организмов в монокультурах. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование консорциума ВВР, микроводоросли и цианобактерий в очистке сточной воды в лабораторных условиях весьма эффективно по сравнению с использованием растений, микроводорослей и цианобактерий в отдельности.

**Ключевые слова:** микроводоросли, цианобактерии, биоремедиация, консорциум, высшая водная растительность.

Akmukhanova N.R.\*, Zayadan B.K., Bauyenova M.O., Sadvakasova A.K.,  
Bolatkhan K., Seilbek S.

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

**Formation of structured biocenoses of higher aquatic plants and  
phototrophic microorganisms for application in wastewater treatment**

One of the modern methods used in the development of environmentally friendly technologies for protecting the environment and restoring natural resources is bioremediation, which is the most sparing method for preserving biodiversity and ensuring the sustainability of cleansing biocenoses. The formation of this area of scientific knowledge was held in the 1990s and intensive development of eco-biotechnologies is currently taking place. The use of cyanobacteria and microalgae resistant to polluted waters, introduction of higher aquatic plants into the purifying consortium, allows the creation of a new integrated biotechnology for the purification and restoration of polluted water bodies.

The aim of the research was the formation of structured biocenoses, including organisms of different taxonomic groups, for selecting optimal parameters for controlling bioremediation processes.

It was determined that a more positive effect between organisms was observed in consortia: *Ankistrodesmus* sp. BI-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes* and *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes*. It was determined that during all the time of joint existence all the components of the consortium stimulated the development of each other, the dynamics of growth of all members of the consortium significantly exceeded the growth of these organisms in monocultures. The obtained results indicate that the use of the HAP consortium, microalgae and cyanobacteria in wastewater treatment in laboratory conditions is very effective in comparison with the use of plants, microalgae and cyanobacteria separately.

**Key words:** microalgae, cyanobacteria, bioremediation, consortium, higher aquatic plants.

Акмуханова Н.Р.\* , Заядан Б.К., Бауенова М.Ә., Садвакасова А.К.,  
Болатхан К., Сейилбек С.

Әл-Фараби атындағы Казақ ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., \*e-mail: nurziya.akmuhanova@kaznu.kz

### Ағынды суларды тазалау үшін жоғары сатылы су өсімдіктерінің және фототрофты микроорганизмдердің құрылымдық биоценозын құрастыру

Қоршаған ортаны қорғау және табиги ресурстарды қайта қалпына келтіруде пайдаланылатын заманауи әдістердің бірі – биоремедиация. Бұл әдіс алуантурлілікті сақтай отырып, қоршаған ортаны қайта қалпына келтіруші биоценоздың төзімділігін арттырады. Осы бағыттың ғылыми жаңалықтары 90-жылдары қалыптасты және қазіргі таңда экобиотехнология қарқынды даму үстінде.

Ластанған суларға төзімді цианобактериялар мен микробалдырларды пайдалану, тазалаушы консорциумға жоғары сатылы су өсімдіктерін енгізу, ластанған су қоймаларын тазалау және қайта қалпына келтіретін жаңа кешенді биотехнологиялық үрдісті жасауға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысының мақсаты, биоремедиациялық үрдістерді басқарудың оптималды көрсеткіштерін қарастыру үшін, әр түрлі таксономиялық топтардың организмдерінен тұратын құрылымдық биоценозды құрастыру.

Организмдер арасындағы оңтайлы әсер мына консорциумдар арасында байқалғаны анықталды: *Ankistrodesmus* sp. BI-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes* и *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes*. Бірлесіп өскен уақыт аралығында консорциумның барлық компоненттері бір-бірінің дамуын ынталандыратыны, барлық консорциумдардың өсу динамикасы осы организмдердің монодакылымен салыстырғанда жоғары екені анықталды. Зертханалық жағдайда ЖССӘ, микробалдырлар және цианобактериялардың консорциумын ағынды суларды тазалау үрдісінде пайдалану, монодакылды пайдаланумен салыстырғанда тиімді екені көрсетілді.

**Түйін сөздер:** микробалдырлар, цианобактериялар, биоремедиация, консорциум, жоғары сатылы су өсімдіктері.

## Введение

Для ускорения процессов очистки и восстановления, нарушенных загрязнениями водных экосистем необходимо использовать биологические резервы биоценозов, включающих организмы с разными биохимическими возможностями. Эти очищающие консорциумы позволяют интенсифицировать процессы очищения загрязненных вод в условиях антропогенной нагрузки, а также дают возможность получения полезных побочных продуктов для использования в сельском хозяйстве (Oyedej 2012:118; Protoporov 2015: 725-731).

Природные ассоциации имеют значительно более богатый набор функций по очищению

среды, так как всегда включают в себя фотосинтетики: высшие растения, эукариотические водоросли и цианобактерии (Lloyd 2001:20; Syeda 2015: 25-32). Проведенные Гоготовым исследования показали, что как свободноживущие фототрофные микроорганизмы, так и их консорциумы с водными растениями (азоллой, эйхорнией, ряской), способны к росту на сточных водах сельскохозяйственных, животноводческих и промышленных предприятий, очищая их от углеводородов, ароматических соединений, фосфатов, аммиака, нитратов, сульфидов, фекалий, органических соединений и тяжелых металлов (Гоготов 1988:95; Bolatkhan K. 2015: 10). Консорциумы подавляют развитие вредных бактерий, не нарушая биоценоза. Исследования,

проведенные с эйхорнией, азоллой и ряской, показали также, что они, проявляя высокую устойчивость к ионам тяжелых металлов, способны к поглощению и накоплению относительно больших их количеств из водных сред и сточных вод (Тео 2014: 2663). Свободно живущие фототрофные микроорганизмы и их консорциумы с водными растениями привлекают значительное внимание для защиты окружающей среды от загрязнений, получения возобновляемых материалов и топлив, представляют интерес как для очистки сточных вод от разных поллютантов, так и для получения возобновляемых источников энергии и биоматериалов (Zimmels 2004: 220; Matorin 2016: 606-613).

В последнее годы все большее внимание привлекают проблемы динамики и сохранения биологического разнообразия в связи с усиливающимся антропогенным воздействием на различные экосистемы. В условиях крайне напряженной экологической ситуации, складывающейся во многих регионах мира, геохимические циклы тяжелых металлов в биосфере определяются не столько естественным перераспределением, сколько антропогенной деятельностью (Arunakumara 2009: 383; Sadvakasova 2016: 443–450). Неоднократно отмечалось, что промышленная деятельность человека по масштабу перемещения химических элементов соизмерима с факторами геологического и геохимического порядка (Заядан 2015: 252). Проблема загрязнения природной среды различными экотоксикантами усугубляется по мере урбанизации и индустриализации страны. Наиболее вероятными загрязнителями окружающей среды являются тяжелые металлы, нефтепродукты, нитриты, нитраты и различные полициклические ароматические углеводороды (Заядан 2011: 368). В связи с этим изучение загрязнения биосферы данными токсикантами одна из важных проблем современной экологии.

Одним из приоритетных направлений современных экологических исследований является разработка теоретических и практических аспектов биоремедиации водоемов, основанная на использовании природных механизмов самоочищения и самовосстановления водоемов, действие которых связано с деятельностью высших водных растений и микроорганизмов, принадлежащих к различным видам цианобактерий и микроводорослей (Mennes 2008: 199). Практическая значимость этих объектов для биоремедиации и доочистки водоемов определяется уникальностью их метаболических способностей

(фотосинтез, дыхание, разнообразие источников углерода, способность усваивать атмосферный азот и т.д.), высокой кумулятивной и деструктивной способностью в отношении тяжелых металлов и в отношении таких органических загрязнителей, как нефть, нефтепродукты, фенолы и т. п. (Ajayan 2011: 805).

Известно, что для повышения эффективности биоремедиации используются не моно-, а смешанные культуры микроорганизмов, для получения которых необходимо учитывать особенности внутривидовых взаимоотношений цианобактерий и микроводорослей и взаимовлияние фото- и гетеротрофных микроорганизмов. В литературе имеются лишь единичные сведения о видовых взаимоотношениях микроводорослей и их действии на бактерии (Artiola 2004: 410).

В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) становится все более актуальной. Металлы представляют серьезную угрозу для биоты вследствие острой токсичности и постепенного накопления в окружающей среде до опасного значения (Gelagutashvili 2013: 84; Ibragimova 2016: 420-424).

В последние годы экологи наряду с оценкой уровня загрязнений и определения их источников всё больше обращают внимание на выявление «судьбы» попавших в природную среду веществ, их превращений и взаимодействий с живыми организмами. Удобным объектом для таких исследований служат высшие водные растения, цианобактерии и микроводоросли, которые способны накапливать в высоких концентрациях многие элементы и переводить их в нетоксичную форму, что в настоящее время широко применяется в целях биоремедиации – для очистки водных стоков.

## Материалы и методы

Объекты исследования – высшие водные растения: *Pistia stratiotes*, природные и коллекционные штаммы фототрофных микроорганизмов: *Scenedesmus quadricauda* B-1, *Ankistrodesmus sp.* BI-1, *Phormidium autumnale* I-5, *Anabaena variabilis* RI-5 (Заядан 2017:135).

Численность клеток фототрофных микроорганизмов в жидких культурах определяли методом прямого счета под микроскопом в камере Горяева, принятым в гидробиологической практике (Вассер 1989:608). Скорость роста определялась по показателям оптической плотности, регистрируемых с помощью спектрофотометра

(Danquah 2010:1037). Высшие водные растения культивировали на отстоянной водопроводной воде с добавлением среды Штейнберга (2 масс. %) при естественном освещении и комнатной температуре (Гигевич 2000:186).

Для моделирования загрязнения водной среды ТМ использовали водные растворы сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ), сульфата кобальта ( $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ), сульфата цинка ( $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ), сульфата никеля ( $\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ). Содержание тяжелых металлов в растениях и культурах цианобактерий и микроводорослей определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии (Toumi 2007:19).

БПК – йодометрическим методом, хлориды и сульфаты – титриметрическим методом. Содержание нитратов и нитритов определяли фотометрическим методом (ГОСТ 31859-2012; ПНДФ 14. 1:2:3:4. 123-97; Кандакова 2015:146). Определение фосфат-ионов и фосфорсодержащих соединений проводилось фотоколориметрическим методом (Золотов 202: 304).

## Результаты и их обсуждение

Целью представленной работы было формирование структурированных биоценозов, включающих ВВР и фототрофных микроорганизмов, для подбора оптимальных параметров управления биоремедиационными процессами. Предыдущие исследования показали, что изученные виды микроводорослей *Ankistrodesmus sp.* BI-1, *Scenedesmus quadricauda* B-1 могут быть консортами растений *Pistia stratiotes* (Акмуханова 2017:155).

Исследование взаимоотношений культур цианобактерии и *Elodea canadensis* показало, что все исследованные культуры цианобактерии заметно ограничивают рост *Elodea canadensis*, тогда как растения не влияют на рост цианобактерий. Это означает, что взаимоотношения между этими организмами можно определить как аменьальные, чему соответствуют количественные соотношения показателей максимального числа цианобактерий и отмирание растений. Из изученных высших водных растений совместное существование с цианобактериями наблюдалось у *Pistia stratiotes* с культурами *Phormidium autumnale* I-5 и *Anabaena variabilis* RI-5. Культуры *Oscillatoria tenuis* RI-4 и *Nostoc calcicola* RI-3 не оказывали выраженного отрицательного действия на *Pistia stratiotes*. Культура *Synechococcus elongatus* I-4 оказывала токсическое действие на все изученные высшие водные растения. С

растением *Lemma minor* положительное сосуществование наблюдалось у культур *Anabaena variabilis* RI-5 и *Nostoc calcicola* RI-3. Остальные цианобактерии оказывали отрицательное влияние на рост *Lemma minor* (Акмуханова 2017:155).

Совместимость с *Pistia stratiotes* и *Phormidium autumnale* I-5 и *Anabaena variabilis* RI-5, также микроводорослей *Ankistrodesmus sp.* BI-1, *Scenedesmus quadricauda* B-1 в ассоциативных культурах облегчала задачу составления консорциумов. Искусственные консорциумы были составлены по следующей схеме:

*Pistia stratiotes*+ *Ankistrodesmus sp.* BI-1+ *Phormidium autumnale* I-5;

*Pistia stratiotes*+ *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Phormidium autumnale* I-5;

*Pistia stratiotes*+ *Ankistrodesmus sp.* BI-1+ *Anabaena variabilis* RI-5;

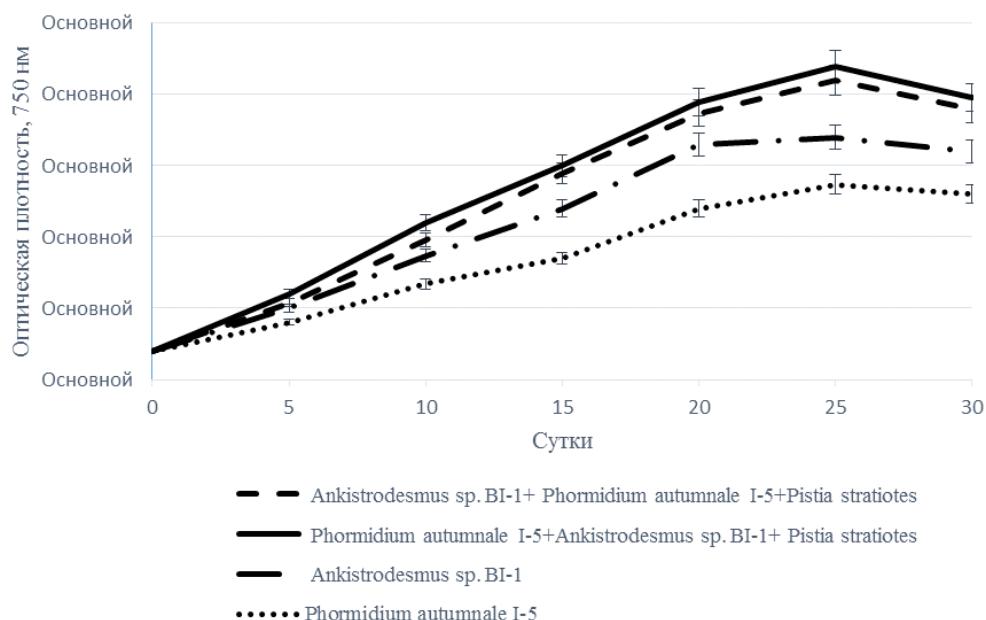
*Pistia stratiotes*+ *Scenedesmus quadricauda* B-1 +*Anabaena variabilis* RI-5.

Опыты проводились с использованием среды Штейнберга в люминостате при 24-27 °C и круглосуточном освещении (2000 лк). В каждом опыте изучались взаимоотношения между определенными культурами микроводорослей, цианобактерий и высших водных растений. Для этого в стерильные емкости в объеме 10 л наливали по 6 л стерильной питательной среды, затем в них вносили культуру микроводорослей с исходным количеством 1 млн. кл/мл, в этом же объеме клеток цианобактерий и помещалось по десять растений. Одновременно с опытными вариантами ставили контрольные варианты по выращиванию в тех же условиях отдельно микроводорослей, отдельно цианобактерий и отдельно высших водных растений. Все варианты опыта ставили в трех повторностях. Через 15 суток проводился анализ морфологических изменений растений и количество микроводорослей, цианобактерий.

Результаты опытов показали совместимость партнеров в искусственно созданных консорциумах цианобактерии и микроводорослей с высшими растениями. Во всех вариантах взаимодействие носило позитивный или близкий к нейтральному характер. В варианте *Pistia stratiotes* + *Ankistrodesmus sp.* BI-1+ *Phormidium autumnale* I-5 аксеничная культура *Phormidium autumnale* I-5 росла хуже, чем в ассоциации с *Pistia stratiotes*+ *Ankistrodesmus sp.* BI-1. В консорциуме биомасса *Phormidium autumnale* I-5 увеличилась по сравнению с аксеничной культурой на 45% через 15 дней, но на 30 день культивирования консорциума наблюдалось за-

медление роста всех членов консорциума (рисунок 1). Уменьшение позитивного эффекта, по-видимому, связано с более быстрым автоингибиционием членов консорциума при длительном выращивании в ограниченном объеме среды, что отмечается исследователями при

выращивании организмов в экстенсивных культурах (Toumi 2007:19). Характер взаимоотношений партнеров в ассоциации зависит от соотношения численности их клеток как в начальный период составления консорциума, так и при длительном культивировании (Jais 2017:37).



**Рисунок 1 – Динамика численности *Ankistrodesmus* sp. BI-1 и *Phormidium autumnale* I-5 при совместном и культивировании с *Pistia stratiotes***

В варианте *Phormidium autumnale* I-5 + *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Pistia stratiotes* внутрипопуляционные взаимоотношения членов консорциума ближе всего примыкают к нейтральному, но в динамике всех популяционных кривых наблюдается на определенных этапах конкуренция за какой-либо фактор в консорциуме. На 20 сутки сокультивирования наблюдалось расхождение популяционных кривых с преобладанием численности *Scenedesmus quadricauda* B-1 над + *Phormidium autumnale* I-5 (рисунок 2). К концу наблюдения их взаимодействия в консорциуме стабилизируются и смешанная ассоциация высших водных растений и цианобактерии, микроводорослей достигает, очевидно, гомеостатического состояния. Вместе с тем, резонно предположить другой сценарий развития поликультуры. Динамика численности отражает конкуренцию цианобактерий и микроводорослей за один или несколько факторов роста, которая и

будет продолжаться в дальнейшем. При этом популяции одного из видов динамически меняют свою численность и доминируют на тех или иных этапах жизни консорциума. Поэтому внутри такого консорциума может действовать правило Гаузе, только один вид может доминировать в определенных условиях (Кох 2003:90).

Исследованные сочетания *Ankistrodesmus* sp. BI-1 + *Anabaena variabilis* RI-5+ *Pistia stratiotes* и *Pistia stratiotes*+ *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 оказались совместимыми между каждыми компонентами консорциума. На 15 сутки все исследованные популяции достигают определенного «пула» клеток, после чего наступают фаза экспоненциального роста. На 30 сутки культивирования консорциумов численность клеток цианобактерий и микроводорослей продолжает возрастать, вопреки тому, что к этому времени в аксенических культурах членов консорциума начинается процесс аутоингибиции. Сравнительное

микроскопирование, проведенное нами у аксенических культур и культур в составе консорциума, показало, что образование акинет и разрушение клеток у цианобактерий

в консорциуме с высшими растениями и микроводорослями наблюдаются после 40 суток, которые в чистой культуре наблюдаются уже на 30 сутки роста цианобактерий (рисунки 3, 4).

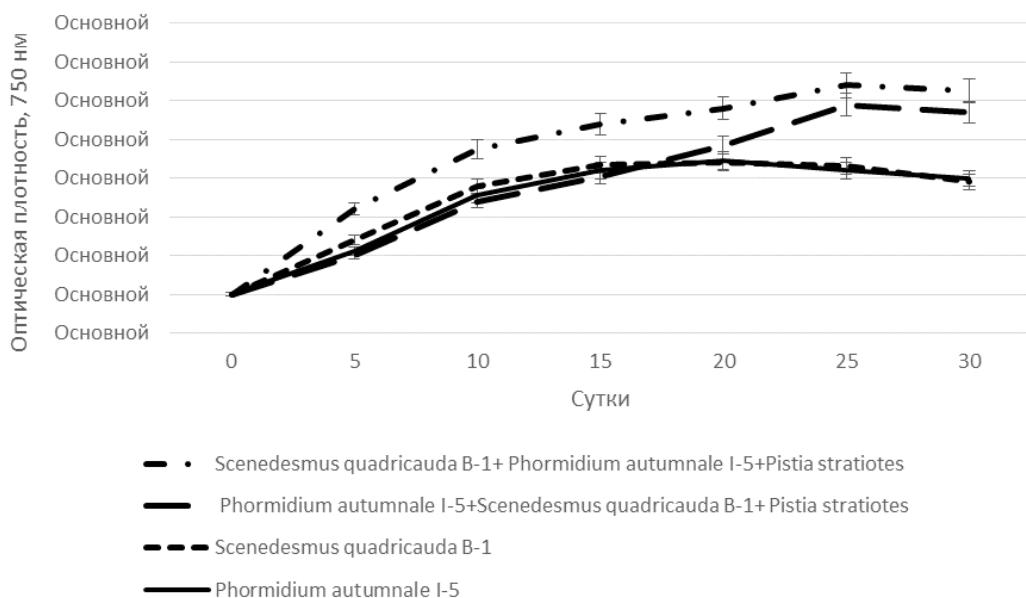


Рисунок 2 – Динамика численности *Phormidium autumnale* I-5 и *Scenedesmus quadricauda* B-1 при совместном и культивировании с *Pistia stratiotes*

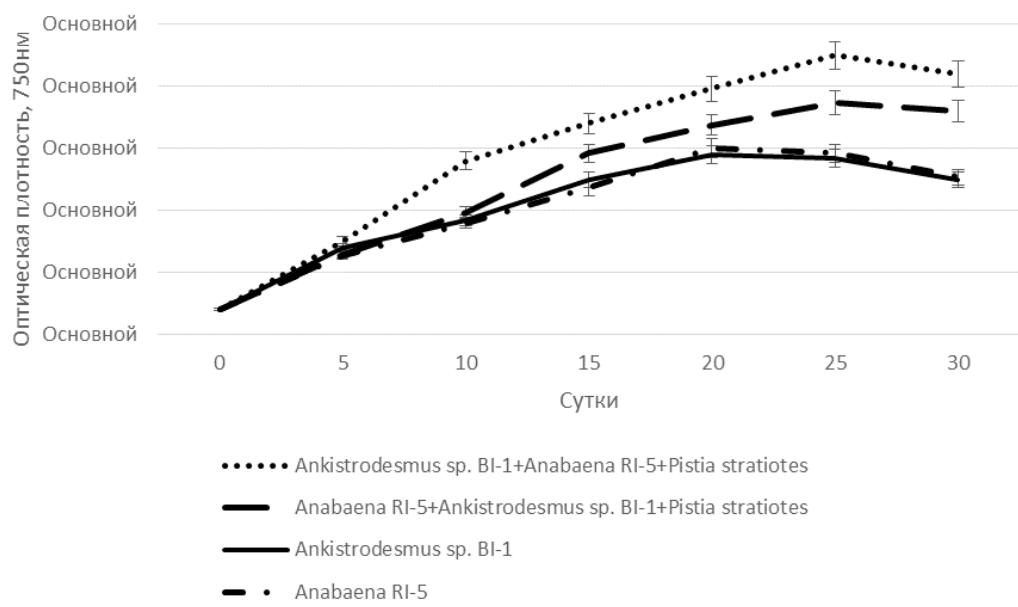


Рисунок 3 – Динамика численности *Ankistrodesmus* sp. BI-1 и *Anabaena variabilis* RI-5 при совместном и культивировании с *Pistia stratiotes*

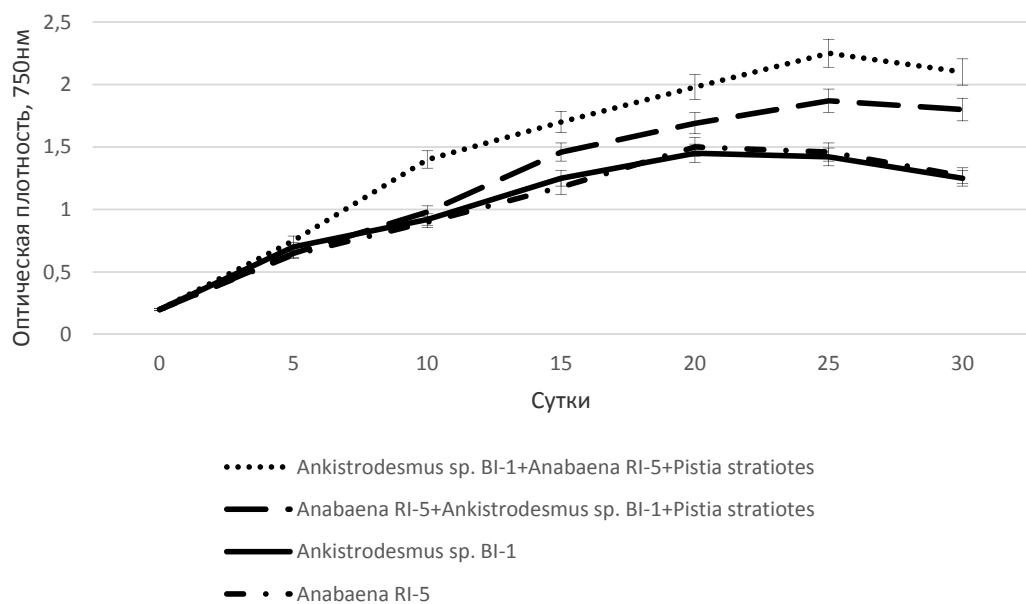


Рисунок 4 – Динамика численности *Scenedesmus quadricauda* B-1 и *Anabaena variabilis* RI-5 при совместном и культивировании с *Pistia stratiotes*

Цианобактерия *Anabaena variabilis* RI-5 и микроводоросль *Ankistrodesmus sp.* BI-1 стимулировали рост *Pistia stratiotes*. Листья растений обрели более насыщенный цвет по сравнению с остальными вариантами эксперимента, это может быть связано с высокой азотфикссирующей способностью *Anabaena variabilis* RI-5 по сравнению с *Phormidium autumnale* I-5 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Рост *Pistia stratiotes* при совместном и культивировании с *Anabaena variabilis* RI-5 и *Ankistrodesmus sp. BI-1*

Таким образом, результаты опыта показали, что исследованные организмы различных таксо-

номических могут быть консорциами друг другу. Во всех исследованных вариантах взаимоотношений специфичность взаимодействий между членами консорциума не была обнаружена. Более положительный эффект наблюдался между организмами *Ankistrodesmus sp. BI-1 + Anabaena variabilis RI-5 + Pistia stratiotes* и *Scenedesmus quadricauda* B-1 + *Anabaena variabilis* RI-5 + *Pistia stratiotes*. На протяжении всего времени совместного существования все компоненты консорциума стимулировали развитие друг друга, динамика роста всех членов консорциума значительно превышала рост данных организмов в монокультурах.

Поскольку основной задачей работы было создание консорциума ВВР и микроводорослей для применения в очистке сточных вод, мы изучили возможность применения ассоциации *Pistia stratiotes+ Ankistrodesmus sp. BI-1+ Anabaena variabilis RI-5* (№1); *Pistia stratiotes+ Scenedesmus quadricauda B-1+ Anabaena variabilis RI-5* (№2) и монокультур микроводорослей, цианобактерий и высших водных растений в очистке загрязненной воды. Для изучения очистки сточных вод от тяжелых металлов был поставлен эксперимент на искусственно загрязненной среде с внесением монокультур и консорциумов фито-альгоцианобактерий.

Для очистки мы использовали бытовые сточные воды. Экспериментальная «сточная вода»

характеризовалась показателем биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) 62,2 мг О<sub>2</sub> л<sup>-1</sup>, содержание аммиака составило 13,7 мг л<sup>-1</sup>, нитритов – 0,12 мг л<sup>-1</sup>, нитратов – 1,8 мг л<sup>-1</sup> и фос-

фатов – 4,46 мг л<sup>-1</sup>, pH – 7,55, взвешенные вещества – 6,4 мг/л, дополнительно вносили тяжелые металлы: Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> в концентрации по 200 мг/л (таблица 1).

**Таблица 1** – Динамика физико-химических показателей воды при очистке с помощью фито-альго-цианобактериальных консорциумов и их монокультур

Показатель качества воды	Показатель до культивирования	Варианты (через 7 суток)					
		№1	№2	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Ankistrodesmus sp.</i> BI-1	<i>Scenedesmus quadricauda</i> B-1	<i>Anabaena variabilis</i> RI-5
БПК	62,2 мг О <sub>2</sub> л <sup>-1</sup> ,	10±0,16	11±0,12	17±0,27	20±0,27	18±0,2	21±0,25
Аммиак	13,7 мг л <sup>-1</sup>	2,3±0,21	2,5±0,20	3,9±0,02	4,5±0,01	4,7±0,01	4,9±0,01
Нитриты	0,12 мг л <sup>-1</sup>	0,02±0,1	0,03±0,02	0,05±0,02	0,06±0,01	0,05±0,01	0,10±0,01
Нитраты	1,8 мг л <sup>-1</sup>	0,3±0,04	0,3±0,06	0,04±0,01	0,6±0,1	0,5±0,1	0,8±0,1
Фосфаты	4,46 мг л <sup>-1</sup>	0,7±0,06	0,8±0,05	0,84±0,014	1,5±0,01	1,2±0,01	1,6±0,01
pH	7,55	7,1±1,2	7,0±1,12	7,3±0,002	7,5±0,1	7,4±0,1	7,7±0,1
Взвешенные вещества	6,4 мг/л	1,80±0,1	1,6±0,16	1,9±0,001	2,1±0,1	2,0±0,1	2,6±0,1
Кадмий	по 200 мг/л	33,60±0,001	32,70±0,0014	112±0,2	120±0,02	118±0,02	117±0,02
Цинк	по 200 мг/л	28,51±0,002	26,25±0,001	96±0,3	100±0,01	99±0,01	101±0,01
Медь	по 200 мг/л	31,23±0,001	32,66±0,01	100±0,1	123±0,02	120±0,02	115±0,02
Свинец	по 200 мг/л	32,12±0,01	31,062±0,003	110±0,2	130±0,01	128±0,01	115±0,01

Полученные результаты свидетельствуют о снижении концентрации ионов тяжелых металлов в среде на 7 сутки в 6 раз в обеих вариантах с использованием фито-альгоцианобактериальных консорциумов. При этом в опытных вариантах с использованием монокультур микроводорослей и цианобактерий концентрация всех тяжелых металлов уменьшилась в 3 раза от начальной концентрации. Изучение очистки моделированных сточных вод от тяжелых металлов показало, что по сравнению с микроводорослями и цианобактериями высшие водные растения обладают наиболее высокой сорбционной активностью – содержание тяжелых металлов снизилось на 56%. Поглотительная способность двух вариантов консорциумов фито-альгоцианобактерий по отношению к ионам тяжелых металлов показала положительные результаты по сравнению монокультурами, к концу опыта содержание

тяжелых металлов в вариантах с консорциумами уменьшилось на 85-95%. Консорциумы на основе фито-альгоцианобактерий можно рекомендовать для фиторемедиационных мероприятий сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов.

Таким образом, показана возможность использования полученных консорциумов на основе фито-альгоцианобактерий для очистки сточной воды от тяжелых металлов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование консорциума ВВР, микроводорослей и цианобактерий в очистке сточной воды в лабораторных условиях весьма эффективно по сравнению с использованием растений, микроводорослей и цианобактерий в отдельности. Полученные данные могут служить основой для разработки биологического способа очистки сточных вод различных производственных предприятий.

## Литература

- 1 Artiola J., Pepper I.L., Brusseau M.L. Environmental Monitoring and Characterization (Book Publisher: Elsevier Science & Technology Books, 2004), 410.
- 2 Arunakumara K. K. I. U, Xuecheng Z. «Effects of heavy metals ( $Pb^{2+}$  and  $Cd^{2+}$ ) on the ultrastructure, growth and pigment contents of the unicellular cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803», Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2 (27) (2009): 383-388.
- 3 Ajayan K.V., Selvaraju M., Thirugnanamoorthy K. «Growth and Heavy Metals Accumulation Potential of Microalgae Grown in Sewage Wastewater and Petrochemical Effluents», Pakistan Journal of Biological Sciences. 14 (2011): 805–811.
- 4 Акмуханова Н.Р., Баунова М.О., Садвакасова А.К., Заядан Б.К., Кирбаева Д.К., Карабаева И.Ж., Хабиби А. Изучение взаимовлияния высших водных растений и фототрофных микроорганизмов с целью создания консорциума, перспективного для биоремедиации // Вестник КазНУ, серия биологическая. – 2017. – Т.70, № 2. – С. 130-141.
- 5 Bolatkhan K., Akmukhanova N.R., Sadvakasova A.K., Saleh M., Zayadan B.K. «Biotesting varios contaminated aquatic ecosystem based on the Mutant test strains of microalgae» 12th International conference international Phytotechnology society, Hilton Garden Inn – Manhattan. (2015): 10.
- 6 Danquah M. K. «Bioprocess engineering of microalgae to produce a variety of consumer products», Renew. Sust. Energ. Rev. 3 (14) (2010): 1037–1047.
- 7 Gelagutashvili E. «Comparative Study on Heavy Metals Biosorption by Different Types of Bacteria», Open Journal of Metal. 1 (17) (2013): 84-101.
- 8 Гоготов И.Н. Перспективы использования азотфиксацирующих фототрофных бактерий в биотехнологии // Фототрофные микроорганизмы.– 1988. – Т. 26, №2. – С. 95-107.
- 9 ГОСТ 31859-2012. ВОДА. Метод определения химического потребления кислорода. – Введ. 2014-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2012 г. № 42.
- 10 Гигевич Г.С., Власов Б.П. Мониторинг высшей водной растительности как метод контроля за трансформацией природной среды // Природопользование в условиях дифференцированного антропогенного воздействия. – Минск: Sosnowies, – 2000. – С. 186–192.
- 11 Ibragimova N.A., Esyrev O.V., «Comprehensive Assessment of Waste Water Pollution Rate in Almaty City, Kazakhstan» International Journal of Environmental Science and Development. 6 (7) (2016): 420-424.
- 12 Jais N.M., Mohamed R.M.S.R., Al-Gheethi A.A., Amir Hashim M.K. «The dual roles of phycoremediation of wet market wastewater for nutrients and heavy metals removal and microalgae biomass production». Clean Techn. Environ. Policy. 19 (2017): 37–52.
- 13 Кандакова А. А., Боган В. И., Чупракова А. М., Максимюк Н. Н. Характеристика методов исследования и результаты оценки питьевой воды // Молодой ученый. – 2015. – №3. – С. 146-148.
- 14 Кох Р. Законы Силы. – Минск: «Попурри», 2003. – С. 90-92.
- 15 Lloyd S. D., Fletcher T. D., Wong T. H. F., Wootton R. M. «Assessment of Pollutant Removal Performance in a Bio-filtration System: Preliminary Results» 2nd South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource. – New Zealand: Auckland. (2001): 20–30.
- 16 Matorin D.N., Protopopov F.F., Sadvakasova A.K., Alekseev A.A., Bratkovskaja L.B., and Zayadan B. K. «Estimation of Biophysical Characteristics for Chlamydomonas reinhardtii Pigment Mutants with an M-PEA-2 Fluorometer» Biophysics. 4(61) (2016): 606–613.
- 17 Mennes M. «Growth and Division of Some Unicellular Blue-green Algae». J. gen. Microbiol. 1(5) (2008): 199–202.
- 18 Oyedele A.A., Abowei J.F.N. «The classification, Distribution, Control and Economic Importance of Aquatic Plants» International Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2(2) (2012): 118-128.
- 19 Protopopov F.F., Matorin D.N., Seifullina N.Kh., Bratkovskaya L.B., Zayadan B.K. «Effect of Methylmercury on the Light Dependence Fluorescence Parametrs in a Green Alga Chlamydomonas moewusii» Microbiology. 6(84) (2015): 725-731.
- 20 ПНДФ 14. 1:2:3:4. 123-97. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде в пресных, подземных, питьевых, сточных и очищенных сточных водах. – М., 1997. – 25 с.
- 21 Sadvakasova A. K., Akmukhanova N. R., Zayadan B. K., Matorin D. N., Protopopov F. F., Alekseev A. A., and Bolatkhan K. «Pigment Mutants of the Green Microalga Chlamydomonas reinhardtii: Morphological Properties and Photosynthetic Performance» Russian Journal of Plant Physiology, 4(63) (2016): 443–450.
- 22 Syeda H. B., Iftikhar A., Muhammad M. H., Ashiq M. «Phytoremediation potential of *Lemna minor* L. for heavy metals» International Journal of Phytoremediation. 1(18) (2015): 25-32.
- 23 Teo S.C., Wong L.S. «Whole cell-based biosensors for environmental heavy metals detection». Annu. Res. Rev. Biol. 4 (2014): 2663–2674.
- 24 Toumi A., Belkoura M., Benabdallah S., El Alami M., Loukili Idrissi L. «Nejmeddine A. Effect and bioaccumulation of heavy Metals (Zn, Cd) on *Micractinium pusillum* alga». Environ. Technol. 28 (2007): 19–23.
- 25 Бассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли. Справочник. – Киев: Наукова Думка, 1989. 608 с.
- 26 Zimmels Y., Kirzhner S., Roitman S. «Use of Naturally Growing aquatic Plants for Wastewater Purification». Water Environment Research. 3(76) (2004): 220–230.
- 27 Заядан Б.К., Маторин Д.Н. Биомониторинг водных экосистем на основе микроводорослей. – М.: Изд-во «Алтекс», 2015. – 252 с.

- 28 Заядан Б.К. Экологическая биотехнология фототрофных микроорганизмов: монография. – Алматы: Изд-во «Арыс», 2011. – 368 с.
- 29 Заядан Б.К., Акмуханова Н.Р., Садвакасова А.К. Каталог коллекции культур микроводорослей и цианобактерий. – Алматы: Издательство «Абзат-Ай», 2017. – 135 с.
- 30 Золотов Ю.А., Иванов В.М., Амелин В.Г. Химические тест-методы анализа. – М.: Едиториал, УКСС, 2002. – 304 с.

#### References

- 1 Artiola J., Pepper I.L., Brusseau M.L. Environmental Monitoring and Characterization (Book Publisher: Elsevier Science & Technology Books, 2004), 410.
- 2 Arunakumara K. K. I. U, Xuecheng Z. «Effects of heavy metals (Pb<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup>) on the ultrastructure, growth and pigment contents of the unicellular cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803», Chinese Journal of Oceanology and Limnology.2 (27) (2009): 383-388.
- 3 Ajayan K.V., Selvaraju M., Thirugnanamoorthy K. «Growth and Heavy Metals Accumulation Potential of Microalgae Grown in Sewage Wastewater and Petrochemical Effluents», Pakistan Journal of Biological Sciences. 14 (2011): 805–811.
- 4 Akmukhanova N.R., Baujenova M.O., Sadvakasova A.K., Zayadan B.K., Kirbaeva D.K., Karabaeva I.Zh., Habibi A. (2017) Izuchenie vzaimovliyanie vysshih vodnyh rastenii i phototrofnyh mikroorganizmov s celiu sozdanie konsorciuma, perspektivnogo dlya bioremediacii [The study of the mutual influence of higher water plants and phototrophic microorganisms with the aim of creating a consortium promising for bioremediation]. Bulletin KazNU, biological series, vol. 70, no 2. pp. 130-141. (In Russian)
- 5 Bolatkhan K., Akmukhanova N.R., Sadvakasova A.K., Saleh M., Zayadan B.K. «Biotesting varios contaminated aquatic ecosystem based on the Mutant test strains of microalgae» 12th International conference international Phytotechnology society, Hilton Garden Inn – Manhattan. (2015): 10.
- 6 Danquah M. K. «Bioprocess engineering of microalgae to produce a variety of consumer products», Renew. Sust. Energ. Rev. 3 (14) (2010): 1037–1047.
- 7 Gelagutashvili E. «Comparative Study on Heavy Metals Biosorption by Different Types of Bacteria», Open Journal of Metal. 1 (17) (2013): 84-101.
- 8 Gogotov I.N. (1998) Perspektivy ispolzovania azotficsiruishi photo-trofnyh bakterii v biotehnologii [Prospects for the use of nitrogen-fixing phototrophic bacteria in biotechnology]. Phototrophic microorganisms, vol 26, no 2. pp. 95-107. (In Russian)
- 9 GOST 31859-2012. WATER. (2012) Metod opredeleniya himicheskogo potrebleniya kisloroda [Method for determining chemical oxygen consumption]. Enter. 2014-01-01. – Moscow: Publishing Standards, no 42. (In Russian)
- 10 Gigovich G.S., Vlasov B.P. (2000) Monitoring vysshei vodnoi rastitelnosti kak metod kontrolya za transformaciei antropogenного vozdeistvia [Monitoring of higher aquatic vegetation as a method of monitoring the transformation of the natural environment]. Nature use in conditions of differentiated anthropogenic impact. pp. 186-192. (In Russian)
- 11 Ibragimova N.A., Esyrev O.V., «Comprehensive Assessment of Waste Water Pollution Rate in Almaty City, Kazakhstan» International Journal of Environmental Science and Development. 6 (7) (2016): 420-424.
- 12 Jais N.M., Mohamed R.M.S.R., Al-Gheethi A.A., Amir Hashim M.K. «The dual roles of phytoremediation of wet market wastewater for nutrients and heavy metals removal and microalgae biomass production». Clean Techn. Environ. Policy. 19 (2017): 37–52.
- 13 Kandakova A.A., Bogan V.I., Chuprakova A.M., Maksimuk N.N. (2015) Harakteristika metodov issledovaniya I rezulatty ocenki pitevoi vody [Characteristics of research methods and results of drinking water assessment]. Young Scientist, no 3. pp. 146-148. (In Russian)
- 14 Koh R. (2003) Zakony sily [Laws of Force] Minsk: «Popuri», pp. 90-92. (In Russian)
- 15 Lloyd S. D., Fletcher T. D., Wong T. H. F., Wootton R. M. «Assessment of Pollutant Removal Performance in a Bio-filtration System: Preliminary Results» 2nd South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource. (2001): 20–30.
- 16 Matorin D.N., Protopopov F.F., Sadvakasova A.K., Alekseev A.A., Bratkovskaja L.B., and Zayadan B. K. «Estimation of Biophysical Characteristics for *Chlamydomonas reinhardtii* Pigment Mutants with an M-PEA-2 Fluorometer» Biophysics. 4(61) (2016): 606–613.
- 17 Mennes M. «Growth and Division of Some Unicellular Blue-green Algae» J. gen. Microbiol. 1(5) (2008): 199–202.
- 18 Oyedeleji A.A., Abowei J.F.N. «The classification, Distribution, Control and Economic Importance of Aquatic Plants» International Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2(2) (2012): 118-128.
- 19 Protopopov F.F., Matorin D.N., Seifullina N.Kh., Bratkovskaya L.B., Zayadan B.K. «Effect of Methylmercury on the Light Dependence Fluorescence Parametrs in a Green Alga *Chlamydomonas moewusii*» Microbiology. 6(84) (2015): 725-731.
- 20 PNDF 14. 1: 2: 3: 4: 123-97. (1997) Metodika vypolneniya izmerenii biohimicheskoi potrebnosti v kislorode v presny, podzemnyh, pitevyh, stochnh I ochishennyyh stochnyh vodah [Methods for performing biochemical oxygen demand measurements in fresh, underground, drinking, waste and treated wastewater]. (In Russian)
- 21 Sadvakasova A. K., Akmukhanova N. R., Zayadan B. K., Matorin D. N., Protopopov F. F., Alekseev A. A., and Bolatkhan K.. «Pigment Mutants of the Green Microalga *Chlamydomonas reinhardtii*: Morphological Properties and Photosynthetic Performance» Russian Journal of Plant Physiology, 4(63) (2016): 443–450.
- 22 Syeda H. B., Iftikhar A., Muhammad M. H., Ashiq M. «Phytoremediation potential of *Lemna minor* L. for heavy metals» International Journal of Phytoremediation. 1(18) (2015): 25-32.
- 23 Teo S.C., Wong L.S. «Whole cell-based biosensors for environmental heavy metals detection» Annu. Res. Rev. Biol. 4 (2014): 2663–2674.

- 24 Toumi A., Belkoura M., Benabdallah S., El Alami M., Loukili Idrissi L., «Nejmeddine A. Effect and bioaccumulation of heavy Metals (Zn, Cd) on Micractinium pusillum alga» Environ. Technol. 28 (2007): 19–23.
- 25 Vasser S.P., Kontradeva N.V., Masuk N.P. (1989) Vodorosli [Algae]. Kiev: Naukova Dumka. pp. 608.
- 26 Zimmels Y., Kirzhner S., Roitman S. «Use of Naturally Growing aquatic Plants for Wastewater Purification». Water Environment Research. 3 (76) (2004): 220–230.
- 27 Zayadan B.K., Matorin D.N. (2015) Biomonitoring vodnyh ecosistem na osnove microvodoroslei [Monitoring of aquatic ecosystems based on microalgae] M: Publishing house «Altek», pp. 252. (In Russian)
- 28 Zayadan B.K. (2011) Ecologicheskaya biotekhnologiya fototrofnyh microorganismov [Ecological biotechnology of phototrophic microorganisms]. Almaty: Publishing house «Arys», pp. 368. (In Russian)
- 29 Zayadan B.K., Akmuhanova N.R., Sadvakasova A.K. (2017) Katalog kollekci kultur mikrovodoroslei i cianobakterii [Catalog of the collection of microalgae cultures and cyanobacteria] Abzal-ai. pp. 135. (In Russian)
- 30 Zolotov U.A., Ivanov V.M., Amelin V.G. (2002) Himicheskie test-metody analiza [Chemical test methods of analysis]. M: Editorial. pp. 3304. (In Russian)



2-бөлім

**ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ  
БИОТАГА ЖӘНЕ ТҮРФЫНДАР 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**

**Inelova Z.<sup>1</sup>, Nesterova S.<sup>2</sup>, Erubaeva G.<sup>3</sup>, Sejtkadyr K.<sup>4</sup>,  
Zaparina E.<sup>5</sup>, Baubekova A.<sup>6</sup>, Galamova G.G.<sup>7</sup>**

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

<sup>2</sup>Professor, Doctor of Biological Sciences, e-mail: nesterova.2012@mail.ru

<sup>3</sup>Acting Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, e-mail: g.yerubayeva@turan-edu.kz

<sup>4</sup>laboratory assistant, e-mail: seitkadyrova@list.ru

<sup>5</sup>laboratory assistant, e-mail: he\_len.kz@mail.ru

<sup>6</sup>Candidate of Biological Sciences, e-mail: Almagul.Baubekova@kaznu.kz

<sup>7</sup>graduate student, e-mail: ggallamova@mail.ru

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

**THE HEAVY METALS  
IN ALHAGI PSEUDALHAGI, ARTEMISIA TERRAE-ALBÆ,  
CERATOCARPUS ARENARIUS OF MANGYSTAU REGION**

The article presents the results of a study of heavy metals concentration(Pb, Cd, Zn, Cu, Mn, Co, Ni) in the following samples of dominant plants: Alhagi pseudalhagi, Artemisia terrae-albae, Ceratocarpus arenarius and soils collected in the Mangistau region in 3 points: № 1 point (Aktau, the farm «Bereke»), number 2 point (Fort-Shevchenko, agriculture 'Asem-Almaz') and number 3 (of Zhanaozhen, the farm «Nurken»). The determination of heavy metals was carried out by atomic absorption spectrometry. The procedure for performing measurements of the mass fraction of petroleum products in soil samples was carried out on a Fluorat-02 liquid analyzer. It was found, the studied plants in the studied points have different accumulative abilities: Artemisia terrae-albae revealed the best accumulative ability to store heavy metals when as Ceratocarpus arenarius differs in that, in comparison with other plants that grow together with them under the same environmental conditions, they accumulate the least heavy metals. In all areas studied the content of heavy metals in soil samples it is within the acceptable level. However, there is a general pattern of a slight excess of the permissible level of concentration in the range of 1.09 – 1.72 to the maximum permissible concentrations (MPC) for metals such as zinc, cobalt, which may be related features physiographic zones and geological factors.

**Key words:** Mangistau region, heavy metals, atomic absorption spectrometry, the dominant species, accumulative capacity.

**Инелова З.<sup>1</sup>, Нестерова С.<sup>2</sup>, Ерубаева Г.<sup>3</sup>, Сейтқадыр К.<sup>4</sup>,  
Запарина Е.<sup>5</sup>, Баубекова А.<sup>6</sup>, Ғаламова Г.Ғ.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Доцент м.а, б.ғ.к., e-mail: Zarina.Inelova@kaznu.kz

<sup>2</sup>профессор, б.ғ.д., e-mail: svetlana.nesterova.2012@mail.ru

<sup>3</sup>Доцент м.а, б.ғ.к., e-mail: g.yerubayeva@turan-edu.kz

<sup>4</sup>лаборант, e-mail: seitkadyrova@list.ru

<sup>5</sup>лаборант, e-mail: he\_len.kz@mail.ru

<sup>6</sup>б.ғ.к., e-mail: Almagul.Baubekova@kaznu.kz

<sup>7</sup>магистрант, e-mail: ggallamova@mail.ru

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Маңғыстау облысының Alhagi pseudalhagi, Artemisia terrae-albae,  
Ceratocarpus arenarius өсімдіктер кұрамындағы ауыр металдардың мөлшері**

Бұл мақалада Маңғыстау облысының аумағында жиналған Alhagi pseudalhagi, Artemisia terrae-albae, Ceratocarpus arenarius және топырақ үлгілерінің құрамындағы ауыр металдардың (Pb, Cd, Zn, Cu, Mn, Co, Ni) зерттеу нәтижелері ұсынылған. Басым өсімдіктер мен топырақ үлгілері 3 нүктеден жиналды: №1 нүктесі (Ақтау қаласы, «Береке» шаруашылығы ), №2 нүктесі (Форт-

Шевченко қаласы, «Әсем-Алмаз» шаруашылығы) және №3 нүктө (Жанаозен қаласы, «Нұркен» шаруашылығы). Ауыр металдар атом-абсорбциалық спектрометрия әдісі арқылы анықталды. Топырақ үлгілеріндегі мұнай өнімдерінің жаппай үлесін өлшеуді жүргізу тәртібі «Флюорат-02» сұйық, анализаторында жүргізілді. Өсімдіктердің ауыр металдарды құрамдарына жинақтау қасиеттері әртүрлі болып келеді. Зерттелген өсімдіктер арасында *Artemisia terrae-albae* ең үздік жинақтаушы қасиеттерімен ерекшеленетін анықталды. Ал *Ceratocarpus arenarius* басқа да өсімдіктер түрлерімен бір экологиялық жағдайларда өсетіндігіне қарамастан, құрамында ауыр металдардың мөлшерде жинақтындығымен ерекшеленеді. Барлық зерттеу жүргізілген нүктелерден алынған топырақ үлгілерінде ауыр металдардың мөлшері рұқсат етілген деңгейдің аясында екені анықталды. Бірақ, физико-географиялық аймақтары мен геологиялық факторлар ерекшеліктеріне байланысты болуына мүмкін, мырыш, кобальт металдары рұқсат етілген 1,09 – 1,72 ауқымындағы шекті-рауалы концентрациясы (ШРК) деңгейінен шамалы асатыны анықталды.

**Түйін сөздер:** Маңғыстау облысы, ауыр металдар, атомдық-абсорбциялық спектрометрия, өсімдіктің басым түрі, жинақтаушы қасиеттері.

Инелова З.<sup>1</sup>, Нестерова С.<sup>2</sup>, Ерубаева Г.<sup>3</sup>, Сейтқадыр К.<sup>4</sup>,  
Запарина Е.<sup>5</sup>, Баубекова А.<sup>6</sup>, Галамова Г.Г.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>и.о. доцента, к.б.н., e-mail: Zarina.Inelova@kaznu.kz

<sup>2</sup>профессор, д.б.н., e-mail: svetlana.nesterova.2012@mail.ru

<sup>3</sup>и.о. доцента, к.б.н., e-mail: g.yerubayeva@turan-edu.kz

<sup>4</sup>лаборант, НИИ проблем экологии, e-mail: seitkadyrova@list.ru

<sup>5</sup>лаборант, НИИ проблем экологии, e-mail: he\_len.kz@mail.ru

<sup>6</sup>к.б.н., e-mail: Almagul.Baubekova@kaznu.kz

<sup>7</sup>магистрант, e-mail: ggallamova@mail.ru

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

### Содержание тяжелых металлов в *Alhagi pseudalhagi*, *Artemisia terrae-albae*, *Ceratocarpus arenarius* Мангистауской области

В данной статье представлены результаты исследования содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu, Mn, Co, Ni) в следующих образцах доминантных растений: *Alhagi pseudalhagi*, *Artemisia terrae-albae*, *Ceratocarpus arenarius*, а также почвы, собранных на территории Мангистауской области в 3 пунктах: № 1 Точка (хозяйство «Береке», г. Актау), № 2 Точка (хозяйство «Асем-Алмаз», г. Форт-Шевченко) и № 3 (хозяйство «Нұркен», г. Жанаозен).

Определение тяжелых металлов проведено методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почвы проводилась на анализаторе жидкости «Флюорат – 02».

Было выявлено, что изученные растения в исследуемых точках обладают различной аккумулятивной способностью: *Artemisia terrae-albae* обладает наибольшей способностью накапливать тяжелые металлы, тогда как *Ceratocarpus arenarius* отличается тем, что по сравнению с другими растениями, произраставшими вместе с ними в одинаковых экологических условиях, накапливает меньше всего тяжелых металлов.

Содержание тяжелых металлов в образцах почвы на территории изученных пунктов находилось в пределах допустимого уровня. Однако, отмечалось незначительное превышение допустимого уровня содержания в пределах от 1,09 – до 1,72 предельно допустимой концентрации (ПДК) по таким металлам, как цинк, кобальт, что может быть связано с особенностями физико-географической зоны и геологических факторов.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, атомно-абсорбционная спектрометрия, доминантные виды растений, аккумулятивные способности, Мангистауская область.

## Introduction

Environmental problems in the Caspian region, including the Mangistau region, are now directly related to the rapid development of industry, energy and transport communications, the active chemicalization of agriculture, intensive mining of minerals, as well as the active activities of the mining, oil and gas processing industries. All of them adversely affects on the environment, air, soil

composition, surface and groundwater bodies. In recent years, one of the most dangerous pollutants are heavy metals.

Different metals and their compounds have a direct impact on the soil and plants. The accumulation of heavy metals adversely affects the fertility of the soil, its microbiological activity, the growth and development of plants, as well as the quality of crop production. At a normal concentration of heavy metals in the soil, plants are able to regulate

their intake through the root system. However, at higher concentrations, protective and regulatory mechanisms are not able to prevent their entry into vegetative organs. The nature of distribution of heavy metals in plant biomass has the following features: most of them accumulate in roots, root crops, tubers, somewhat less in overground green organs and even less in fruits (Sytar 2013:985-999, Prasad 2013:304, Gratão 2005: 53-64, Nagajyoti 2010:199–216, Yruela 2005: 154-163). Heavy metals play an important role in the life of plants. For example, when there is a shortage of manganese, a slowdown in the development of the root system and growth of the plant are observed, yields are reduced. The content of Ni and Co is relatively stable for plants. Plumbum is a natural component of soil, atmospheric air and water. Due to the wide prevalence of plumbum in the environment, it is to some extent contained in all types of food products. The impact of plumbum on orgagnism today remains a serious problem. (Filova 1989:214, Avtsyn 1991:124-127, Himelblau 2000:205-210, Dietz 1999:73-97, Rosenfeld 2017:279-287, Rosenfeld 2017:373-383).

The characteristic features of territory of the Mangistau region are the poverty of the flora and the unique structure of the vegetation cover. The flora of this region refers to typical desert floras. The composition of plant communities and their distribution in space are determined by habitat conditions. The main factors determining the distribution of vegetation are the conditions of moistening, salinity and mechanical composition of soils and soils, as well as geomorphological conditions (Dimeeva 2014:33).

The most part of the study area is occupied by complex communities with the dominance of (*Artemisia terrae-albae* Krasch., *Artemisia gurganica* (Krasch.) Filat., *Artemisia lessingiana* Bess.) the ash-lays (*Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens, *Anabasis aphylla* L.). Sagebrush communities are characterized by alkaline and solonchakous varieties of brown desert soils. Biyurgunovy phytocenoses are confined to solonets desert. Among these communities, annuals predominate (*Lepidium perfoliatum* L., *Alyssum desertorum* Stapf., *Tetracme quadricomis* (Steph.) Bunge, *Descurainia Sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski, *Ceratocephala falcata* (Crantz) Bess.). Most of the representatives of the family *Brassicaceae*.

Also in these communities there are perennials such as *Cousinia onopordioides* Ledeb, *Rheum tataricum* L. fil., *Gypsophilla diffusa* Fisch et Mey., *Tanacetum achilleifolium* (Bieb.) Sch. Bip.,

*Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. & Heyn. Communities dominated by perennial halophytes are formed in solonchaks of common (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., *Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens, *Limonium suffruticosum* (L.) O. Kuntze., *Artemisia monogyna* Poljak.). For these communities, ephemeral annuals are the characteristic components (*Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, *Lepidium perfoliatum* L., *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski). (Aralbaj 2006a:44).

In the study area, xerophytes predominate in the composition of vegetation, which are related to the life forms of semi-shrubs, half-shrubs, shrubs, herbaceous annuals and perennials with short (ephemerals and ephemerooids) and a long vegetation period.

Thus, the aim of work is to assess the ecological status of the Mangistau region using the example of dominant terrestrial plant species at the monitoring points of the Atyrau region and the collection of representatives of terrestrial plant species as test objects for analyzing the content of oil products and associated heavy metals.

## Materials and methods

Monitoring studies were carried out to determine the content of heavy metals in soil and plant samples from 2015 to 2017 (Inelova 2015: 292-297, Inelova 2016:44-53).

Before the beginning of the work, a route was laid, along which further sampling of plants and soil cover was conducted to determine the content of heavy metals in them.

In determining the species of plants for collection, geobotanical descriptions of communities were initially made at three points:

- 1) Point (Aktau city, «Bereke» farm).
- 2) Point (Fort-Shevchenko city, «Assem-Almaz» farm).
- 3) Point (Zhanaozen city, farm «Nurken»). (Fig.1).

According to the geobotanical method, the laying of sites was carried out in tenfold repetition. Initially, dominant and fodder species were identified, which later served as objects of research for fodder and dominant plants – *Alhagi pseudalhagi*, *Artemisia terrae-albae*, *Ceratocarpus arenarius*.

*Alhagi pseudalhagi* (M. B.) Desv. -semishrub 50-100 cm high; stems branched, smooth, furrowed, glabrous, rarely with sparse hairs, branches usually depart at an acute angle, upward directed, densely leafy; lower spines strong, 10-15 mm long, 1 mm

thick, upper thin, 30-35 mm long, 0.5-0.7 mm thick, upward directed; leaves ovate, oblong or lanceolate, on top with short denticle, on both sides scatteredly pubescent, lower usually shorter than thorns, flowers 3-8 of which sit on spines; pedicels loosely adpressed or pubescent, about 1.5-2 mm long; calyx about 3-4 mm long, corolla pink, red or purple, flag 7-9 mm, 5-6 mm wide, slightly arched at apex, narrowed at the base in a wide short nail, wings oblong, about 7-8 mm 2 mm wide, at the apex ovate, slightly curved, at the base with a broad eyelid, the nail 2 mm long, the boat about 8-9 mm, its plate

along the lower margin arcately curved, from above obliquely cut, at the end obtuse, slightly narrowed, at the base with a broad ankle, nails 3 mm long; ovary linear, with a short column, glabrous; beans are clear, naked, 4-7 seeds, curved or straight; seeds are small, smooth, kidney-shaped. Blossoms V-VI, fructifies VIII (Fig.2).

It grows in desert clayey steppes, solonetsous depressions and on the outskirts of hummocky sands, less often as a weed on irrigated lands.

Economic importance. Fodder, melliferous, weed (Goloskokov 1956:633).



Figure 1 – Sampling points

*Artemisia terrae-albae* Krasch.- perennial. The whole plant is grayish from thick spider webs. The root is thick, woody, multi-headed; truncated, wooden, quite densely leaved barren shoots, together with numerous fertile stems form dense and wide turf; the resulting stems at the base are ascending or erect, 8-15 or (8) 15-30 cm high, thin, sinuous or thick, at the base of the tree, up to 45 cm high, branching at the top; leaves lower cauline, in shape ovoid, 1-2 cm long. and up to 1 cm wide, on both sides grayish-green from dense cobweb pubescence, simple or twice pinnatifid; baskets broad or oblong

ovate, 2-3 or 4 pinched, collected in a wide, loose panicle with lateral branchlets, 3-4-rowed, tessellate-convex, white-toothed from dense, cobweb hairs, external ovate, small, shorter than internal, inner oblong. They are ovate, edged along the margin; flowers are bisexual, in number 3-5, corolla tubular, yellow or purple. Blooms VIII-X (Fig.3).

It grows in a desert zone. Occurs in all desert areas of Kazakhstan (Pavlov 1960:220-221).

*Ceratocarpus arenarius* L. - the plant is greyish or reddish from stellate hairs, the stem is 5-30 cm high, from the base densely branched, with strongly

spaced, forked branched branches forming an almost spherical bush, the leaves are stiff, regular, at the base of the branches are opposite or 3 in the whorl, 1-4 cm long. and 0.5-2 mm wide, filiform, linear, less often lanceolate-linear, narrowed to the base, pointed at the apex, all-edged, with edges turned upside down, with 1 vein; perianth of anthers flowers back-oblong-ovate, with obtuse lobes and sparse, falling, stellate hairs, fruits together with fused bracts oblong-back-wedge-shaped. 5-7 mm long. and 2.5-4 mm wide .. laterally with longitudinal vein, at the top with 2. almost horizontally spaced, subulate horns. Fruits at the base of the stem short horny or almost hornless, densely hairy-hairy. Blossoms V-VII. (Fig.4).

#### **Economic importance. Fodder for all types of livestock (Pavlov 1966:120-121).**

In the «Bereke» farm in Aktau, a collection of plants was produced in a sagebrush –forb community. Excessive grazing led to a decrease in the projective coverage. On the territory of this community projective coverage is – 60%. Some fodder species are replaced by weeds (cocklebur – *Xanthium strumarium*) and poisonous (brunz – *Sophóra alopecuroides*, adraspan – *Peganum harmala*), which indicates a change in the grass stand. For analysis, the dominant *Artemisia terrae-albae* from the family *Asteraceae* and a species of fodder value – *Alhagi pseudalhagi*.

Recently, there has been a decline in the species composition of the natural vegetation cover, which is represented mainly by weed species: cocklebur (*Xanthium strumarium*), adraspan (*Peganum harmala*), brunz (*Sophóra alopecuroides*). These areas of severe disturbances in phytocoenosis are local and do not cover large areas.

In the «Asem-Almaz» farm in Fort-Shevchenko, the collection of plants and soils was also produced in a sagebrush-forb community. In addition to the dominant *Artemisia terrae-albae*, the forage plants *Alhagi pseudalhagi*, *Ceratocarpus arenarius* were collected for analysis.

In the first community, the dominant was collected as test objects for analysis, which is also a forage plant *Alhagi pseudalhagi* (MV) Desv. – from the family *Fabaceae* and the accompanying food plant – *Ceratocarpus arenarius* L. from the family *Chenopodiaceae*. In the second community the dominant – fodder plant *Artemisia terrae-albae* Krasch – is collected. from the family *Asteraceae*.

To determine the content of heavy metals in the samples of plants studied, the atomic absorption spectrometry method was used. The determination of heavy metals was carried out on an atomic absorption

spectrometer «AAS 1N» (CarlZeiss, Germany) in tenfold repetition. Only the aboveground mass of plants (leaf, flower and stem) (Illin 2001:216, Slavin 1993:351, Wang 2017: 337-345).

Sampling of plants. The plants are selected, dig them out with a root, washed with running water, then distilled, and dried in a drying oven at a temperature of 105 ° C. Then the sample is ground, weighs 3 parallel samples of 1 gram each on analytical scales.

The course of analysis. Plant weights are placed in a heat-resistant beaker on a 100 – 150 ml. add 15 to 20 ml. concentrated perchloric acid and evaporated on a hot plate to wet salts. In case of not completely opening the sample, add 5-10 ml. concentrated perchloric acid, 2 – 3 ml. concentrated nitric acid and continue to evaporate to wet salts. The resulting mineral is brought to 15 ml. 5% solution of HCl (hydrochloric acid), washing this solution with a heat-resistant beaker and transfer it into a test tube. The concentration of heavy metals is determined in the solution obtained. The content of heavy metals in the samples is determined by a graduated graph based on standard solution (Vazhenin 1974:123-134).

Soil sampling. Point sampling is selected with a knife or spatula from the inflows or soil drill at a depth of 0-20 cm and 20-40 cm horizon in 5 multiple repetitions. The soils were then dried to an air-dry state at room temperature. Cleared it of various inclusions. The soil is ground in a mortar with a pestle and sieved through a sieve with a hole diameter of 1 mm.

To perform the analysis on an atomic absorption spectrometer, 1 gram of soil was weighed in 5 replicates on analytical scales. The weights were placed in heat-resistant cups, 15 ml of perchloric acid and 5 ml of nitric acid were added, heated to boiling, ensuring complete opening of the sample (Zhuravleva 1974:285 ).

#### **Discussions and results**

As a result of analysis of the species composition of plants, compiled on the basis of their own and published data, Safranova I.N. (1991, 1996), the State Plant Cadastre of the Mangistau region (2006), etc. (2014) (Aralbaj 2006a:44, Safranova 1991:55, Safranova 1996:221, Kosareva 1995:8, Aralbaj 2006b:301.) in the Mangistau region 676 species from 301 genera and 69 families were identified, with the dominance of the families *Chenopodiaceae* (smell, 13.5 % of the total number of species), *Asteraceae* (Compositae, 11.8%), *Brassicaceae* (Cruciferous, 9.5%), *Poaceae* (Cereals, 8.5%) and *Fabaceae* (Legumes, 7.5%). The largest genera include *Astragalus*, *Artemisia* and *Salsola*.

Figure 2 – *Alhagi pseudalhagi*Figure 3 – *Artemisia terrae-albae*Figure 4 – *Ceratocarpus arenarius*

Samples of soils for the determination of heavy metals were taken from the studied territories in the investigated points. The results of soil samples obtained are shown in Table 1.

Table 1 shows that in soil samples taken from the territory of the Bereke farm in Aktau, the cadmium content (0.96 MPC), manganese (0.65 MPC), nickel (0.05 MPC), copper (0.08 MPC) and lead (0.53 MPC) is within the permissible limits. However, there was a slight excess of MPC for some chemical elements, such as zinc (1.46 MPC) and cobalt (1.09 MPC).

In samples of soils selected from territory of the Asem-Almaz farm in Fort-Shevchenko, the

content of heavy metals such as cadmium (0.64 MPC, manganese (0.92 MPC), nickel (0.06 MPC), copper (0.12 MPC) and lead (0.67 MPC) is within the permissible limits, but exceeds the permissible level of zinc (1.72 MPC) and cobalt (1.55 MPC).

Samples of soils were selected from the territory of the Nurken farm in Zhanaozen, in which the lead content (0.62 MPC), copper (0.11 MPC), nickel (0.06 MPC) and manganese (0.63 MPC) were also sampled was within the acceptable limits. But the concentration of some of the elements under study has exceeded the MPC in insignificant limits: cadmium (1.44 MPC), zinc (1.6 MPC), cobalt (1.27 MPC).

**Table 1** – Average content of heavy metals in soil samples of the studied points

Points of collection	Controlled substances, mcg / kg						
	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Farm.Bereke,Aktau city	455,20±22,00	5,33±0,60	4,19±1,20	2,64±0,33	34,59±3,70	0,50±0,01	16,69±1,04
Farm. Asem-Almaz, Fort-Shevchenko city	650,00±36,00	7,69±0,73	5,59±1,29	3,89±0,63	40,20±4,90	0,29±0,25	15,39±1,87
Farm. Nurken, town of Zhanaozen	439,00±24,00	6,40±0,58	5,59±1,45	3,76±0,29	37,19±5,20	0,73±0,04	20,11±2,14

Thus, the content of heavy metals in soil samples is within the permissible level in all studied points. But in general, there is an insignificant excess of the permissible concentration level in the range from 1.09 – to 1.72 MPC for metals such as zinc, cobalt.

Studies were carried out to determine the content of heavy metals in samples of plants selected in 3

locations: Aktau, Bereke farm, Fort-Shevchenko, Asem-Almaz farm, Zhanaozen, Nurken farm).

The results of the Bereke farm study are presented in Table 2. Based on the obtained data, it is evident that in all studied dominant plants the content of Co, Cd, Ni, Cu, and Mn is within the maximum permissible concentrations (excluding *Artemisia terrae-albae*).

The content of most heavy metals in all samples of dominant terrestrial plants is within the permissible values: cadmium 0.28-0.68 MPC, copper 0.29-0.65 MPC, nickel 0.13-0.49 MPC except *Artemisia terrae-albae* – 1.06 MPC), cobalt – 0.14-0.37 MPC, manganese – 0.28-0.93 MPC (excluding *Artemisia terrae-albae* – 1.06 MPC). But at the same time, heavy metals such as lead and zinc exceed the permissible level in all studied plant samples: lead – 1.12 – 1.71 MPC and zinc – 1.02 – 1.33 MPC. It should be noted that in the study area, in these environmental conditions, *Artemisia terrae-albae* accumulates the largest amount of Pb, Mn, Ni, Co, compared with other dominant plants, *Ceratocarpus arenarius* – cadmium and copper, *Alhagi pseudalhagi*- zinc.

In all samples of the dominant terrestrial plants of the Nurken farm in Zhanaozen, the content of heavy metals is contained in permissible concentrations of MPC: Cd is in the range 0.24-0.52 MPC, Cu 0.24-0.99 MPC, Ni-0, 13 – 0,67 MPC, Co – 0,07 – 0,23 MPC, Mn- 0,10 – 0,97 MPC. However, the content of Pb and Zn exceeded the permissible level of MPC and amounted to: Pb – 1.17 – 1.58 MPC, Zn- 0.9 – 1.12 MPC (Table 2).

On the basis of the results presented in Table 2, it can be seen that in the samples of dominant species collected from the territory of the Asem-Almaz farm in Fort-Shevchenko, the content of most of the heavy metals studied also does not exceed the MPC.

The cadmium content is in the range of 0.20-0.64 MPC, copper 0.19-0.71 MPC, nickel 0.13-0.42 MPC, cobalt 0.08-0.46 MPC, manganese – 0.28 – 0.81 MPC (excluding *Artemisia terrae-albae* – 1.46 MPC). But the lead content exceeds the maximum permissible concentration in all types of plants in the study area (1.17 – 1.87 MPC). The zinc content exceeds the MPC in the samples of plants *Alhagi pseudalhagi* (1.26 MPC), *Artemisia terrae-albae* (1.56 MPC).

Compared with other dominant plants under these environmental conditions, *Artemisia terrae-albae* accumulates more lead, cadmium, zinc, copper, nickel, manganese, *Alhagi pseudalhagi*-nickel, cobalt.

Thus, based on the results of the analysis, it was found that the content of most heavy metals in plants in the investigated areas is within the permissible concentrations (MPC).

On the territory of the Bereke farm, the greatest amount of Pb, Ni is found in the plants *Artemisia terrae-albae* (6.86 mg / kg and 90.20 mg / kg, respectively), Zn-*Alhagi pseudalhagi* (66.40 mg / kg). (table 2).

The highest content of heavy metals Zn and Mn on the territory of the Asem-Almaz farm is observed

in *Artemisia terrae-albae* (78.0 mg / kg and 365.2 mg / kg) (Table 2).

The greatest amount of Zn is determined in the plant *Artemisia terrae-albae* (6.32 mg / kg) of the Nurken farm (Table 2).

Due to the fact that unfavorable natural and climatic conditions are characteristic for the study area, the vegetation cover of the studied region is characterized by weak resistance to anthropogenic influences. One of the most common problems of terrestrial ecosystems used as pastures is overgrazing, which most often leads to degradation of the vegetation cover, the appearance of weed species. Small, local areas of severe disturbances in phytocenoses, as in other researchers (Dimeeva 2012:10-15, Prasad 1999b:414, Bhargava 2012:103-120, Priscila 2005:481-494), were observed around villages, wells and construction sites.

Anthropogenic pressure in the Mangistau region now has a direct impact on plant, animal and soil cover, as well as water resources. The main reasons for the accumulation of heavy metals in the region under investigation are anthropogenic pollution of water by sewage, air emissions from industrial plants and transboundary transport of toxicants by water. As a result of numerous studies on various biological objects (from microorganisms to mammals), mutagenic and carcinogenic properties of heavy metals have been identified. Various heavy metals in living organisms act as accumulative poisons. For these conditions, it is necessary to develop monitoring and forecasting the situation in order to further improve it.

Based on the research results that were launched in 2016, the following conclusions can be drawn: the first time a collection of dominant and fodder species (*Ceratocarpus arenarius*, *Alhagi pseudalhagi*, *Artemisia terrae-albae*) was conducted at three monitoring points (farms: Bereke, Asem-Almaz , «Nurken») of Mangistau region as test objects for analysis of heavy metals content. As a result of the work carried out, it was revealed that the content of such heavy metals as Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co and Mn in plants is within the maximum permissible concentrations (MPCs) or insignificantly exceeds the permissible level in plants. Among the studied plants, *Artemisia terrae -albae* contains the largest amount of lead, zinc, nickel and manganese, which is due to the predominance of these elements in the soil, compared to other sites, and also indicates its higher accumulative capacity compared to the other and the studied plants. The lowest content of heavy metals was observed in the fodder form of *Ceratocarpus arenarius*.

**Table 2** – Average content of heavy metals in plant samples taken from the territory of farms «Bereke», «Asem-Almaz», «Nurken»

Types of plants	Controlled substances, mcg /kg						
	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
farm. Bereke, city Aktau							
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	228,2±15	0,1±0,03	41,79±4,90	6,49±0,56	60,01±6,18	0,35±0,03	4,50±0,87
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	120,3±7,3	1,40±0,07	14,98±1,91	3,04±0,27	67,36±6,98	0,19±0,98	5,60±1,28
<i>Artemesia terrae-alba</i>	291,7±20	1,79±0,16	89,31±14,28	5,97±0,68	52,18±5,00	0,19±0,04	6,90±1,22
farm. Asem-Almaz, city Fort-Shevchenko							
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	198,9±18,6	1,65±0,97	14,97±1,93	3,64±0,27	50,01±5,28	0,33 ±0,10	4,96±0,20
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	190,1±17,0	2,26 ±0,20	40,08±2,54	3,01±0,53	64,19±5,96	0,30±0,01	6,86±2,76
<i>Artemisia terrae-albae</i>	370,1±18	0,70±0,12	31,94±3,01	7,20±0,71	77,99±10,01	0,33±0,02	6,94±0,68
farm. Nurken, town of Zhanaozen							
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	131±8,2	0,51±0,10	21,02±2,02	4,11±0,40	45,12±4,34	0,33±0,01	5,63±1,34
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	27,4±0,98	0,29±1,82	16,95±2,30	2,50±0,40	55,37±6,00	0,09±0,20	6,20±0,65
<i>Artemisia terrae-albae</i>	240±13	1,01±0,01	21,03±1,87	10,04±0,71	51,01±5,98	0,30±0,10	6,28±1,25

The main danger of heavy metals is not direct exposure and obvious poisoning, but that they have the ability to gradually concentrate in plants, animal and human organisms. Not all heavy metals have toxicity, because this group includes Cu, Zn, Co, Mn, Fe, that is, microelements (Weinert 1998:348, Thakur 2016:124-128, Memon 2001:44–48, Prasad 1999a:51-72.).

Thus, at present, due to the intensive growth and development of industry, transport, industrialization and chemicalization of agriculture, the acceleration of scientific and technical progress is substantially

increasing and continues to increase the flow of heavy metals into the environment. Pollution of objects in the living environment, as well as animal and vegetable feedstocks, salts, heavy metals, taking into account their high toxicity, the ability to accumulate in the human body, have a negative impact even in small concentrations, can have a number of serious negative consequences for human health, called environmentally-related diseases. This indicates the need for further research in the area and environmental monitoring of heavy metals in the soil.

## References

- 1 Bhargava A., Francisco F. Carmona, Bhargava M., Srivastava S. «Approaches for enhanced phytoextraction of heavy metals», Journal of Environmental Management, Elsevier 105(2012):103-120.
- 2 Dietz K., Baier M., Krämer U Free radicals and reactive oxygen species as mediators of heavy metal toxicity in plants (edited by Prasad MNV, Hagemeyer J Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems, Springer-Verlag, Berlin 1999):73-97.
- 3 Gratão P, Prasad M., Cardoso P., Lea P., Azevedo R. «Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment», Brazilian Journal of Plant Physiology 17(1) (2005): 53-64.
- 4 Himelblau E, Amasino R. «Delivering copper within plant cells», Curr. Opin. Plant Biol.3 (2000):205-210.
- 5 Memon AR., Ozdemir A., Aktoprakligil D «Heavy metal accumulation in plants», Biotechnology and Biotechnological Equipment Supplement 15 (2001) 44–48.
- 6 Nagajyoti P., Lee K., Sreekanth T. «Heavy metals, occurrence and toxicity for plants», Environmental Chemistry Letters, Springer International Publishing 8(3) (2010):199–216.

- 7 Prasad M. N. V. and Hagemeyer J. Metallothioneins and Metal Binding Complexes in Plants (Berlin, Heidelberg :Springer, 1999a) 51-72.
- 8 Prasad M., Hagemeyer J. Coupled Techniques for Species-Selective Analysis (Berlin, Heidelberg :Springer, 1999b) 414.
- 9 Prasad M.N.V. Heavy metal stress in plants: from biomolecules to ecosystems (Springer Science and Business Media, 2013):304.
- 10 Priscila L., Gratão, Andrea Polle, Peter J. Lea and Ricardo A. Azevedo «Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier», *Functional Plant Biology* 32 (6) (2005):481-494.
- 11 Rosenfeld C., Chaney R., Martínez C. «Soil geochemical factors regulate Cd accumulation by metal hyperaccumulating *Noccaea caerulescens* (J. Presl & C. Presl) F.K. Mey in field-contaminated soils», *Science of the Total Environment* 616-617(2017):279-287.
- 12 Rosenfeld C., Chaney R., Tappero R., Martínez C. «Microscale investigations of soil heterogeneity: Impacts on zinc retention and uptake in zinc-contaminated soils», *Journal of Environmental Quality* 46(2) (2017):373-383.
- 13 Sytar, O., Kumar, A., Latowski, D., Kuczynska, P., Strzałka, K., Prasad M. «Heavy metal-induced oxidative damage, defense reactions, and detoxification mechanisms in plants», *Acta Physiologiae Plantarum* 35 (2013):985-999.
- 14 Thakur S., Singh L., Wahid Z., Siddiqui M., Atnaw S. «Plant-driven removal of heavy metals from soil: uptake, translocation, tolerance mechanism, challenges, and future perspectives», *Environmental Monitoring and Assessment*: Springer International Publishing (2016):124-128.
- 15 Wang, J., Niu, Y., Zhang, C., Chen, Y. «A micro-plate colorimetric assay for rapid determination of trace zinc in animal feed, pet food and drinking water by ion masking and statistical partitioning correction», *Food Chemistry*, Elsevier Limited 245 (2017):337-345.
- 16 Yruela I. «Copper in plants», *Brazilian Journal of Plant Physiology* 17 (2005):154-163.
- 17 Авцын А.П. Микроэлементозы человека.– Москва: Медицина, 1991. – 496 с.
- 18 Аралбай Н., Кудабаева Г., Иманбаева А. и др Государственный кадастр растений Мангистауской области // Список высших растений сосудистых растений. – Актау, 2006. – 301 с.
- 19 Аралбай Н., Кудабаева Г., Иманбаева А. и др. Государственный кадастр растений Мангистауской области. Каталога редких и исчезающих видов растений Мангистауской области (Красная книга). – Актау, 2006. – 44 с.
- 20 Важенин И.Г. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах. –Москва: Колос, 1974. – С. 7-24
- 21 Вайнерт Э. Биондикация загрязнений наземных экосистем: книга / под ред. Вальтер Э, Ветцель Т. – М.: Мир, 1998. – 348 с.
- 22 Голосков В. Иллюстрированный определитель растений Казахстана: книга : в 2-х т. – Алма-Ата: Наука, 1956. – Т. 633 с.
- 23 Димеева Л. Анализ флоры новокаспийской равнины // Биология и медицина, серия биолог. и мед. – 2012 . – № 6. – С. 10-15.
- 24 Димеева Л.А. Трансформация пустынной растительности Казахстана в регионах нефтегазодобычи и возможности ее реабилитации / под ред. Б.М. Султанова, К. Усен, Р.Е. Садвокасовой, В.Н. Пермитиной, А.В. Кердяшкина и др. – Алматы, 2014. – С. 33– 63.
- 25 Журавлева Е.Г. Подготовка почвенных и растительных образцов для анализа на содержание микроэлементов: 2 книги. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах /под ред. Важенина И.Г. – М.: Колос, 1974. – 285 с.
- 26 Ильин Б.В. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях: книга. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – 216 с.
- 27 Инелова З.А., С.Г. Нестерова, Г.К. Ерубаева Содержание тяжелых металлов в некоторых доминантных видах растений Атырауской области // Вестник КазНУ. Сер. биол.– 2015. – №3 (65) – С.292-297
- 28 Инелова З.А., Ерубаева Г.К., Нестерова С.Г. Содержание тяжелых металлов в некоторых доминантных растениях Мангистауской области// Вестник КазНУ. Сер. биол., №3(68), 2016. – С.44-53.
- 29 Косарева О.Н. Древесные растения местной флоры Мангышлака в интродукции. – Актау, 1995. – 8 с.
- 30 Павлов Н. Флора Казахстана:книга: в 9-и т. – Алма-Ата: Академия Науки КазССР, 1960. – Т.9. – С.120-121с.
- 31 Павлов Н. Флора Казахстана:книга: в 9-и т. – Алма-Ата:Наука, 1966. – Т.3. – С.220-221с.
- 32 Сафонова И.Н Пустыни Мангышлака( очерк растительности) / И.Н. Сафонова. – СПб.:БИН, 1996. – 211с.
- 33 Сафонова И.Н. Растительность Мангышлака: автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра биолог. наук : 03.00.05 «Ботаника» ,1991. – 55 с.
- 34 Славин У.И. Атомно- абсорбционная спектроскопия: книга / под. ред. Б.В. Львова. – М.: Химия, 1993. – 351 с.
- 35 Филова В.А. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V-VIII групп: Справочное изд. / под ред. В.А. Филовой.– Ленинград: Химия,1989. – 40 с.

## References

- 1 Aralbj N., Kudabaeva G., Imanbaeva A. et all (2006b). Gosudarstvennyiy kadastr rasteniy Mangistauskoy oblasti. Spisok vyisshih rasteniy sosudistyih rasteniy Aktau, P. 301.
- 2 Aralbj N., Kudabaeva G., Imanbaeva A. et all (2006a) Gosudarstvennyiy kadastr rasteniy Mangistauskoy oblasti. Kataloga redkih i исчезающих видов растений Mangistauskoy oblasti (Krasnaya kniga). Aktau, P. 44.
- 3 Avtsyn A. (1991) Mikroelementozy cheloveka. Moscow:Medicine, pp.124-127.
- 4 Bhargava A., Francisco F.Carmona, Bhargava M., Srivastava S. (2012) Approaches for enhanced phytoextraction of heavy metals. *Journal of Environmental Management*, Elsevier, vol 105, pp. 103-120

- 5 Dietz K., Baier M., Krämer U (1999) Free radicals and reactive oxygen species as mediators of heavy metal toxicity in plants. In: Prasad MNV, Hagemeyer J (eds), Heavy metal stress in plants: from molecules to ecosystems, Springer-Verlag, Berlin, pp.73-97.
- 6 Dimeeva L. (2012) Analiz flory novokaspiskoj ravniny [Analysis of the flora of the New Caspian plain] Biologiya i medicina, Seriya biologicheskaya i medicinskaya, no 6. pp.10-15.
- 7 Dimeeva L., Sultanova B., Usen K., Sadvokasov R., Permitin V., Kerdyashkin, A. et al. (2014.) Transformatsiya pustynnoy rastitelnosti Kazahstana v regionah neftegazodobyichi i vozmozhnosti ee reabilitatsii. Almaty, P. 33.
- 8 Filova V. (1989) Vrednyye khimicheskiye veshchestva. Neorganicheskiye soyedineniya V-VIII grupp. Leningrad : Chemistry.
- 9 Goloskokov V. (1956) Illyustrirovannyy opredelitel' rasteniy Kazakhstana. Alma-ata: Science, vol.1, P.633.
- 10 Gratão P, Prasad M., Cardoso P., Lea P., Azevedo R. (2005) Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. Brazilian Journal of Plant Physiology, Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, no 17(1), pp. 53-64.
- 11 Himelblau E, Amasino R. (2000) Delivering copper within plant cells. Curr. Opin. Plant Biol., vol.3, pp. 205-210.
- 12 Illin B., Syso A. (2001) Mikroelementyi i tyazhelyie metalliyi v pochvah i rasteniyah. Novosibirsk:Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, P. 216.
- 13 Inelova Z.A., Erubaeva G.K., Nesterova S.G. (2016) Soderzhanie tyazhelyh metallov v nekotoryh dominantnyh rasteniyah Mangistauskoj oblasti. [The content of heavy metals in some dominant plants of the Mangistau region] Vestnik KazNU, Ser. biol., no 3(68), pp. 44-53.
- 14 Inelova, Z., Nesterova S., Erubaeva G. (2015) Soderzhanie tyazhelyih metallov v nekotoryih dominantnyih vidah rasteniy Atyrauskoy oblasti. [The content of heavy metals in some dominant species of plants of Atyrau region] Bulletin of KazNU, Biological series, no 3 (65), pp. 292-297.
- 15 Kosareva O., Belozero I. (1995) Drevesnyie rasteniya mestnoy floryi Mangyishlaka v introduktsii Tsentralno nauchnoy tekhnicheskoy informatsii. Aktau, P. 8.
- 16 Memon AR., Ozdemir A., Aktoprakligil D (2001) Heavy metal accumulation in plants. Biotechnology and Biotechnological Equipment Supplement, vol. 15,pp. 44-48.
- 17 Nagajyoti P., Lee K., Sreekanth T. (2010) Heavy metals, occurrence and toxicity for plants. Environmental Chemistry Letters, Springer International Publishing, vol. 8, no 3, pp 199–216.
- 18 Pavlov N. (1960) Flora Kazakhstana Almaty: Academy of Sciences of the Kazakh SSR, vol.3, pp. 220-221.
- 19 Pavlov N. (1966) Flora Kazakhstana. Almaty: Science of the Kazakh SSR, vol.9, pp.120-121.
- 20 Prasad M. N. V., Hagemeyer J. (1999b) Metallothioneins and Metal Binding Complexes in Plants. Heavy Metal Stress in Plants, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 51-72.
- 21 Prasad M., Hagemeyer J. (1999a) Heavy Metal Stress in Plants. From Molecules to Ecosystems. Springer, P. 414.
- 22 Prasad M.N.V. (2013) Heavy metal stress in plants: from biomolecules to ecosystems. Springer Science & Business Media, P.304.
- 23 Priscila L., Gratão, Andrea Polle, Peter J. Lea and Ricardo A. Azevedo (2005) Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. Functional Plant Biology, vol. 32, no 6 pp.481-494.
- 24 Rosenfeld C., Chaney R., Martínez C. (2017) Soil geochemical factors regulate Cd accumulation by metal hyperaccumulating *Noccaea caerulescens* (J. Presl & C. Presl) F.K. Mey in field-contaminated soils. Science of the Total Environment, vol.616-617, pp.279-287.
- 25 Rosenfeld C., Chaney R., Tappero R., Martínez C., (2017) Microscale investigations of soil heterogeneity: Impacts on zinc retention and uptake in zinc-contaminated soils. Journal of Environmental Quality, vol. 46, no 2, pp. 373-383
- 26 Safranova I. (1991) Rastitelnost Mangyishlaka The abstract. Dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences, P. 55.
- 27 Safranova I. (1996 ) Pustyini Mangyishlaka. Ocherk rastitelnosti St. Petersburg: BIN, vol.18, P.221.
- 28 Slavin U. (1993) Atomno – absorbtsionnaya spektroskopiya. Chemistry: Moscow, P.351.
- 29 Sytar, Kumar O, A., Latowski, D., Kuczynska, P.,Strzałka, K. Prasad M. (2013) Heavy metal-induced oxidative damage, defense reactions, and detoxification mechanisms in plants. Acta Physiologiae Plantarum, Polish Academy of Sciences Publishing House, vol. 35, pp. 985-999.
- 30 Thakur S., Singh L., Wahid Z., Siddiqui M., Atnaw S. (2016) Plant-driven removal of heavy metals from soil: uptake, translocation, tolerance mechanism, challenges, and future perspectives. Environmental Monitoring and Assessment, Springer International Publishing, pp.124-128.
- 31 Vazhenin I. Metody opredeleniya mikroelementov v pochvah, rasteniyah i vodah (1974). Moscow: Kolos, pp.123-134.
- 32 Wang J., Niu Y., Zhang, C., Chen, Y. (2017) A micro-plate colorimetric assay for rapid determination of trace zinc in animal feed, pet food and drinking water by ion masking and statistical partitioning correction. Food Chemistry, Elsevier Limited, vol.245, pp.337-345.
- 33 Weinert E., Walter R., Wetzel T. (1998) Bioindikatsiya zagryazneniy nazemnyih ekosistem. Mir :Moscow, P.348.
- 34 Yruela I. (2005) Copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, vol.17, no , pp. 154-163.
- 35 Zhuravleva E.G. (1974) Podgotovka pochvennyih obraztsov dlya analiza na soderzhanie mikroelementov: 2 knigi. Metody opredeleniya mikroelementov v pochvah, rasteniyah i vodah /pod red. Vazhenina I.G. –M.: Kolos, 285.

## Толепбаева А.К.<sup>1</sup>, Уразбаева Г.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., \*e-mail: akmara1980@mail.ru

<sup>2</sup>«География Институты» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ.

### ЕРТИС ӨЗЕНІ АЛАБЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАСЫНЫҢ ҚҮКІРТ ДИОКСИДІ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫМЕН ЛАСТАНУЫ (Өскемен қаласының мысалында)

Әр түрлі өндіріс салаларының қызметінен соңғы уақыттарда атмосфера ауасы да қатты lastanunda. Сондықтан да қазіргі таңдағы маңызды мәселелердің бірі, осы ауа қабатының lastanuы болып отыр. Атмосфералық ауаның lastanuына байланысты сұрақтар, қазіргі таңда жекелеген мемлекеттердің шегінен шығып, бүкіл дүние жүзінің елдеріне ортақ болуда.

Жұмыстың мақсаты – Ертіс өзені алабының бойындағы Өскемен қаласының атмосфера ауасындағы қүкірт диоксидін зерттеу.

Мақалада Қазақстандағы қүкірт диоксидінің орташа тәуліктік шекті жол берілген қоспаның шоғыры (ШЖШ) және оны басқа елдердің де атмосфералық ауа сапасының критерийлерімен салыстыра отырып, қысқаша талдау жасалған. Қазақстанда атмосфера ауасы қүкірт диоксидімен lastanuы жоғары болып саналатын Ертіс өзенінің алабындағы негізгі ірі өнеркәсіп орталығы және әртүрлі бағыттағы өнеркәсіп орындары шоғарланған, ерекше урбандалған Шығыс Қазақстан облысының аумағы болып табылады. Осыған орай, мақалада Ертіс өзені алабының бойындағы Өскемен қаласының атмосфера ауасының зиянды заттармен, соның ішінде қүкірт диоксидімен lastanuына тоқталып, әр түрлі дерек көздерінің мәліметтеріне сүйене отырып, талдау жасалды. Негізгі lastanu себебін қарастыра отырып, коршаған ортаға тигізетін зиянын, соның ішінде адамзат денсаулығына кері әсер етуден туындастырылған салдарлар қарастырылды.

Берілген жұмыстың тәжірибелік құндылығы Қазақстандағы қүкірт диоксидінің шоғырлануын басқа елдермен салыстыра отырып, зерттеу аймағының негізгі lastanu себебіне тоқтала отырып, коршаған ортаға тигізетін зиянын анықтау мен ұсыныстар жасау болып табылады.

Зерттеу үшін жүйелік талдау, синтез, экологиялық-статистикалық, салыстырмалы әдістер мен картография әдісі қолданылды.

Негізгі нәтижeler зерттеу бекеттерінің сынаамалары мен Экологиялық қауіпсіздік Орталығының есеп берулерін негізге ала отырып жасалған. Қорытындылай келе мақалада Өскемен қаласының атмосфера ауасының lastanuын төмендегуе байланысты ұсыныстар жасалды.

**Түйін сөздер:** экологиялық дағдарыс, lastanu, өндірістік кәсіпорын, қүкірт диоксиді, шекті жол берілген қоспаның шоғыры (ШЖШ).

Tolepbayeva A.K.<sup>1</sup>, Urazbayeva G.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev,  
Kazakhstan, Almaty, E-mail: akmara1980@mail.ru

<sup>2</sup>LLP «Institute of Geography», Kazakhstan, Almaty

### Pollution of atmospheric air in the basin of the river ertis by emissions of sulfur dioxide (On an example of the city of Ust-Kamenogorsk)

Recently, significant air pollution occurs due to various industries. In this regard, air pollution is one of the urgent problems. Today, issues related to air pollution go beyond the problems of an individual country, affecting the interests of the entire international community. Purpose of the work is to research of atmospheric air pollution by carbon dioxide in the Ust-Kamenogorsk, located in the Ertis River Basin. The article provides a brief comparative analysis of the daily threshold limit value (TLV) of sulfur dioxide

in Kazakhstan and the quality criteria for atmospheric air in other countries. In Kazakhstan, the territory of the Ertis basin region is the most urbanized, since the air atmosphere in the East Kazakhstan is considered highly polluted with sulfur dioxide, in which the main large industrial center and enterprises of different directions are concentrated. In this regard, the article was devoted to the pollution of atmospheric air in Ust-Kamenogorsk in the Ertis River basin by harmful substances, including sulfur dioxide, based on data from various sources.

The practical significance of this research work is to identify the distribution of sulfur dioxide in Kazakhstan in comparison with other countries, detection of sources of pollution in the analyzed area, determination of the negative impact on the environment and development of recommendations.

In the research, methods of system analysis, synthesis, ecology-statistical, comparative and cartographic methods were applied.

The main results were made on the basis of samples of research stations and reports of the Center for Environmental Safety. Taking into account the main causes of pollution, the consequences of damage to the environment, including health effects, were considered. In conclusion, recommendations were made to reduce atmospheric air pollution in Ust-Kamenogorsk

**Key words:** Ecological crisis, pollution, industrial enterprise, sulfur dioxide, maximum permissible concentrations (MPC).

Толепбаева А.К.<sup>1</sup>, Уразбаева Г.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы, e-mail: akmaral1980@mail.ru

<sup>2</sup>«Институт Географии» ТОО, Казахстан, г. Алматы

### **Загрязнение атмосферного воздуха бассейна р. Ертис выбросами диоксида серы (на примере г. Усть-Каменогорска)**

В последнее время значительное загрязнение атмосферного воздуха происходит от различных отраслей промышленности. В связи с этим загрязнение атмосферного воздуха является одной из актуальных проблем. Вопросы, связанные с загрязнением атмосферы, на сегодняшний день выходят за рамки проблем отдельного государства, затрагивая интересы всего международного сообщества.

Цель работы – исследование загрязнения диоксидом углерода атмосферного воздуха города Усть-Каменогорска, расположенного в бассейне реки Ертис.

В статье приведен краткий сравнительный анализ среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК) диоксида серы в Казахстане и критерии качества атмосферного воздуха в других странах.

В Казахстане территория бассейна реки Ертис является наиболее урбанизированной, так как атмосфера воздуха в Восточно-Казахстанской области считается высоко загрязненной диоксидом серы, в котором сосредоточены основной крупный промышленный центр и предприятия разных направлений. В связи с этим статья посвящена загрязнению атмосферного воздуха Усть-Каменогорска в бассейне реки Ертис вредными веществами, в том числе двуокисью серы, на основе данных из разных источников. Учитывая основные причины загрязнения, были рассмотрены последствия ущерба окружающей среде, включая последствия для здоровья человека.

Практическая значимость данного исследования заключается в выявлении распространения диоксида серы в Казахстане в сравнении с другими государствами, выявлении факторов загрязнения на исследуемую территорию, определении негативного воздействия на окружающую среду и разработке рекомендаций.

В исследовании применялись методы системного анализа, синтеза, эколого-статистический, сравнительный и картографический методы.

Основные результаты были сделаны на основе образцов исследовательских станций и отчетах Центра экологической безопасности. В заключение были сделаны рекомендации по снижению загрязнения атмосферного воздуха в Усть-Каменогорске.

**Ключевые слова:** экологический кризис, загрязнение, промышленное предприятие, диоксид серы, предельно допустимых концентраций (ПДК).

### **Кіріспе**

Қазіргі XXI ғасырда адамзат үлкен масштабты экологиялық дағдарысқа ұшырап отыр. Оның бірінші себебі табиғатқа антропогендік

әсер ету, соның ішінде техногендік әрекеттер деп танылуда. Мұндай қорытынды, 1992 жылы Рио-де-Жанейродағы коршаған орта мен тұрақты даму аясындағы Халықаралық Конференцияда, дүние жүзінің саяси және ғылыми

зиялы қауымымен жасалды [Гордышевский 2007:205]. Экологиялық дағдарысты туында-татын техногендік қызметтердегі негізгі рөлді, өнеркәсіптер мен қайтадан қалпына келмейтін табиғи ресурстардан алынатын энергияны қолдану үдерістері ойнайды. Бұл мұнайды өндөу өнімдерінде жұмыс жасайтын көліктер, жылу мен электр энергетикасы, мұнай химиясы, тау-кен өндірісі, металлургия, қалдықтарды жағу технологиясын қолданатын, қоқыс өндейтін салалар [Johnson 2010:179, Hansen 2007: 179 ].

Жоғарыда айтылған әр түрлі өндіріс салаларының қызметінен соңғы уақыттарда атмосфера ауасы да қатты ластануда. Атмосфералық ауа, қоршаған табиғи ортаның өте маңызды тіршілік көзі, негізгі компоненттерінің бірі және адамзат пен өсімдік және жануарлар мекен ететін ортаның бөлінбейтін бір бөлшегі болып табылады [Song YL 2015:58-69].

Сондықтан да қазіргі таңдағы маңызды мәселелердің бірі осы ауа қабатының ластануы болып отыр. Атмосфералық ауаның ластануына байланысты сұрақтар, қазіргі таңда жекелеген мемлекеттердің шегінен шығып, бүкіл дүние жүзінің елдеріне ортақ болуда [Андруз 1999:245, Калыгин 2000:14]. Жалпы адамды қоса алғанда, атмосфера ауасы мен биосфераның ластануына әсер ететін мәселелер, оны одан ары да-мытуды қажет етеді, сондықтан атмосфера ауасының ластануы Қазақстан Республикасы үшін де маңызды болып отыр. Адамға өте өте қауіптілерге ондаған мың химиялық заттар жатады. Дегенмен де, атмосфера ауасының жағдайын бағалау дүние жүзінде де және Қазақстан Республикасында да, әдістемелік жағынан шаң, қалқынқы заттармен бірге алғандағы 10-12 зат бойынша, бақылау жасау негізінде жүзеге асырылады [Ревель 1995:480, КР Экологиялық Кодексі, 2007].

Шығыс Қазақстан облысының қоршаған ортаны қорғау басқармасының және РМК «Қазгидромет» мекемелерінің деректері бойынша Өскемен қаласының атмосфералық ауасы Қазақстан Республикасының ең ластанған қалаларының бірі болып отыргандықтан, мақалада осы қоспалардың ішіндегі ең көп үлесі келетін күкірт диоксидіне, оның қоршаған ортага тигізетін зиянына талдау жасалды.

## Зерттеу нысаны

Зерттеу нысаны Ертіс өзені алабында орналасқан Шығыс Қазақстан облысының орталығы Өскемен қаласының атмосфера ауасы.

Өскемен қаласы КР ірі өнеркәсіп орталықтарының бірі, бұл аймақ әртүрлі бағыттағы өнеркәсіп орындары шоғарланған, ерекше урбандалған жүйе болып табылады. Бұл аумақта ірі тұсті металлургия мен сирек матаудар кешендері, өндіріс орындары, жылу энергетикасы, көлік, тамақ және коммуналдық шаруашылық нысандары орналасқан.

Қала атмосфера ауасын 162 кәсіпорынның шығарындыларымен ластанады, оның 122 – үйымдастырылған және 40 үйымдастырылмаган ластау көздері болып отыр. Негізгі ластайтын зиянды қоспалар шаң, азот тотығы, күкірт диоксиді, көмірқышқыл газы, қорғасын, қүкіртсүтегі, формальдегид, фенол және т.б.

Өндіріс орындарынан шығатын жоғарыда тоқталып өткен зиянды қоспалар атмосфера қабатына, топырақ жамылғысына, жер беті мен жер асты суларының құрамына еніп, тұрғындардың денсаулығына көрін тигізеді [Толепбаева А 2016:23-29].

Атмосфера ауасы ластануын талдайтын аумақ, Өскемен қаласы мен зерттеуге негіз болатын деректер 1-суретте көрсетілген бекеттерден алынған деректерге сүйене отырып жасалған.

## Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеліп отырған аумақтың атмосфера ауасының ластануы мен зиянды қоспалардың қоршаған ортаға әсер етуі мен салдарын және кеңістіктегі өзгерісі мен ерекшелігін талдау үшін, жүйелік, экологиялық-статистикалық, салыстырмалы және картографиялық зерттеу әдістері (ГАЗ) пайдаланылды.

Ауа алабының ластану жағдайының негізгі критерийі болып, шекті жол берілген қоспаның шоғыры (ШЖШ) табылады. Атмосфера ластануының дәрежесін бағалау үшін, көрсеткіштерді бағалау уақыты бойынша жіктеу қолданылады: максималды біржолдық және орташа тәуліктік және орташа жылдық шекті жол берілген қоспаның шоғыры (ШЖШ) ұзак уақыттағы әсер етуі. Сондай-ақ, атмосфера ауасының ластануына, атмосфераның ластану индексін (АЛИ) – ШЖШ жоғарылығының артуы бойынша, күкірт қышқылының зияндылығына әкелетін, заттардың зияндылық дәрежесінің есу жылдамдығындағы айырмашылықты ескеретін, атмосфераның ластану деңгейінің сандық сипаттамасын пайдаландық.

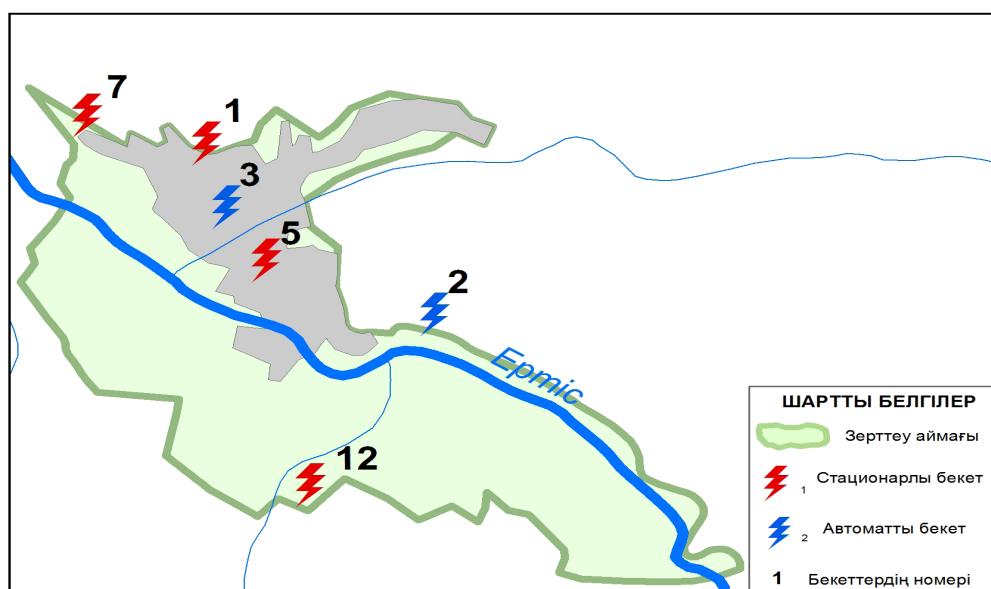
Мақалага бастапқы дерек көздер ретінде, Шығыс Қазақстан облысының қоршаған ор-

таны коргау басқармасының және РМК «Қазгидромет» мекемесінің, Ертіс алаптық су басқармасының және Экологиялық қауіпсіздік Орталығы жасаған сынамалар, қор материалдары мен жылдық есеп берулер алынды.

### Нәтижелер мен оларды талқылау

Атмосфераны айтарлықтай улайтын ластаушының бірі – өнеркәсіптік шығарындыларының 95% көбін құрайтын, құқірттің газ тәрізді қосылысы, құқірт диоксиді  $\text{SO}_2$ . Шығу тегі антропогендік құқірт диоксидінің атмосферадагы жалпы мөлшері, қазіргі уақытта оның табиги түсінен айтарлықтай артық және жылына шамамен 100 млн. тоннаны құрайды (салыстыруы үшін:  $\text{SO}_2$  табиги шығарындылары

жылына шамамен 20 млн.т тен). Құқірт диоксидінің шығарындылары көмір және мазут сияқты, құқіртке бай жанба отындарын жағу кезінде (олардағы құқірттің мөлшері 0,5-дан 5-6% дейін ауытқиды), электр станцияларының жұмысында (атмосферага түсі 40% барады), металлургиялық өндірістерде, кұрамында құқірті бар рудаларды өндіу кезінде, көптеген химиялық технологиялық үдерістері мен өнеркәсіптері машина жасау салалары кәсіпорындарының жұмысы кезінде 50% бөлінеді [McKercher GR 2017:102-110, Oney B 2017:110]. Көмірдің әрбір миллион тоннасын жағу кезінде, шамамен 25 мың тонна құқірт бөлінсе, оның көп мөлшері диоксид түрінде болса, ал мазутты жағу кезінде 4-5 есеге аз, құқірттің тотығы түрінде бөлінеді [Андруз 1999:245, Ревель 1995:480].



1-сурет – Зерттелу аймағы мен бақылау жасалатын бекеттер

Атмосферадағы құқірт диоксидінің мөлшері, адамға айтарлықтай қауіп туғызады. Қоршаған ортага және адам денсаулығына зиянды әсер етуді жою, оның алдын алу немесе азайту мақсатында, ауадағы заттардың шекті жол берілген қоспаның шоғырлануының (ШЖШ) экологиялық нормативтері жасалды [Valdetara F 2017:27-35]. ШЖШ – зерттеудің қазіргі заманғы әдістерімен бекітілген, ұзак уақыт ішіндегі күнделікті әсер ету кезінде, қоршаған ортага зияны болмайтын, адамзаттың қазіргі және болашақтағы үрпақтарының өмір сүруінің кез келген

уақытында, адам ағзасында патологиялық өзгерістер немесе аурулар туыннатпайтын, қоршаған ортадағы химиялық элементтер мен олардың қосындыларының шоғырлануы деп түсіндіріледі.

Әрбір елде атмосфераға шығарылатын заттардың мөлшерін бақылау жүйесі бар. 1-кестеде құқірт диоксидінің орташа тәуліктік шектік мүмкіндік шоғырлануының Қазақстандағы және ЕО, РФ, АҚШ [Driscoll CT 2015:535-540] мен ДДСҰ атмосфералық ауа сапасының критерийлерін салыстыра отырып жасалған талдау келтірілген.

**1-кесте – ДДСҰ, ЕО, АҚШ, РФ, Қазақстан Республикасының сапа стандарттарына сәйкес, атмосфералық ауадағы күкірт диоксидінің орташа тәуліктік шекті жол берілген қоспаның шоғыры (ШЖШ<sub>opt</sub>)**

Ластайтын зат	ДДСҰ, ШЖШ <sub>opt</sub> , мг/м <sup>3</sup>	АҚШ ШЖШ <sub>opt</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ЕО, ШЖШ <sub>opt</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Ресей, ШЖШ <sub>opt</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Қазақстан, ШЖШ <sub>opt</sub> , мг/м <sup>3</sup> (2012 жылдан бастап)
Күкірт диоксиді	0,125	0,365	0,125	0,05	0,125

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының сапа стандартына сәйкес, (ДДСҰ), ШЖШ 0,125 мг/м<sup>3</sup> аспауы керек. АҚШ-та бұл көрсеткіш, 0,365 мг/м<sup>3</sup> деңгейінде бекітілсе, ЕО елдерінде, ДДСҰ шкаласы бойынша – 0,125 мг/м<sup>3</sup>. 2012 жылдан бастап, Қазақстан аумағындағы күкірт диоксиді бойынша норматив, 0,125 мг/м<sup>3</sup> тең болды [Коновалова 2011:158, Кратенко 2012].

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында елді мекендер аумағы үшін, экологиялық нормативтер ретінде, халықтың денсаулығына химиялық және физикалық әсер етудің, санитарлық-гигиеналық нормативтері қолданылады [Красовский 2005:13].

Негізінен, Қазақстан аумағындағы күкірт диоксидінің айтарлықтай жоғары шоғырлануы, металургиялық өндірісі дамыған қалалардың атмосфералық ауасынан байкалады. Сондай қалалардың біріне Ертіс өзені алабында орналасқан түсті металургияның орталығы болып табылатын Өскемен қаласы жатады.

Жалпы ауданы 200 км<sup>2</sup> көп ауданды алып жатқан Өскемен қаласында 100-ден аса өндірістік кәсіпорын есептелсе, соның 18-і қаланың атмосфералық ауасына зиянды заттарды тастайтын, қауіптілігі I және II дәрежелі болып келеді.

Ірі өндіріс орындарынан басқа, ұсақ кәсіпорындардың жалпы ластауы мен жекеменшік түрғын үй секторының үлесі шамамен 20-30% деп бағалануда. Қолік құралдарының ауаға тастайтын зиянды заттар да шамамен осынданған.

Шығыс Қазақстанның коршаған ортаны қорғау облыстық аумақтық басқармасының деректері бойынша, 2016 жылы атмосфераны ластау көзінің 18 592-сі тіркелсе, солардың ішінде – 10 306-сы ұйымдастық болып табылады [Отчет 2015:479, Методика 2008].

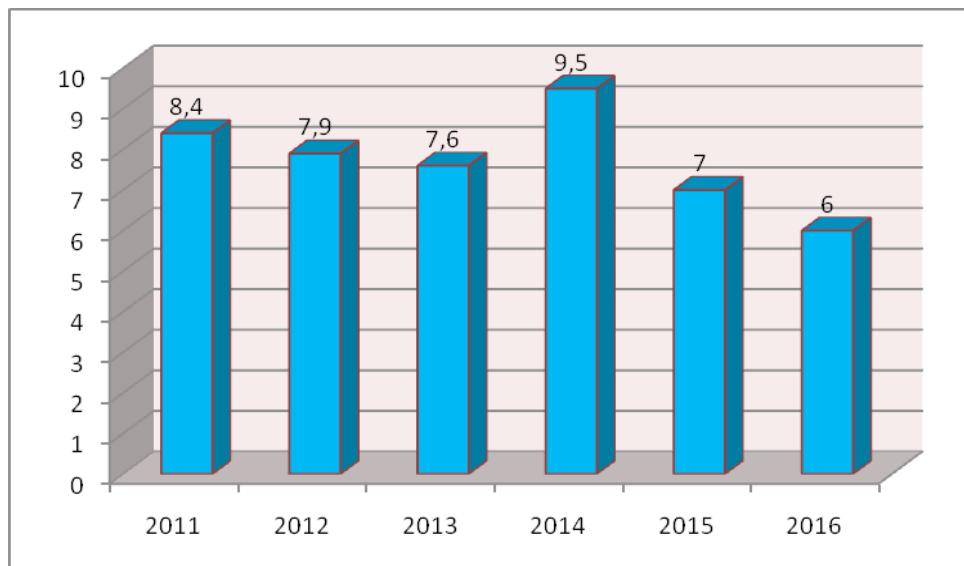
Өскемен қаласында ең ірі төрт зауыт – Үлбі металургиялық зауыты, Титан-магний комбинаты, «Согра» және «Қазмырыш» зауыттары жылына 60 тоннадан асатын зиянды қалдықтарды бөледі. 1-суреттен Өскемен қаласының атмосфера ауасының ластану индексінің (АЛИ) 2011-

2016 жж. аралығындағы динамикасын көруге болады, бұл жерде Өскеменнің ауасының ластану индексі (АЛИ) тұрақты түрде жоғары екендігін көруге болады [Есеп беру 2015:479, Бюллетень 2011-2016].

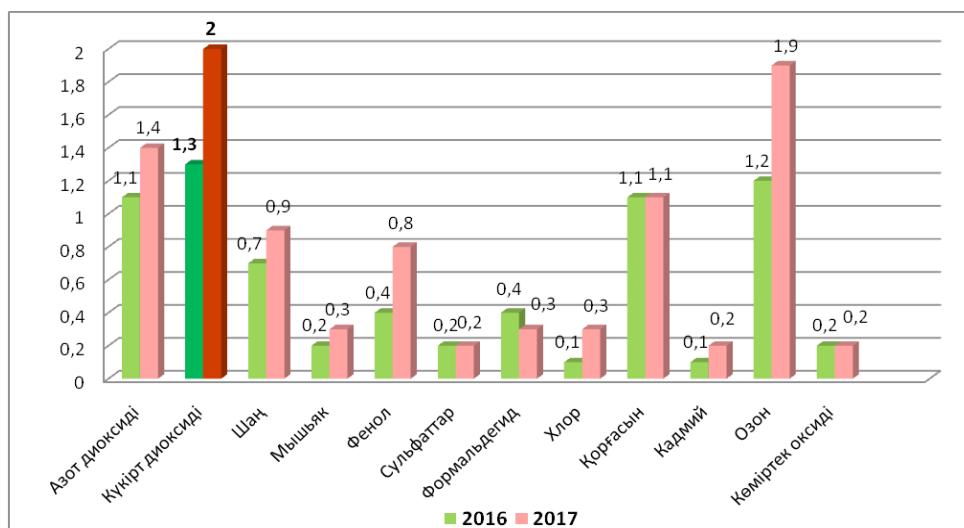
Зерттеу нәтижесі көрсетіп отырғандай, қала атмосферасын ластайтын негізгі зиянды заттар күкіртті диоксиді және азоттың қос totығы, фенол, формальдегид, жекелеген күндері ШЖШ мөлшері 7-10 дейін жетуі мүмкін, ал негізгі қоспаларға ауыр металлдар жатады, олардың ішінде мырыш, қорғасын, мышьяқ, кадмий, берилий, селен бар.

Экологиялық қауіпсіздік Орталығының деректерінің негізінде жасалған 2-суреттен, зиянды заттардың ішінде күкірт диоксиді, азот диоксиді және озонның ШЖШ мөлшерінің жоғары екендігін көруге болады [Есеп беру 2015:479, Бюллетень 2011-2016, ОЭК 2017].

Өскеменнің металургиялық кәсіпорында, минералды шикізатты өндіреу кезінде, газ көп мөлшерде бөлінеді. Әсіресе күкірттің қос totығы ете үлкен мөлшерде, түсті металургия кәсіпорындарындағы сульфидті шикізатты өндіреу кезінде және де жылу электр кәсіпорындарында ешқандай кәдеге жаратылмай, атмосфераға түсетін, құрамында күкірттің жоғары мөлшері бар, семейдің көмірін жагу кезінде шығарылады. Осылан орай да, күкірт диоксиді шығарындыларынан қалыптасатын үлкен жүктеме мен қауіп-қатер, негізінен Өскемен қаласына келеді [Толебаева 2013:109-113, Казова 2012:342-344]. Күкірт диоксидінің атмосфера ауасына маусым бойынша да әр түрлі түсітіндігі 2-кестеде берілген. «Экологиялық қауіпсіздік орталығының» деректері бойынша жасалған кестеге сәйкес, 2016 жылы күкірт диоксидінің көрсеткіші 0,14 мг/м<sup>3</sup> (2,8 ШЖШ орт.тәу.), яғни Өскемен ауасының ластану индексінің көрсеткіші жазғы маусымымен салыстырғанда қыс мезгілінде ете жоғары болатындығын көруге болады [Есеп беру 2015:479, ОЭК 2017].



**2-сурет** – Өскемен қаласы бойынша атмосфера ауасының ластану индексінің (АЛИ) динамикасы, 2011-2016 жж.



**3-сурет** – 2016-2017 жылдардағы Өскемен қаласының атмосфералық ауасының зиянды заттармен ластануының көрсеткіші, ШЖШ

**2-кесте** – Атмосфера ауасының күкірт диоксидімен ластануының маусым бойынша көрсеткіші, 2015-2016, мг/м<sup>3</sup>

Маусым	2015	2016
Қыс	-	0,14
Көктем	0,09	0,05
Жаз	0,13	0,08
Күз	0,05	0,05

Сондай-ак, қаладағы күкірт диоксиді шоғырлануының жогары деңгейде болуының тағы да бір себебі, аумақтағы авто көлік құралдары санының өсу қарқынының жогарылауына байланысты, ауаны автомобиль көлігімен ластау көлемінің артқандығы болып табылады.

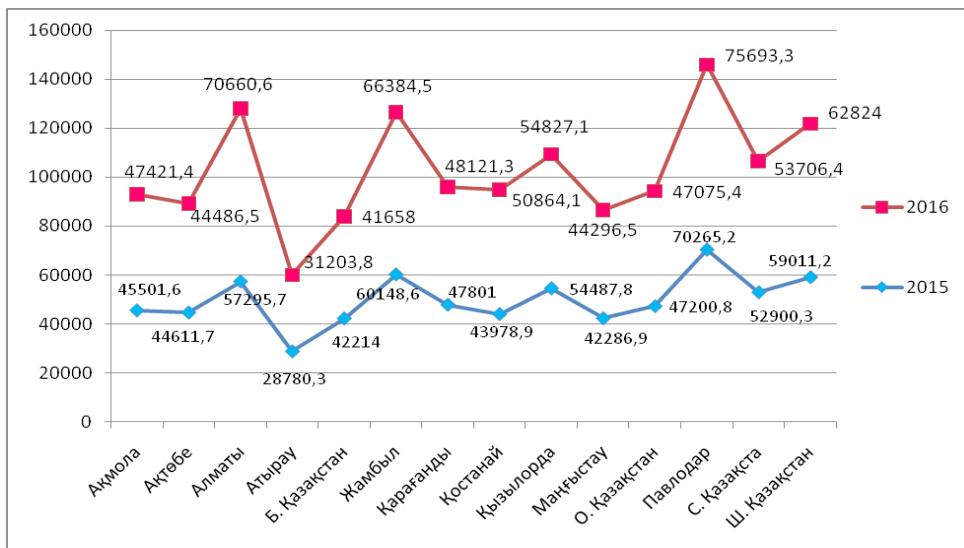
ШЖШ нормасының артық болуы, уақыт ете келе адам ағзасына кері әсерін тигізеді: атмосфералық жауын-шашинардың қышқылдығын жогарылатып, ол өз кезегінде, топырақ, су және өсімдіктердің химиялық құрамының

өзгеруіне әсер етіп, ғаламдық масштабта атмосфера құрамы мен температурасын өзгертеді, ультракүлгін сәулеленудің ұзақтығының артуына әкеліп, атмосферадағы химиялық реакцияны қүштейтеді де, өмір сүруге қолайсыз жағдай қалыптастырады, адамның тыныс алу жүйесіне аэрозольды бөлшектер мен улы газдарды түсіреді [Owens EO 20017:310-337, Pirani M 2015:56-64].

Негізінен, газ түріндегі  $\text{SO}_2$  тыныс алу мүшелерін тітіркендіріп, коздыруды туыннатуы мүмкін, жекелеген сезімталдыққа байланысты, жоғары дозаның қысқа мерзімде әсер етуі жағдайында, өкпе қызметтіне құшті әсер етуі байқалады. Адам ағзасына күкірт диоксиді мен оған үқсас қоспалардың әсер етуі нәтижесінде, созылмалы және өте құшті аурулардың үлкен қатары туындауы мүмкін. Әсіреле, күкірт диоксидіне деген жоғары сезімталдық, астмамен ауыратын, тыныс алу мүшелерінің жұмысы созылмалы бұзылған адамдарда байқалады [Chen XY 20017:915-925].

Сонымен, күкірт диоксиді ылғалмен қосылғанда, адам мен жануарлардың өкпе ұлпасын бұзатын, күкірт қышқылын қалыптастырады. Әсіреле бұл байланыс, атмосфера ауасында күкірт диоксидінің шоғырлану деңгейі жоғары ірі қалалар мен балалар өкпе патологиясын саралау кезінде байқалып отыр. Атмосфералық ауадағы күкірт диоксидінің шоғырлануының 10  $\text{мкг}/\text{m}^3$  артқан кезінде, соған сәйкес тыныс алу мүшелері мен жүрек-қантамырлар жүйесінің аурулары 0,9% өсуі мүмкін. Тыныс алу мүшелері ауруларының жоғары деңгейінің себептеріне, мемекен ету ортасындағы нысандардың айтартылған ластануын қалыптастыратын, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен көліктің болуы жатады [Авалиани 2001:76].

КР статистикасының деректері бойынша, КР аумақтарының ішінде халықтың сырқаттану деңгейі өте жоғары 4 облыстардың бірі ШҚО екендігін 4-суреттен көруге болады [КР халқының деңсаулығы және деңсаулығының Стат.жинақ. 2017:356].



4-сурет – 2016-2017 жылдардағы халықтың сырқаттануы  
(тиесті халықты 100 000 адамға шаққанда )

Соның ішінде атмосфера ауасының ластануына орай, тыныс алу жолдарының ауруларымен сырқаттану деңгейі жоғары. Мұндай жағдайдың орын алуы жоғарыда айтылған зиянды заттардың ауа атмосферасына шамадан көп түсіүмен байланысты.

Ауа ортасының зиянды заттармен ластануы мен олардың адам деңсаулығына әсер етуі

– бұл қазіргі күндегі, жылдам шешімді қажет ететін маңызды мәселелердің бірі. Атмосфераны қорғау, өнеркәсіп дамуының нәтижесі болып табылатын, атмосфераның ластануын жою немесе жоқ дегендеге, оның артуын азайтуға бағытталған тікелей немесе жана-ма техникалық және әкімшіліктік шаралар кешенінен тұрады.

Шығарындылардағы күкірттің мөлшерін, құрамындағы күкірті төмен көмірлерді қолдана отырып және де оны физикалық немесе химиялық шаю жолымен төмендетуге болады. Біріншісі, көмірді металдар сульфиді сияқты, күкірттің органикалық емес қоспаларынан тазартуға мүмкіндік береді. Екіншісінің көмегімен, күкірттің органикалық қоспаларынан ажыратуға болады. Тазартудың физикалық әдісінің тиімділігі аз, ал техникалық құрделіліктеріне байланысты, тазартудың химиялық әдістерін қолдану, тек жаңадан салынған электр станцияларындаға тиімді. Энергетиканың орта және кіші қасіпорындары үшін, күкірт диоксидінің 95% және 50-ден 75% дейінгі азот оксиді кететін, отынды қайнаган ыстық қабатта жағу әдісі қолданылады [Greenberg N 20017:326-337].

Автокөліктердегі бензинді, отынның басқа түрлерімен (мысалы, спирт қоспасымен) ауыстырудың және де табиғи газды қолданатын, газ баллонды қоліктегі мен электромобильдерді пайдаланудың, сондай-ақ, электр станцияларында да отын ретінде табиғи газды қолданудың болашағы зор. Жанатын қазба отындарын, күн энергиясы, жел, теңіз суының көтерілуі мен қайтуы, Жер қабығындағы термалді су көздері сияқты, қайтадан қалпына келетін экологиялық таза энергетика алуға болатын ресурстармен алмастыруға болады. Әзірге мұндай энергетика беретін қасіпорындардың мүмкіндігі, салыстырмалы түрде шектеулі, бірақ, дегенмен де, мысалы, Данияда жел электр станциялары энергияның шамамен 12% береді.

## Қорытынды

Сонымен қорыта келгенде, мақалада бастапқыда күкірт диоксидінің орташа тәуліктік шектік мүмкіндік шоғырлануының Қазақстандағы және ЕО, РФ, АҚШ мен ДДСҰ атмосфералық ауа сапасының критерийлерін салыстыра отырып талдау жасалды.

Еліміздегі ірі өндіріс орындарының бірі болып табылатын Ертіс өзенінің алабында орналасқан Өскемен қаласының атмосфералық ауасының ластану индексі (АЛИ) мен зиянды заттармен ластануының орташа тәуліктік шекті жол берілген қоспасының шоғыры (ШЖШ) жоғары екендігі анықталды.

Қала атмосфера ауасын ластайтын негізгі зиянды қоспалар шаң, азот тотығы, күкірт диоксиді, көмірқышқыл газы, қорғасын, күкіртсүтегі,

формальдегид, фенол және т.б. анықталды. Қала атмосферасына түсетін бұл зиянды заттар 162 қасіпорыннан, яғни 122 – үйымдастырылған және 40 үйымдастырылған ластау көздерінен түседі, соның 18-і қаланың атмосфералық ауасына зиянды заттарды тастайтын, қауіптілігі I және II дәрежелі болып келеді.

Ірі өндіріс орындарынан басқа, ұсақ қасіпорындардың жалпы ластауы мен жекеменшік тұрғын үй секторының үлесі шамамен 20-30% деп бағалануда. Қолік құралдарының ауаға тастайтын зиянды заттар да шамамен осындай. Орта есеппен атмосфералық ауаға 60 тоннадай зиянды қалдықтар түседі. Демек қаланың әр тұрғыны жылына екі центнерде улы заттарды жүтады. Бұл өз кезегінде аймақтағы әртүрлі ауру деңгейінің арттырып, тұрғындар арасында тыныс және несеп жолдарының, терінің және тағы да басқа ағзалардың түрлі ауруларының дамуына тікелей себепші болып отыр.

Өндірістің атмосфера ауасын күкірт диоксидімен ластануын төмендету үшін, негізгі ластаушылардың отынды тазарту қажет және де экономиканың кен өндіріу мен metallurgия салаларында экологиялық таза технологиялар мен тұйық айналымды енгізу мен жасауды қарастыратын «шығару кезіндегі бақылау» әдісін қолдану өте тиімді.

Атмосфералық ауаңың жылжымалы көздермен ластануының мәселесін шешу үшін, оған қоліктік қызылстар мен тораптардың жобалары және құрылышы бойынша және сондай-ақ, негізгі магистралды қөшелер параметрлерін кеңейту, жол жабындысының сапасын жақсарту, жол козғалысын басқарудың автоматтандырылған жүйелерін құру, қолік құралдары мен басқа да шараларды техникалық жағынан қайта жабдықтау сияқты шараларды енгізе отырып, қолік инфракұрылымын дамытудың арнағы аймақтық бағдарламасын қабылдау керек.

Сонымен, қалыптасқан экологиялық жағдайдағы атмосфераны ластайтын заттардың шығарындыларын төмендету үшін, атмосфералық ауаңы ластайтын заттардың шығарындылар көздерін тиімділігі жоғары газ бен шаң-тозаңдарды ұстап қалатын қондырғылармен жабдықтау, автокөлікті экологиялық таза отынның түріне жоспарлы ауыстыру, ескірген технологиялық жабдықтарды қазіргі заманғы жабдықтарға кезең-кезеңмен алмастыру және де өндіріске де ресурсты үнемдейтін технологияларды кезең-кезеңмен енгізу керек.

### Әдебиеттер

- 1 Гордышевский С.М. Экологические последствия энерго- и квазиэнерготехнологий //Материалы форума «Экологический союз Санкт-Петербурга». – СПб. – 2007. – 205 б.
- 2 Johnson, Markey, and Isakov V. «Evaluation of land-use regression models used to predict air quality concentrations in an urban area.» Journal of Atmospheric Environment 44 (2010):3660-3668. doi: 10.1016/j.atmosenv.2010.06.0417.
- 3 Hansen, Andrew, and DeFries, Ruth. «Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands.» Journal of Ecological Applications 17(2007): 974–988. doi: 10.1890/05-1098.
- 4 Song, Yiliao, Qin, Shanshan, Qu Jiansheng, and, Liu, Feng. «The forecasting research of early warning systems for atmospheric pollutants: A case in Yangtze River Delta region.» Journal of Atmospheric Environment 118 (2015), (2015): 405-50 doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.06.032.
- 5 Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды (перевод с англ.). – М.: Мир, 1999. – 245 б.
- 6 Калыгин В.П. Промышленная экология. – М.: МНЭПУ, 2000. – б. 6-14.
- 7 Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. В четырех книгах (ағылшын тілінен аударылған.). – М.: Мир, 1995. – 480 б.
- 8 Экологический Кодекс Республики Казахстан / Ведомости Парламента Республики Казахстан (2007) № 1, ст. 1; «Казахстанская правда» от 23.01.2007 г. № 12 (25257).
- 9 Толепбаева А.К. Оценка и анализ экологического состояния атмосферного воздуха Восточно-Казахстанской области // Вестник КазНИТУ. – Алматы. 2016. – №2. – б. 23-29
- 10 McKercher, Grant R, Salmond, Jennifer A, and Vanos, Jennifer K. «Characteristics and applications of small, portable gaseous air pollution monitors.» Journal of Environmental Pollution 223 (2017): 102-110. doi: 10.1016/j.envpol.2016.12.045.
- 11 Oney, Brian, Gruber, Nicolas, and Henne, Stephan. «ACO-based method to determine the regional biospheric signal in atmospheric CO<sub>2</sub>.» Journal of Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology 69 (2017):100-110. doi: 10.1080/16000889.2017.1353388.
- 12 Valdetara, Federica, Fracasstti, Daniela, and Campanello, Alessia. «A Response Surface Methodology Approach to Investigate the Effect of Sulfur Dioxide, pH, and Ethanol on DbCD and DbVPR Gene Expression and on the Volatile Phenol Production in Dekkera» Journal of Environmental Sciences & Ecology 1727 (2017):27-35.
- 13 Driscoll, Charles T, Buonocore, Jonathan J and Levy, Jonathan I. «US power plant carbon standards and clean air and health co-benefits.» Journal of Nature Climate Change 5 (2015):535-540.
- 14 Коновалова В.А. Нормирование качества окружающей среды: учебное пособие. – М.: РГУИТП, 2011. – 158 б.
- 15 Кратенко А. Новая металлургия – чистая металлургия // Ежедневная общественно-политическая республиканская газета «Экспресс К»: рубрика «Эксперт». – 2012. – 102 (17460).
- 16 Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Гармонизация гигиенических нормативов с зарубежными требованиями к качеству питьевой воды // Научно-практический журнал «Гигиена и санитария». – М.: Медицина. – 2005. – № 2. – б. 10-13.
- 17 Есеп беру «Комплексное обследование и оценка экологической ситуации с целью определения риска для здоровья населения на селитебной территории санитарно-защитных зон северного и северо-восточного промышленных узлов города Усть-Каменогорска для обоснования статуса территории» – Т.1. Экосервис-С. Усть-Каменогорск, 2015. – 480 б.
- 18 Методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий, Приложение № 18 к приказу Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 18.04.2008 г. №100 п.
- 19 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан (2011). – Алматы: РГП Казгидромет МООС РК, 213 б.
- 20 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан (2012). – Алматы: РГП Казгидромет МООС РК, 216 б.
- 21 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан (2013). – Алматы: РГП Казгидромет МООС РК, 240 б.
- 22 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан (2014-2016). – Алматы: РГП Казгидромет МООС РК. 362 б.
- 23 ОЭК [Электрондық ресурс] // ШІҚО Аймақтық экологиялық мониторингінің акпараттық орталығының ресми акпарат ресурсы, (2017). URL: <http://ceb-uk.kz/>. Қаралған уақыты 03. 07.2017 ж.
- 24 Толепбаева А.К. Загрязнение воздушного бассейна Казахстана выбросами диоксида серы. //«Высокие технологии – залог устойчивого развития», материалы II-международной научной конференции. – Алматы, 2013. – Т. 2. – б. 109-113.
- 25 Казова Р.А., Толепбаева А.К., Кадирбекова А.А. и др. Анализ экологической статистики предприятий при оценке воздействия на окружающую среду// Сборник трудов «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». – Алматы, 2012. – Т.1. – 342-344 б.
- 26 Owens, Elizabeth Oesterling, Patel, Molini M., and Kirrane, Ellen. «Framework for assessing causality of air pollution-related health effects for reviews of the National Ambient Air Quality Standards.» Journal of Regulatory Toxicology and Pharmacology 88 (2016):332-337. doi:10.1016/j.yrtph.2017.05.014.
- 27 Pirani, Monica, Best Nicky, Blangiardo, Marta, and Liverani, Silvia. «Analysing the health effects of simultaneous exposure to physical and chemical properties of airborne particles.» Journal of Environment International 79 (2015):56-64. doi:10.1016/j.jenvint.2015.02.010.
- 28 Chen, Xiaoyu, Shao, Shuai, Tian Zhihua, and Xie, Zhen. «Impacts of air pollution and its spatial spillover effect on public health based on China's big data sample.» Journal of Cleaner Production 142 (2016):915-925. doi: 0.1016/j.jclepro.2016.02.119.

29 Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Захаров В.М. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды. Региональная экологическая политика. – М.: Центр экологической политики России. 2001. – 76 б.

30 КР Халқының денсаулығы және денсаулық сақтау үйімдарының қызметі, Стат.жинақ. – Астана, 2017. – 356 б.

31 Greenberg N, Carel RS, Derazne E, and Tiktinsky A. «Modeling long-term effects attributed to nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) exposure on asthma morbidity in a nationwide cohort in Israel.» Journal of Toxicol and Environmental Health-Part a Current Issues 80(2017):326-337. doi: 10.1080/15287394.2017.1313800.

### References

- 1 Gordyshevsky S.M. «Ecologicheskiye posledstviya energo- I kvazienergotechnologii» [Ecological consequences of energy and quasi-energy technologies] Materials of the forum «Ecological Union of St. Petersburg». St. Petersburg, 2007: 205. (In Russian).
- 2 Johnson, Markey, and Isakov V. «Evaluation of land-use regression models used to predict air quality concentrations in an urban area,» Journal of Atmospheric Environment 44 (2010):3660-3668. doi: 0.1016/j.atmosenv.2010.06.0417.
- 3 Hansen, Andrew, and DeFries, Ruth. «Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands.» Journal of Ecological Applications 17(2007): 974–988. doi: 10.1890/05-1098.
- 4 Song, Yiliang, Qin, Shanshan, Qu Jiansheng, and, Liu, Feng. «The forecasting research of early warning systems for atmospheric pollutants: A case in Yangtze River Delta region.» Journal of Atmospheric Environment 118 (2015), (2015): 405-50 doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.06.032.
- 5 Andrews J.E., Brimblecombe P., Jickells T.D., Liss P.S. and Reid B. «Vvedeniye v himiyu okruzhayushchei sredy» [An Introduction to Environmental Chemistry (translated from English)]. Moscow: Mir, 1999: 245. (In Russian).
- 6 Kalygin V.P. «Promyshlennaya ekologiya» [Industrial ecology]. Moscow: MNEPU. 2000: 6-14. (In Russian).
- 7 Revelle C., Revelle P. «Sreda nashego obitaniya» [The environment of our habitat. In four books (translated from English)]. Moscow: Mir 1995: 480. (In Russian).
- 8 «Ecologicheskii kodeks Respubliki Kazakhstan» [Ecological Code of the Republic of Kazakhstan / Statements of the Parliament of the Republic of Kazakhstan] 2007 No. 1, art. 1; «Kazakhstanskaya Pravda», No. 12 (25257).
- 9 Tolepbayeva A.K. «Ocenka I analiz ekologicheskogo sostoyaniya atmosfernogo voaduha Vostochno-Kazkhstanskoi oblasti» [Assessment and analysis of the ecological conditions of atmospheric air in the East Kazakhstan region]. Bulletin of KazNRTU. Almaty (in Russian) 2016 №2. p. 23-29. (In Russian).
- 10 McKercher, Grant R, Salmond, Jennifer A, and Vanos, Jennifer K. «Characteristics and applications of small, portable gaseous air pollution monitors.» Journal of Environmental Pollution 223 (2017): 102-110. doi: 10.1016/j.envpol.2016.12.045.
- 11 Oney, Brian, Gruber, Nicolas, and Henne, Stephan. «ACO-based method to determine the regional biospheric signal in atmospheric CO<sub>2</sub>.» Journal of Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology 69 (2017):100-110. doi: 10.1080/16000889.2017.1353388.
- 12 Valdetara, Federica, Fracasatti, Daniela, and Campanello, Alessia. «A Response Surface Methodology Approach to Investigate the Effect of Sulfur Dioxide, pH, and Ethanol on DbCD and DbVPR Gene Expression and on the Volatile Phenol Production in Dekkera» Journal of Environmental Sciences & Ecology 1727 (2017):27-35.
- 13 Driscoll, Charles T, Buonocore, Jonathan J and Levy, Jonathan I. «US power plant carbon standards and clean air and health co-benefits.» Journal of Nature Climate Change 5 (2015):535-540.
- 14 Konovalova V.A. «Normirovaniye kachestva okruzhayushchei sredy» [Regulating the quality of the environment: a training manual]. Moscow: RGUITP. 2011: 158. (In Russian).
- 15 Kratenko A. «Novaya metallurgiya – chistaya metallurgiya» [New metallurgy – pure metallurgy] The daily social and political republican newspaper «Express K»: heading «Expert». 2012. 102 (17460). (In Russian).
- 16 Krasovsky G.N., Egorova N.A. «Garmonizaciya gigienicheskikh normativov s zarubezhnymi trebovaniyami k kachestvu pityevoi vody» [Harmonization of hygienic standards with foreign requirements to the quality of drinking water] Scientific and Practical Journal «Hygiene and Sanitation». Moscow: Medicine, 2005. 2: 10-13. (In Russian).
- 17 Report on the topic «Kompleksnoye obsledovaniye I ocenka ekologicheskoi situacii s celyu opredeleniya risika dlya zdorovya naseleniya na selitebnoi territorii sanitarno-zashchitnyh zon severnogo I severo-vostochnogo promyshlennyyh uzlov goroda Ust-Kamenogorska dlya obosnovaniya statusa territirii» [Comprehensive survey and assessment of the environmental situation in order to determine the health risks of the population in the residential area of the sanitary protection zones of the northern and northeastern industrial hubs of the city of Ust-Kamenogorsk to justify the status of the territory] Ecoservice-C. Ust-Kamenogorsk. 2015.T.1. (In Russian).
- 18 «Metodika rascheta concentracii vrednyh veshchestv v atmosfernom voaduhe ot vybrosov predpriyatii» [The methodology for calculating the concentrations of harmful substances in the ambient air from emissions of enterprises], Appendix No. 18 to the order of the Minister of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan dated 18.04.2008 2008: 100. (In Russian).
- 19 «Informacionnyy buleten o sostoyanii okruzhayushchei sredy» [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan] Almaty: RSE Kazhydromet, Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan 2011: 213. (In Russian).
- 20 «Informacionnyy buleten o sostoyanii okruzhayushchei sredy» [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan] Almaty: RSE Kazhydromet, MEP RK, 2012: 216. (In Russian).
- 21 «Informacionnyy buleten o sostoyanii okruzhayushchei sredy» [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan] Almaty: RSE Kazhydromet, Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan, 2013: 240. (In Russian).

22 «Informacionnyy buleten o sostoyanii okruzhayushchei sredy» Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan (2014-2016). Almaty: RSE Kazhydromet, Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan. 2014: 362. (In Russian).

23 «ShKO Aimaktyk ecologoyalyk monitoringtin akparattyk ortalygynyn resmi akparat resursy» [Environmental safety centre [Electronic resource] Official Internet resource of the Regional Information Center for Environmental Monitoring of East Kazakhstan region 2017. URL: <http://ceb-uk.kz/> (In Kazakh).

24 Tolepbayeva A.K. «Zagryazneniye vozdukhnogo basseina Kazakhstana vybrosami dioksida sery» [Air pollution of Kazakhstan with sulfur dioxide emissions] Materials of II International Scientific-Practical Conference «High technologies – the key to sustainable development». 2016 2: 109-113. (In Russian).

25 Kazova R.A., Tolepbayeva A.K., Kairbekova A.A. «Analiz ecologicheskoi statistiki predpriyatiy pri ocenke vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu» [Analysis of environmental statistics of enterprises in the environmental impact] Collection of works «Information and communication technologies: education, sciences, practice. 2012. 1: 342-344. (In Russian).

26 Owens, Elizabeth Oesterling, Patel, Molini M., and Kirrane, Ellen. «Framework for assessing causality of air pollution-related health effects for reviews of the National Ambient Air Quality Standards.» Journal of Regulatory Toxicology and Pharmacology 88 (2016):332-337. doi:10.1016/j.yrtph.2017.05.014.

32 Pirani, Monica, Best Nicky, Blangiardo, Marta, and Liverani, Silvia. «Analysing the health effects of simultaneous exposure to physical and chemical properties of airborne particles.» Journal of Environment International 79 (2015):56-64. doi:10.1016/j.envint.2015.02.010.

33 Chen, Xiaoyu, Shao, Shuai, Tian Zhihua, and Xie, Zhen. «Impacts of air pollution and its spatial spillover effect on public health based on China's big data sample.» Journal of Cleaner Production 142 (2016):915-925. doi: 0.1016/j.jclepro.2016.02.119.

29 Avaliani S.L., Revich B.A., Zakharov V.M. «Monitoring zdorovya cheloveka I zdorovya sredy» [Monitoring of human health and environmental health. Regional environmental policy] Moscow: Center for Environmental Policy of Russia, 2001: 76. (In Russian).

30 «KR Halkynyn densaulygy zhane densaulyk saktau uiymdaryny kyzmeti» [Health of the population of the Republic of Kazakhstan and activities of health organizations] Statistical collection. Astana 2017: 356. (In Russian).

31 Greenberg N, Carel RS, Derazne E, and Tiktinsky A. «Modeling long-term effects attributed to nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) exposure on asthma morbidity in a nationwide cohort in Israel.» Journal of Toxicol and Environmental Health-Part a Current Issues 80(2017):326-337. Accessed 2017. doi: 10.1080/15287394.2017.1313800.

МРНТИ 34.39.53

**Джумашева Р.Т., Молдакарызова А.Ж., Альмухамбетова С.К.,  
Нурпеисова И.К., Таракова К.А., Толенова К.Д., Иманбай А.К.**

Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова,  
Казахстан, г. Алматы, \*e-mail: jumasheva.r@gmail.com

## **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В ТКАНИ ЛЕГКИХ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ РАДИОТОКСИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Показаны морфологические особенности в ткани легких крыс при ингаляционном воздействии пыли урановой руды. Выявлены деструктивные изменения как на клеточном, так и субклеточном уровнях. Воздействие радиотоксических факторов в дозе 50 предельно допустимой концентрации (ПДК) сопровождалось развитием острого очагового серозного воспаления в стенке мелких бронхов и в паренхиме легкого на ранних сроках эксперимента, фиброзированием пневмонических очагов и развитием выраженных склеротических изменений в перибронхиальной ткани к 30 суткам. Нарастание склеротических изменений в стенке бронхов сопровождалось угнетением реакции со стороны интерстициальных макрофагов и бронхассоциированной лимфоидной ткани, что свидетельствует о напряженном течении компенсаторных процессов. Проведенные электронно-микроскопические исследования подтвердили полученные при световой микроскопии результаты. При воздействии на животных пыли урановой руды (ПУР) дозой 50 ПДК деструктивные изменения в альвеолярном эпителии преобладали с ранних сроков эксперимента. Начиная с 30 суток и до 60 суток отмечалось развитие выраженного фиброза с уменьшением дыхательной поверхности. Компенсаторные реакции характеризовались высокой степенью напряжения в виде регенерации A1, гипертрофии эндотелия, высокой фагоцитарной активностью альвеолярных макрофагов.

**Ключевые слова:** пыль урановой руды, радионуклиды, патология легких.

Jumasheva R.T., Moldakaryzova A.ZH., Almukhambetova S.K.,  
Nurpeisova I. K., Tarakova K. A., Tolenova K.D., Imanbay A.K.

Kazakh National Medical University named after S.D. Asphendiyarov,  
Kazakhstan, Almaty, e-mail: jumasheva.r@gmail.com

### **Morphological features in the lung tissue of rats under the influence of radiotoxic factors in the experiment**

The study shows morphological features in the lung tissue of rats found after inhalation of dust of uranium ore. Destructive changes have been detected, both at the cellular and subcellular levels. The effect of radio-toxic factors at a dose of 50 MPC was accompanied by the development of acute focal serous inflammation in the wall of small bronchi and in the lung parenchyma in the early stages of the experiment, fibrosis of pneumonic foci and development of pronounced sclerotic changes in peribronchial tissue for 30 days. The increase in sclerotic changes in the bronchial wall was accompanied by the suppression of the reaction from the interstitial macrophages and bronchial associated lymphoid tissue, indicating that on the intense flow of compensatory processes.

The electron microscopic studies confirmed the results obtained with light microscopy. Under the influence on animals with PUR at a dose of 50 MPC, destructive changes in the alveolar epithelium predominated from the early stages of the experiment. From 30 days up to 60 days marked development of severe fibrosis with a decrease in the respiratory surface. Compensatory reactions characterized by high degree of voltage in the form of regeneration A1, endothelial hypertrophy, high phagocytic activity of alveolar macrophages.

**Key words:** dust of uranium ore, radio nuclides, lung disease.

Джумашева Р.Т., Молдакарызова А.Ж., Альмухамбетова С.К.,  
Нурпесисова И.К., Тарақова К.А., Төленова К.Д., Иманбай А.К.

С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: jumasheva.r@gmail.com

### **Радиотоксикалық факторлардың әсерінің нәтижесінде егеуқүйрықтардың өкпесіндегі морфологиялық ерекшеліктері**

Уран кеңіндегі тозаң әсерінен егеуқүйрықтардың өкпедегі болатын морфологиялық ерекшеліктері көрсетілген. Жасушалық және субжасушалық деңгейде деструктивті өзгерістер анықталды. Уран кеңіндегі тозаң әсерінен егеуқүйрықтардың өкпесіндегі болатын морфологиялық ерекшеліктері көрсетілген. Жасушалық және субжасушалық деңгейде деструктивті өзгерістер анықталды. Радиотоксикалық фактордың 50 шектеліп рұхсат етілген концентрация (ШРЕК) мөлшерімен әсер ету тәжірибелі ерте кезінде паренхимада және кіші бронх қабыргасының сірлі қабатында өткір қабыну ошағының дамуына және 30-шы күнге қарай перибронхиалды тінде айқын склероздық өзгерістің пайда болуына және пневматикалық ошақта дәнекер тіннің дамуына алып келетін анықталды.

Бронх қабыргаларындағы склероздық өзгерістің күшеюі интерстициалды макрофактар реакциясының және бронхассоциацияланған лимфоидты тіндегі процесстер барысының күшеюі көрсетеді. Электронды-микроскопиялық жүргізілген зерттеу жарық микроскоппен алынған нәтижені дәлелдеген. Уран рудасының шаңы (ҮРШ) жануарларға 50 ШРЕК мөлшерімен әсер еткенде, тәжірибелі ерте кезінде альвеолярлық эпителіде деструктивті өзгеріс басым болғаны айқындалды. Отыз күннен бастап алпыс күнге дейін тыныс алу беткейінің кішіреюімен фиброз дамуы айқын анықталған. Компенсаторлық реакция альвеолярлық макрофагтарда жоғары фагоцитарлық белсенділігімен, эндотелий гипотрофиясымен, А1 қалпына келуінің жоғары деңгейде қындауымен сипатталған.

**Түйін сөздер:** уран кеңіндегі тозаң, радионуклидер, өкпе патологиясы.

## **Введение**

Казахстан продолжает сохранять лидерство в мировой уранодобывающей отрасли, обеспечивая около 40% от общемирового объема добычи урана. (Балмуханов 2004:6-10). Рост добычи урана в Казахстане и увеличение площади техногенного загрязнения отходами урановой промышленности делают проблему изучения радиотоксического действия инкорпорированных радионуклидов одной из наиболее актуальных. Основными загрязнителями в таких регионах выступают производные урана и его изотопы, которые поступают в организм через пищевые цепи и в составе пыли ингаляционным путем, а также через кожные покровы. Ингаляционное поступление радионуклидов в организм может вносить значительный вклад в общее поступление их в организм. Система дыхания является первичным барьером организма, где оседает подавляющая часть содержащихся в воздушном потоке токсических веществ и в котором существует большое количество клеток-мишеней с ярко выраженным межклеточными взаимодействиями. Проникая в легкие, растворимые радионуклиды быстро всасываются в кровь и разносятся по всем органам, тканям; труднорастворимые радионуклиды оседают в альвеолах,

проникают в межальвеолярное пространство и лимфоузлы, которые становятся критическими органами для этих радионуклидов. (Казымбет 2006:22-27.). Результатами исследований радиобиологической обстановки и состояние здоровья населения в уранодобывающих районах Казахстана был выявлен более высокий уровень патологии органов дыхания у рабочих урановых рудников и населения прилегающих территорий, по сравнению с другими регионами. Так, практически у 66,2% горнорабочих урановых рудников диагностировались заболевания органов дыхания. (Карпов 2005:63-70, Казымбет 2010:9-15, Малащенко 2006:42). Несмотря на многочисленные работы, посвященные патологии легких, открытыми остаются вопросы, касающиеся механизмов структурных изменений в легких при воздействии промышленной пыли урановой руды (ПУР) на клеточной и субклеточном уровнях. В связи с этим, целью данного исследования явилось выявление морфологических особенностей в легочной ткани у животных в эксперименте при воздействии ПУР в дозе, превышающей предельно допустимые концентрации (ПДК) в 50 раз. Экспериментальные исследования проводились на базе Института радиобиологии и радиационной защиты при АО «Медицинский университет Астана».

## Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились на 80 белых беспородных крысах (самцах) с массой тела 120-180 г. Действие ионизирующей радиации изучалось путем ингаляции промышленной ПУР Степногорского горно-химического комбината в специальных затравочных камерах УИЗ-1 (Виноградова 1999:143). ПДК пыли для воздуха рабочей зоны составляет 2 мг/м<sup>3</sup>. Изучалось ингаляционное действие ПУР в концентрациях, превышающих ПДК в 50 раз (107,75 мг/м<sup>3</sup>). Контролем служили животные, которые содержались в таких же затравочных камерах, но не подвергались воздействию ПУР. Затравка ПУР производилась в течение 60 суток по 4 часа в сутки 5 дней в неделю. Забор материала у животных для исследования проводился через 3, 7, 30, 60 суток от начала эксперимента. Морфологические и электронномикроскопические исследования проводили по общепринятым методикам. Животных выводили из эксперимента методом декапитации после кратковременного эфирного наркоза. Ткань легких подвергали общепринятой гистологической обработке с последующей заливкой в парафин. Из парафиновых блоков готовили гистологические срезы толщиной до 5-7 микрон. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином по Ван-Гизон. Для электронно-микроскопического исследования кусочки ткани легкого фиксировали и заливали по общепринятой методике. Из полученных блоков готовили ультратонкие срезы. Исследования проводились на электронном микроскопе ЭВМ 100Л при ускоряющем напряжении 75 кВ (Габдрахов 2011:76).

## Результаты исследования

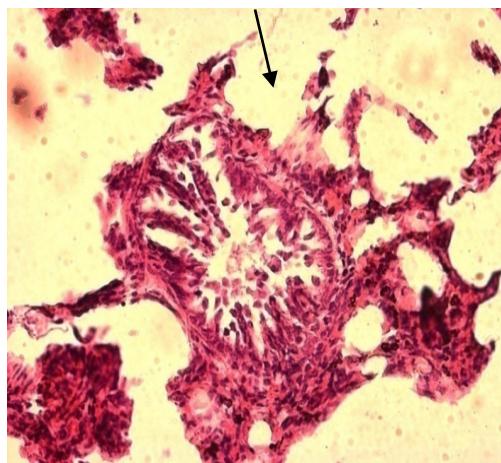
При воздействии ПУР в дозе 50 ПДК структурные изменения в ткани легких характеризовались развитием дистрофических и склеротических изменений с наличием воспалительного компонента. На ранних сроках эксперимента – на 3 и 7 сутки развивался острый экссудативный бронхит в бронхах мелкого калибра, носивший серозно-десквамативный характер (рисунок 1). В непосредственной близости от мелких бронхов имелись очаги серозно-десквамативной пневмонии, что указывало на распространение воспалительного процесса с переходом на паренхиму легкого. Пневмонические очаги захватывали несколько альвеол, в просвете которых располагался серозный экссудат с небольшим количеством десквамированных эпителиальных клеток (рисунок 2).

Через 30 суток в легких обнаруживались участки разрастания соединительной ткани на месте бывших пневмонических очагов. Фибропластические процессы отмечались и вокруг внутриорганных сосудов и вокруг субсегментарных бронхов в виде перибронхиального и периваскулярного склероза. Кроме того, обращали на себя внимание участки накопления пылевых включений – по ходу утолщенных межальвеолярных перегородок и в подплевральных отделах. Состояние бронхиального дерева на уровне субсегментарных бронхов характеризовалось развитием пролиферации бронхиального эпителия, умеренной гиперплазией бронхассоциированной лимфоидной ткани (рисунок 3).

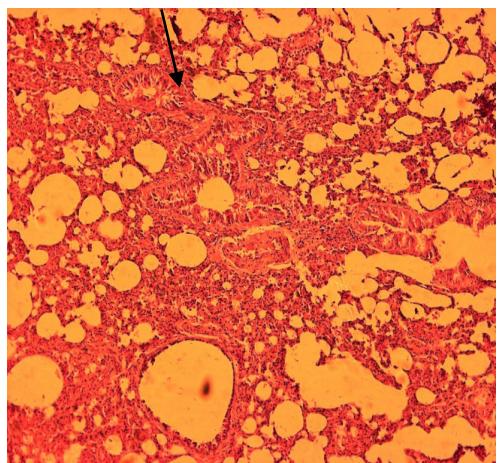
На 60 сутки эксперимента в ткани легкого по сравнению с предыдущим сроком отмечался склероз висцеральной плевры за счет разрастания соединительной ткани вокруг лимфатических сосудов и облитерацией их просвета, что свидетельствовало о нарушении дренажной функции (рисунок 4).

Таким образом, воздействие радиотоксических факторов в дозе 50 ПДК сопровождалось развитием острого очагового серозного воспаления в стенке мелких бронхов и в паренхиме легкого на ранних сроках эксперимента, фиброзированием пневмонических очагов и развитием выраженных склеротических изменений в перибронхиальной ткани к 30 суткам. Нарастание склеротических изменений в стенке бронхов сопровождалось угнетением реакции со стороны интерстициальных макрофагов и бронхассоциированной лимфоидной ткани, что свидетельствует о напряженном течении компенсаторных процессов. Проведенные электронно-микроскопические исследования подтвердили полученные при световой микроскопии результаты.

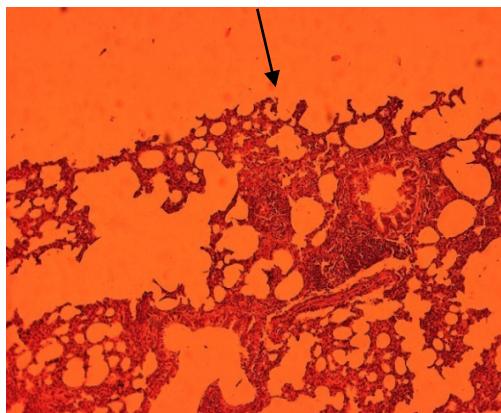
На 3-7 сутки в респираторном отделе опытных животных отмечались значительные субмикроскопические изменения вплоть до деструкции эпителия альвеолярной выстилки. Наблюдалась десквамация альвеолоцитов 2 типа (A2) (рисунок 5); усиление пиноцитоза в цитоплазматических отростках эндотелия кровеносных капилляров, сегментарный отек базальной мембранны (рисунок 6). На 30 сутки ультраструктурные изменения в респираторном отделе характеризовались развитием выраженного фиброза с уменьшением дыхательной поверхности (рисунок 7) и целым рядом компенсаторных реакций, включавших регенерацию альвеолоцитов 1 типа (A1), гипертрофию эндотелия, высокую фагоцитарную активность альвеолярных макрофагов (рисунок 8).



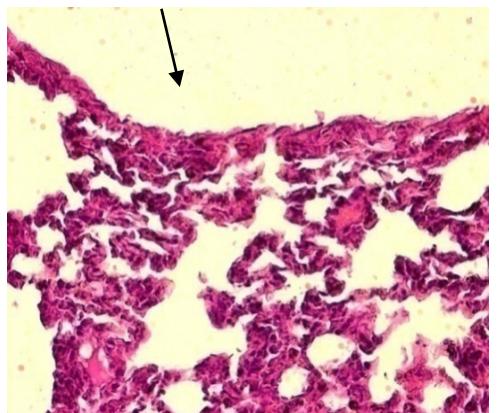
**Рисунок 1 – Острый серозно-десквамативный бронхит. 7 сутки. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение х200**



**Рисунок 2 – Мелкоочаговая серозно-десквамативная пневмония. 7 сутки. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение х100**



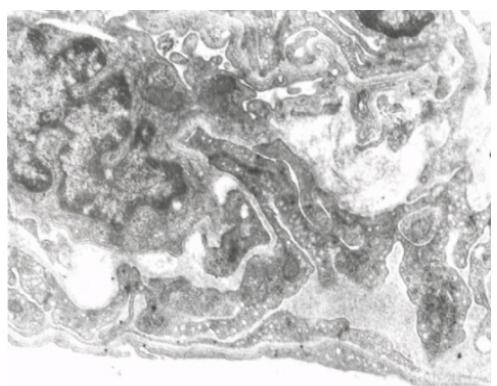
**Рисунок 3 – Умеренная гиперплазия бронхассоциированной лимфоидной ткани. 30 сутки. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение х100**



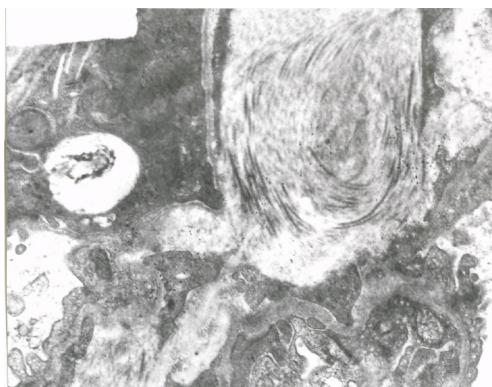
**Рисунок 4 – Утолщение висцеральной плевры за счет склероза. 60 сутки. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение х100**



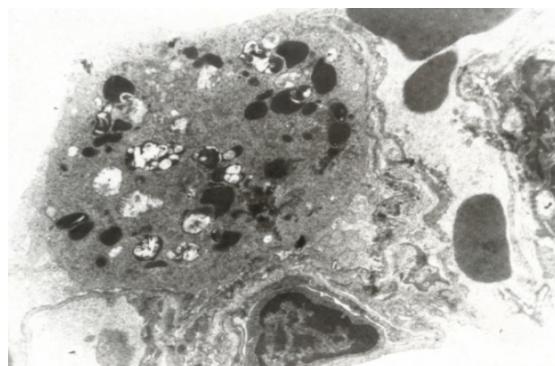
**Рисунок 5 – А2 в процессе десквамации. 7 сутки. х 24000.**



**Рисунок 6 – А1 с крупным ядром (Я) и инвагинациями ядерной оболочки и обилием микропиноцитозных пузырьков (МП). 3 сутки. х24000**



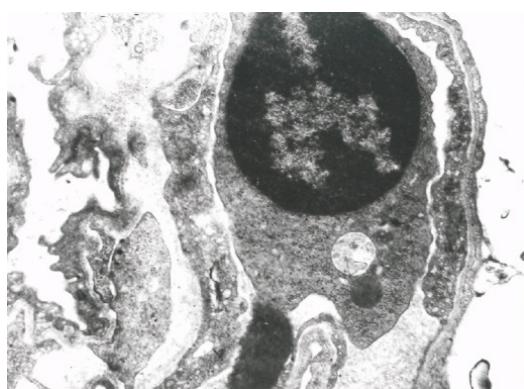
**Рисунок 7 – Сформированное коллагеновое волокно (КВ).**  
30 сутки. x24000



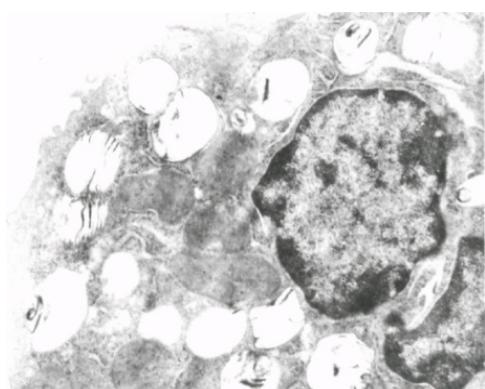
**Рисунок 8 – Альвеолярный макрофаг с фагоцитированным материалом.**  
30 сутки. x 24000

На 60 сутки компенсаторные реакции характеризовались высокой степенью напряжения за счет гипертрофии ядер A1 и ядер эндотелиальных клеток, активного микропиноцитоза в цитоплазме эндотелиальных клеток (рисунок 9), гиперплазии осмиофильных пластинчатых телец (ОПТ) в А2 с сохранением секреции сурфактанта

(рисунок 10), высокой фагоцитарной активности макрофагальных элементов, которая однако снижалась при длительном воздействии, о чем свидетельствовали частично деструктивно измененный гранулярный эндоплазматический ретикулум (ГЭР), деструкция митохондриальных мембран, отсутствие цитоплазматических выростов.



**Рисунок 9 – Эндотелиальная клетка с микропиноцитозными пузырьками (МП).**  
60 сутки. x24000



**Рисунок 10 – А2 с признаками тяжелого повреждения ОПТ с сохранением секреции.**  
60 сутки. x 24000

Таким образом, при воздействии на животных ПУР дозой 50 ПДК деструктивные изменения в альвеолярном эпителии преобладали с ранних сроков эксперимента. Начиная с 30 суток и до 60 суток отмечалось развитие выраженного фиброза с уменьшением дыхательной поверхности. Компенсаторные реакции характеризовались высокой степенью напряжения в виде регенерации А1, гипертрофии эндотелия, высокой фагоцитарной активностью альвеолярных ма-

крофагов. Итак, комплексное морфологическое исследование ткани легких при ингаляционном воздействии ПУР в дозе 50 ПДК выявило:

- развитие альтеративных процессов в виде нарастания дистрофических изменений в компонентах аэрогематического барьера, в частности в альвеолярном эпителии и эндотелиальных клетках, вплоть до некроза, связанного с действием пылевых частиц. На субклеточном уровне дистрофические изменения проявлялись в отеке

цитоплазмы эпителиальных клеток и эндотелия; обеднении цитоплазмы А1, А2, эндотелиальных клеток органеллами – ГЭР и пиноцитозными пузырьками; нарушении межклеточного взаимоотношения между А1 и А2; снижении синтеза сурфактанта;

- развитие склеротических процессов за счет активации фибробластов и процессов коллагенеза с последующим развитием периваскулярного и перибронхиального склероза, формированием склероза в субплевральной области и разрастанием фиброзной ткани;

- активацию макрофагальной реакции в виде наличия альвеолярных макрофагов с признаками высокой функциональной активности;

- развитие компенсаторных процессов, возникающих параллельно с деструктивными изменениями в ответ на радиотоксическое действие ПУР и носящих напряженный характер. Компенсаторные процессы проявлялись формированием полей эмфиземы, гиперплазией бронхассоциированной лимфоидной ткани; в компонентах аэрогематического барьера – повышением функциональной активности А1, А2 и эндотелиальных клеток за счет увеличения числа митохондрий, элементов ГЭР, гипертрофии пластинчатого комплекса, гиперплазии свободных полисом и рибосом; в А2 сохранялись ОПТ, способные к секреции.

## Литература

- 1 Балмуханов С.Б., Казымбет П.К., Балмуханов Т.С. Уран: радиологическая характеристика и влияние на здоровье // Астана медициналық журналы. – 2004. – №3 – С. 6 – 10.
- 2 Казымбет П.К., Имашева Б.С., Бахтин М.М. Радиоэкологическое состояние природных объектов вокруг уранодобывающих предприятий Акмолинской области // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2006. – №3 – С. 22 – 27.
- 3 Казымбет П.К., Сейсебаев А.Т. Радиационная обстановка на территории Республики Казахстан // Астана медициналық журналы. – 2007. – №7 – С. 32 – 34.
- 4 Карпов А.Б., Семенова Ю.В., Тахауов Р.М. и др. Роль «малых» доз ионизирующего излучения в развитии неонкологических эффектов: гипотеза или реальность // Бюллетень сибирской медицины. – 2005. – №2 – С. 63 – 70.
- 5 Казымбет П.К. Исследование радиоэкологической обстановки и обеспечение радиационной безопасности населения уранодобывающего региона Северного Казахстана. // Астана медициналық журналы. – 2010. – №3 – С. 9 – 15.
- 6 Olsson Y. «The effect of acute radiation injury on the permeability and ultrastructure on intracerebral capillaries», Neuro-pathol. Appl. Neurobiol. 1 (1975):59 – 68.
- 7 Iseneev K.K. «Potable water radioactivity assessment in North-Kazakhstan region» / Medical-biological and radio-ecological problems on uranium-and oil-producing regions. IV International Theoretical and practical conference materials (2010):31.
- 8 Габдрахов А.А. Радиоэкологическая обстановка территории населенных пунктов в уранодобывающих регионах// Материалы международной конференции «Радиоэкология 21 века». – Красноярск, 2011. – 76 с.
- 9 Клодзинский А.А., Бекенова Ф.К., Байдурин С.А. Особенности функции внешнего дыхания, окислительного метаболизма и генерации нитроксида у рабочих ураноперерабатывающего завода, страдающих хронической обструктивной болезнью легких // Астана медициналық журналы. – 2005. – №3. – С.123-125.
- 10 Klimenko N.A., Onyshchenko V.I., Varvarycheva O.S., Zolotukhin V.V. «Cellular response on low dose-rategamma-irradiationatchronik inflammation in rats» // Chin.J. Pathophysiol 22 (2006): 353.
- 11 Виноградова А., Ивашина А., Дружинина Ю. Содержание и распределение урана в организме человека // Бюлл. рад. мед. – 1999. – №4. – С. 143.
- 12 Мордашева В.В. Длительность поступления урана и его распределение в органах и тканях человека // Мед. радиология и радиационная безопасность, 2004. – Т. 49. – №2. – С. 5-12.
- 13 Гнеушева Г.И., Шалаев И.Л., Глушинский М.В. Количественная оценка профессионального риска смерти от рака легкого при подземной добыче урановых руд// Мед.радиология и радиационная безопасность. – 2004. – Т. 49. – № 62. – С. 13-16.
- 14 Mitchel R.E., Jacson J.E. Heinmiller B. «Inhaled uranium ore dust and lung cancer risk in rats», Health Phys 76(2) (1999):145-155.
- 15 Young Z., Fan B., Lu Y. et al. «Malignant transformation of human bronchial epithelial cell (BEAS-B'2) induced by depleted uranium», Aizheng (2002):944-948.
- 16 Somchit N., Norshahida A.R., Hasiah A.H., et al. «Hepatotoxicity induced by antifungal drugs itraconazole and fluconazole in rats: a comparative in vivo study», Hum Exp Toxicol 23(11) (2004):519- 25.
- 17 Royel A., Lauriero O., Tirmarche M. et al. «Lung cancer risc in the French cohort of uranium miners», J. Radiol. Prot 22 (3A) (2002):101-106.
- 18 Мордашева В.В. Длительность поступления урана и его распределение в органах и тканях человека // Мед. радиология и радиационная безопасность. – 2004. – Т.49. – №2. – С. 5-12.
- 19 Estable-Puig R.F. «Differential neuronal radiosensitivity as a tool for the study of short connections», Experimentia 26(11) (1970):1250- 1251.

- 20 Ostenda M. «The gliovascular response in irradiation brain tissue. Electron microscopic investigations. Horseradish peroxidase transport», *Acta Physiol. Pol.* 30(4) (1979):455-468.
- 21 Apfel R.E. «Exposure to neutron radiation in commercial flights», *Radiat. Prot. Dosim.* 47(1) (1993):551-554.
- 22 Шпагина Л.А., Паначевал.А., Потапенко А.Т., Турбинский В.В., Креймер М.А. Эпидемиологические и радиобиологические особенности опухолевых заболеваний респираторного и желудочно-кишечного тракта у больных, работавших в контакте с ураном // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – №11. – С.43-47.
- 23 Tomasek L., Sevc J., Kunz E., et al. «A survey of the Czechoslovak follow-up lung cancer mortality in uranium miners», *Health Physics* 64(1993):355-369.
- 24 Royel A., Lauriero O., Tirmarche M. et al. «Lung cancer risk in the French cohort of uranium miners», *J. Radiol. Prot.* 22 (3A) (2002):101-106.
- 25 Сейтказина Г.Д., Мирманова Г.Ж., Ажмагамбетов А.Е., Сейсенбаева Г.Т., Оспанов М.А. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в Северном регионе Казахстана // Матер. VI съезда онкологов и радиологов стран СНГ № 1-4 октября 2010. – Душанбе. – 28 с.
- 26 Chen Jun. «Effect of 60Co  $\gamma$ -irradiation on ammonia content in various brain regions of rat and protective action of AET», *Natur. Sci. Ed.* 4(1983):701-707.
- 27 Xu L, Xiang X, Ji X et al. «Effects and mechanism of dehydroepiandrosterone on epithelial-mesenchymal transition in bronchial epithelial cells», *Exp Lung Res.* 40(5) (2014):211-21.
- 28 Казымбет П.К., Жагуфаров А.Ж., Имашева Б.С., Узбеков В.А. и др. Устройство для ингаляционной затравки животных токсической и радиационной пылью. Патент №19252 РК. – 2008. Бюлл. – №4.- 5 с.
- 29 Миронов А.А., Комиссарчик Я.Ю., Миронов В.А. Методы электронной микроскопии в биологии и медицине. – СПб.: «Наука», 1994. – 400 с.
- 30 www.kazatomprom.kz

## References

- 1 Balmukhanov S.B., Kazymbet P.K., Balmukhanov T.S. «Uran: radiologicheskaya charakteristika b vliyaniye na zdorovye» [Uranus: a radiological characteristic and influence on health] *Astana medicine magazine* 3 (2004): 6 – 10. (In Russian).
- 2 Kazymbet P.K., Imasheva B.S., Bakhtin M.M. «Radioecologicheskoye sostoyaniye prirodnnyh obyektorov vokrug uranodobyvayushchih predpriyatiy Akmolinskoi oblasti» [Radioecological state of natural objects around uranium mining enterprises of Akmola region], *Medical radiology and radiation safety* 3 (2006): 22-27. (In Russian).
- 3 Kazymbet P.K., Seisebaev A.T. «Radiacionnaya obstanovka na territorii Respubliki Kazakhstan» [Radiation situation on the territory of the Republic of Kazakhstan] // *Astana medicine magazine* 7 (2007): 32-34. (In Russian).
- 4 Karpov A.B., Semenova Yu.V., Takhaurov R.M. «Role «malyh» doz ioniziruyushchego izlucheniya v razvitiu neonkologicheskikh effektov: gipoteza I realnost» [The role of «small» doses of ionizing radiation in the development of non-oncological effects: a hypothesis or reality], *Bulletin of Siberian Medicine* 2 (2005): 63- 70. (In Russian).
- 5 Kazymbet P.K. «Issledovaniye radioecologicheskoi obstanovki I obespecheniye radiacionnoi bezopasnosti naseleniya uranodobyvayushchego regiona Severnogo Kazakhstana» [Investigation of the radioecological situation and ensuring radiation safety of the population of the uraniummining region of Northern Kazakhstan] *Astana medical journals* 3 (2010): 9 – 15. (In Russian).
- 6 Olsson Y. «The effect of acute radiation injury on the permeability and ultrastructure on intracerebral capillaries», *Neuropathol. Appl. Neurobiol.* 1 (1975):59 – 68.
- 7 Iseneev K.K. «Potable water radioactivity assessment in North-Kazakhstan region», *Medical-biological and radio-ecological problems on uranium-and oil-producing regions. IV International Theoretical and practical conference materials* (2010):31.
- 8 Gabdrakhov A.A. «Radioecologicheskaya obstanovka territorii naselennyh punktov v uranodobyvayushchih regionah» [Radioecological situation in the territory of settlements in uranium-mining regions] *Proceedings of the international conference «Radioecology of the 21st century Krasnoyarsk.* (2011):76. (In Russian).
- 9 Kladzinsky A.A., Bekenova F.K., Baydurin S.A. «Osobennosti funktsii vneshnego dyhaniya, okislitel'nogo metabolizma I generacii nitroksida u rabochih uranopererabatyvayushchego zavoda, stradayushchih chronicheskoi obstruktivnoi bolezni legkih» [Features of the function of external respiration, oxidative metabolism and generation of nitroxide in uranium processing plant workers suffering from chronic obstructive pulmonary disease] *Astana medical journals* 3 (2005): 123-125. (In Russian).
- 10 Klimenko N.A., Onyshchenko V.I., Varvarycheva O.S., Zolotukhin V.V. «Cellular response on low dose-rategamma-irradiationchronik inflammation in rats», *Chin.J.Pathophysiol* 22 (2006): 353.
- 11 Vinogradova A., Ivashkina A., Druzhinina Yu. «Soderzhaniye I raspredeleniye urana v organizme cheloveka» [Contents and distribution of uranium in the human body] *Bull. glad. Honey* 4 (1999): 143. (In Russian).
- 12 Mordasheva V.V. «Dlitelnost postupleniya urana I ego raspredeleniye v organah I tkanyah cheloveka» [Duration of uranium enrichment and its distribution in human organs and tissues] *Med. radiology and radiation safety* 49 (2) (2004): 5-7. (In Russian).
- 13 Gneusheva G.I., Shalaev I.L., Glushinsky M.V. «Kolichestvennaya ocenka professionalnogo riska smerti ot raka legkogo pri podzemnoi dobyche uranovyh rud» [Quantitative assessment of occupational risk of death from lung cancer in underground mining of uranium ores] *Med. radiology and radiation safety* 49 (62) (2004): 13-16. (In Russian).
- 14 Mitchel R.E., Jacson J.E. Heinmiller B. «Inhaled uranium ore dust and lung cancer risk in rats», *Health Phys* 76(2) (1999):145-155.
- 15 Young Z., Fan B., Lu Y. et al. «Malignant transformation of human bronchial epithelial cell (BEAS-B'2) induced by depleted uranium», *Aizheng* (2002):944-948. \

- 16 Somchit N., Norshahida A.R., Hasiah A.H., et al. «Hepatotoxicity induced by antifungal drugs itraconazole and fluconazole in rats: a comparative in vivo study», *Hum Exp Toxicol* 23(11) (2004):519- 25.
- 17 Royel A., Lauriero O., Tirmarche M. et al. «Lung cancer risk in the French cohort of uranium miners», *J. Radiol. Prot* 22 (3A) (2002):101-106.
- 18 Mordasheva V.V. «Dlitelnost postupleniya urana I ego raspredeleniye v organah I tkanyah cheloveka» [Duration of uranium intake and its distribution in human organs and tissues] *Med. radiology and radiation safety* 49 (2) (2004): 5-12. (In Russian).
- 19 Estable-Puig R.F. «Differential neuronal radiosensitivity as a tool for the study of short connections», *Experimentia* 26(11) (1970):1250- 1251.
- 20 Ostenda M. «The gliovascular response in irradiation brain tissue. Electron microscopic investigations. Horseradish peroxidase transport», *Acta Physiol. Pol.* 30(4) (1979):455-468.
- 21 Apfel R.E. «Exposure to neutron radiation in commercial flights», *Radiat. Prot. Dosim.* 47(1) (1993):551-554.
- 22 Shpagina L.A., Panacheva L.A., Potapenko A.T., Turbinsky V.V., Kreimer M.A. «Epidemiologicheskiye I radiobiologicheskiye osobennostii opuholevyh zabolевanii respiratornogo I zheludochno-kishechnogo tracta u bolnyh» [Epidemiological and radio-biological features of tumor diseases of the respiratory and gastrointestinal tract in patients who worked in contact with uranium] *Medicine of Labor and Industrial Ecology* 11 (2005): 43-47. (In Russian).
- 23 Tomasek L., Sevc J., Kunz E., et al. «A survey of the Czechoslovak follow-up lung cancer mortality in uranium miners», *Health Physics* 64(1993):355-369.
- 24 Royel A., Lauriero O., Tirmarche M. et al. «Lung cancer risk in the French cohort of uranium miners», *J. Radiol. Prot.* 22 (3A) (2002):101-106.
- 25 Seitkazina G.D., Mirmanova G.Z., Azhmagambetov A.E., Seisenbaeva G.T., Ospanov M.A. «Zabolevaemost zlokachestvennymy novoobrazovaniyami v Severnom regione Kazakhstana» [Morbidity of malignant neoplasms in the Northern region of Kazakhstan] Mater. VI congress of oncologists and radiologists of CIS countries (2010): 28. (In Russian).
- 26 Chen Jun. «Effect of 60Co  $\gamma$ -irradiation on ammonia content in various brain regions of rat and protective action of AET», *Natur. Sci. Ed.* 4(1983):701-707.
- 27 Xu L, Xiang X, Ji X et al. «Effects and mechanism of dehydroepiandrosterone on epithelial-mesenchymal transition in bronchial epithelial cells», *Exp Lung Res.* 40(5) (2014):211-21.
- 28 Kazymbet P.K., Zhagufarov A.Zh., Imasheva B.S., Uzbekov V.A. «Ustroistvo dlya ingalyacionnoy zatravki zhivotnyh tok-sicheskoi I radiacionnoy pylyu» [The device for inhalation of animals with toxic and radiation dust] Patent No. 19252 of the Republic of Kazakhstan 4 (2008): 5. (In Russian).
- 29 Mironov AA, Komissarchik Y.Yu., Mironov V.A. «Metody elektronnoi mikroskopii v biologii I medicine» [Methods of electron microscopy in biology and medicine] The science (1994): 400. (In Russian).
- 30 [www.kazatomprom.kz](http://www.kazatomprom.kz)

3-бөлім

**БИОЛОГИЯЛЫҚ**

**АЛУАНТУРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ**

**ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

---

Раздел 3

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

**СОХРАНЕНИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

---

Section 3

**ACTUAL PROBLEMS**

**OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

**Бижанова Н.А.<sup>1</sup>, Грачев Ю.А.<sup>2</sup>, Сапаров К.А.<sup>1</sup>, Грачев А.А.<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, Казахстан, Алматы

e-mail: nazy\_explorer@mail.ru

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ И  
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ  
КРУПНЫХ ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В КАЗАХСТАНЕ:  
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

В настоящей статье приводятся данные по распространению, численности и образу жизни крупных хищных млекопитающих, обитающих на территории Казахстана, на основе имеющихся публикаций из различных регионов страны.

На территории Республики Казахстан из крупных хищных млекопитающих обитают представители семейства псовые (волк – *Canis lupus*), медвежьи (бурый медведь – *Ursus arctos*, 2 подвида), куньи (росомаха – *Gulo gulo*) и кошачьи (рысь – *Lynx lynx*, 3 подвида, каракал – *Caracal caracal*, снежный барс – *Uncia uncia*). До 50-х и 70-х годов XX века на территории Казахстана также встречались красный волк (*Cuon alpinus*), тигр (*Panthera tigris*) и гепард (*Acinonyx jubatus*). По проведенному аналитическому обзору видно, что ареал, а также численность большинства указанных видов крупных хищных млекопитающих сокращается. Полномасштабных исследований по распространению и численности большинства видов крупных хищных в настоящее время практически не проводится. И так как имеющиеся на настоящий момент данные по большей части устарели или являются отрывочными, необходимым и актуальным является в дальнейшем проведение исследований по изучению биологии и экологии крупных хищных млекопитающих.

**Ключевые слова:** крупные хищные млекопитающие, распространение, места обитания, численность, образ жизни.

Bizhanova N.A.<sup>1</sup>, Grachev Yu.A.<sup>2</sup>, Saparov K.A.<sup>1</sup>, Grachev A.A.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>RSE «Institute of zoology» of CS of MSE of RK, Kazakhstan, Almaty

e-mail: nazy\_explorer@mail.ru

**Distribution, abundance and some features  
of the ecology of large carnivores in Kazakhstan:  
analytical review**

This article presents data on the distribution, abundance and lifestyle of large carnivores living in the territory of Kazakhstan, based on publications and collected new materials from the various regions of the country.

From large carnivores in the territory of the republic there are found representatives of the family of Canidae (the wolf – *Canis lupus*), Ursidae (the brown bear – *Ursus arctos*, 2 subspecies), Mustelidae (the wolverine – *Gulo gulo*) and Felidae (the lynx – *Lynx lynx*, 3 subspecies, the caracal – *Caracal caracal*, the snow leopard – *Uncia uncia*). Until the 1950s and 1970s there were also the red wolf (*Cuon alpinus*), tiger (*Panthera tigris*) and cheetah (*Acinonyx jubatus*). According to the analytical review, it can be seen that the range, as well as the abundance of most of these species of large carnivores, are greatly reduced. Nowadays, there are almost no full-scale researches on the distribution and abundance of most large carnivore species. Moreover, since the data available so far are mostly obsolete or fragmentary, it is necessary and relevant to continue research on the biology and ecology of large carnivores.

**Key words:** large carnivores, distribution, habitats, abundance, lifestyle.

Бижанова Н.Ә.<sup>1</sup>, Грачев Ю.А.<sup>2</sup>, Сапаров К.А.<sup>1</sup>, Грачев А.А.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>РМК «Зоология институты» ФК БФК ҚР, Қазақстан, Алматы қ.

e-mail: nazy\_explorer@mail.ru

## Қазақстандағы ірі жыртқыш сүтқоректілердің таралуы, саны мен кейір экологиялық ерекшеліктері: аналитикалық шолу

Мақалада Қазақстан аумағында мекендейтін ірі жыртқыш сүтқоректілердің таралуы, саны және тіршілік ету қалпы бойынша деректер берілген, бұл Қазақстанның әр түрлі аймақтарының публикациялары және жиналған жаңа материалдардың негізінде жасалынған.

Ірі жыртқыш сүтқоректілерден Қазақстан Республикасы аумағында ит түкымдастарының (қасқыр – *Canis lupus*), аю (коңыр аю – *Ursus arctos*, 2 түр тармағы), сусар (құну – *Gulo gulo*) және мысық түкымдастарының (сілеусін – *Lynx lynx*, 3 түр тармағы, қарақал – *Caracal caracal*, қар барысы – *Uncia uncia*) өкілдері мекен етеді. Сондай-ақ, XX ғасырдың 50-шы және 70-ші жылдарына дейін Қазақстан аумағында қызыл қасқыр (*Cyon alpinus*), жолбарыс (*Panthera tigris*) пен гепард (*Acinonyx jubatus*) кездесетін. Жүргізілген талдамалы шолу негізінде аталмыш ірі жыртқыш сүтқоректілер түрлерінің көбісінің ареалының, сондай-ақ олардың сандарының қысқарғаны көрініп түр. Ірі жыртқыш сүтқоректілер түрлерінің көбісінің таралуы және саны бойынша толық масштабты зерттеулер дерлік жүргізіліп жүрген жок. Бұғынгі таңдағы бар деректер көп жағдайда ескіргендіктен немесе үзілмелі болғандақтан, мұнан былайғы жерде ірі жыртқыш сүтқоректілердің биологиясы және экологиясы бойынша зерттеулерді жүргізу – қажетті де өзекті мәселе екені анық.

**Түйін сөздер:** ірі жыртқыш сүтқоректілер, түрдің таралуы, мекен ортасы, сандары, тіршілік ету қалпы.

### Введение

Сложившаяся в Казахстане на сегодняшний день экологически сложная ситуация в виде деградации мест обитания диких животных, а также косвенного и прямого истребления представителей биоценозов, как расположенных близко к населенным пунктам, так и населяющих удаленные биотопы, определила необходимость проведения мер по защите и воспроизводству большинства видов крупных хищных млекопитающих. Их скрытный образ жизни, общая разреженность популяций, а также труднодоступность мест обитания затрудняют их изучение.

В Казахстане представители отряда хищных распространены очень широко встречаются во всех ландшафтных зонах и поясах. Из крупных хищников встречаются представители семейства псовые (*Canidae*), медвежьи (*Ursidae*), куны (*Mustelidae*) и кошачьи (*Felidae*). Некоторые редкие виды зверей, такие как снежный барс (*Uncia uncia*), туркестанская рысь (*Lynx lynx isabellinus*), каракал (*Caracal caracal*) и тянь-шаньский бурый медведь (*Ursus arctos isabellinus*), занесены в Красную книгу редких и исчезающих животных Казахстана. Основную угрозу для крупных хищных млекопитающих представляют такие факторы, как: браконьерство, деградация мест обитания и сокращение численности объектов их питания. На крупных

хищных также негативно сказываются возникающие конфликты с людьми в случае нападения хищников на домашний скот.

В дикой природе крупные хищные млекопитающие могут оказывать влияние на оздоровление популяций диких животных, так как часто охотятся на слабых и больных зверей. Так, отмечается определенная избирательность в добывании копытных крупными хищниками, как в видовом плане, так и по полу и возрасту. Чаще хищники изымают взрослых самцов и молодняк, где довольно высокий процент составляют не полноценные особи (раненые и больные) (Жиряков, 1989: 201). Таким образом, роль крупных хищных млекопитающих положительна для поддержания популяций диких животных, в связи с чем очень важно принять меры по защите данных хищников.

Большая часть точных данных по современному распространению и статусу крупных хищных млекопитающих на территории Казахстана устарела и, по большей части, относится только к концу прошлого века. Информация по прошлой и современной динамике ареалов и численности, особенностям экологии крупных хищников требуется для разработки и оценки эффективности программ по сохранению и воспроизводству диких животных в национальном и глобальном масштабах. Целью данной статьи является обзор имеющихся данных по распространению, чис-

ленности, некоторым особенностям биотопического распределения, охоты и диеты. На основе проанализированных современных данных карты распространения хищников были несколько обновлены, и поэтому присутствие некоторых видов было представлено в тех регионах, где ранее не было достаточно изучено. Анализ современного распространения животных по большей части проводился на основе данных, полученных со стационарных зоологических исследований, которые, с помощью различных традиционных и современных дистанционных методов, были проведены казахстанскими зоологами в различных областях страны.

## Методы

### Область исследования

Были изучены литературные источники в период с 50-х годов XX в. по настоящее время, относящиеся ко всем регионам Казахстана, включая особо охраняемые природные территории.

### Сбор данных

Был проведен обширный поиск публикаций по заданной теме исследования. Данные, использованные в этой статье, в основном были собраны из опубликованных зоологических и экологических отчетов, касающихся крупных хищных млекопитающих из разных областей Казахстана. Источниками наших записей были институциональные отчеты, сборники зоологических статей, книги, материалы конференций, методические пособия и т.д. Для определения текущего состояния популяций крупных хищных использовались данные исследований Байдавлетова Р.Ж. (1993, 2002, 2012), Бекенова А.Б. и Плахова К.Н. (2010), Грачева Ю.А. и др. (1981, 2010, 2013), Грачева А.А. и др. (2015, 2016), Джаныспаева А.Д. (2002, 2012), Жатканбаева А.Ж. и Левитина М.В. (2011), Жирякова В.А. и др. (1980, 1993, 2002), Кантарбаева С.С. и др. (2015), ссылки на опубликованные работы которых приведены в соответствующих разделах. Рассмотрены и проверены регионы обитания хищных млекопитающих, изучаемые зоологами. Нами критически оценивались данные исследований, проведенных с использованием традиционных методов (например, зимние маршруты) и использованием новых методов дистанционного зондирования (например, регистрация фотоловушками).

## Анализ распространения, численности и особенностей экологии крупных хищных млекопитающих на территории Казахстана

В Казахстане обитают 6 видов крупных хищных млекопитающих, которые относятся к 4 семействам отряда Хищные.

*Семейство Псовые.* На территории Казахстана из крупных псовых обитает волк, а в прошлом веке встречался и красный волк.

*Волк (Canis lupus).* Волк – один из самых крупных представителей псовых. Основу питания у волков, наряду с гиеновой собакой (*Lycaon pictus*), красным волком (*Cuon alpinus*) и кустарниковой собакой (*Speothos venaticus*), являющимися характерными хищниками (Van Valkenburgh, 1991: 341), составляют животные корма.

Волку характерны скрадывание, подкарауливание на тропах, длительное преследование и загоны при охоте на копытных и других животных. Большинство приемов добывания волком копытных способствует выявлению недоразвитых, больных, увечных, малоактивных особей, которых зверь добывает в первую очередь (Жиряков, 1989: 201).

Биотопическое размещение волков практически не отличается в настоящее время от описанного А.А. Слудским (Слудский, 1953: 385), где размещение волков и их количество в отдельных местах, в основном, зависит от кормовых условий; в открытых ландшафтах к этому основному условию добавляется еще наличие укрытий, в которых звери могли бы прятаться днем и выводить детенышей, а в пустынях и полупустынях – присутствие пресноводных водоемов, так как эти хищники ежедневно нуждаются в водопое.

В Казахстане волк распространен практически повсеместно. В Казахском мелкосопочнике их численность определена в 1800 зверей; в Кокчетавской обл. – 300; Восточно-Казахстанской – 600, горах юго-востока Казахстана, Тарбагатае и Сауре, – 2100, по чинкам Устюрта и на прилегающих территориях – 200 зверей (Федосенко и др., 1985: 514). Всего в этих районах на площади в 200 тыс. кв. км обитает примерно 5 тыс. волков. В Центральном Казахстане в конце 80-х насчитывалось 2300 особей, в конце 90-х – 3,5 тыс. особей, в 2002 – свыше 4,5 тыс. особей (Мигушин и др., 2003: 413-414).

По данным А.К. Федосенко и соавт. (1985), в горных районах плотность населения волков определялась, в среднем, в 25 особей на 1 тыс. км<sup>2</sup>, а по долинам рек, берегам озер и тростниковых залежей – в 20 особей на 1 тыс. км<sup>2</sup>. В Алматинском заповеднике (Заилийский Алатау) численность колеблется в пределах 15-20 особей, при плотности населения 0,6-0,9 особи на 10 км<sup>2</sup> (Жиряков, 1990: 278). В этом регионе среди крупных хищников (бурый медведь, снежный барс, рысь) на долю волка приходится 40% убиваемых диких копытных. В Саур-Тарбагатай был довольно обычен, населяет все пригодные для обитания биотопы. В Тарбагатай насчитывалось около 70 особей волка, здесь он обитает от предгорий до верхнего пояса гор. В 70-ые годы плотность популяции волка в Тарбагатай варьировалась от 0,5 до 3,0 особей на 100 км<sup>2</sup>; в 90-ые годы в связи с сокращением поголовья домашних животных и диких копытных плотность популяции снизилась и варьировала в различных угодьях от 0,2 до 1,5 особей на 100 км<sup>2</sup>, т.е. снизилась почти вдвое (Байдавлетов, 2012: 197). В Сауре обитает в предгорных биотопах, в долинах рек и в субальпийских лугах, но практически не встречается в таежных угодьях и в альпийском поясе. В хребтах Саур, Кетмень, Джунгарском, Кунгей- и Заилийском Алатау плотность населения составляла около 3 особей на 100 км<sup>2</sup> (Федосенко и др., 1981: 12). Характерна мозаичность

распределения волка на территории Казахстана. На всей территории Казахстана в 80-х годах XX в. обитало 30-32 тыс. особей волка (Федосенко и др., 1981: 15). В Казахстане численность волка определяется в первую очередь кормовой базой. В настоящее время численность этого вида в степных районах Казахстана сокращается (по устному сообщению председателя Комитета лесного хозяйства и животного мира МСХ РК Устемирова К. в 2017 г.).

*Красный волк* (*Cuon alpinus*). Вид занесен в Красную книгу Казахстана по категории «исчезающие», хотя ныне этот вид, безусловно, уже исчез на территории республики. Также внесен в Красную книгу МСОП. Сведения о присутствии вида на территории таких соседних стран, как Россия, Монголия, Кыргызстан и Таджикистан, также отсутствуют (Durbin et al., 2004: 212).

Красный волк является одним из четырех видов псовых со специализированными приспособлениями для исключительно плотоядной диеты (Van Valkenburgh, 1991: 341), однако в его рационе могут входить и фрукты. Охотится этот вид группами в дневное время суток, зачастую преследуя свою добычу. Несмотря на то, что рацион питания красных волков может варьировать от мелкой до крупной добычи (Thinley et al., 2011: 518, Kamler et al., 2012: 627), предпочтительным объектом питания являются копытные с массой тела 40-60 кг (Selvan et al., 2013: 488).



**Рисунок 1** – Прошлое распространение красного волка в Казахстане (по Ю.А. Грачеву, 1996)

В Казахстане в 50-ые годы отмечался в высокогорной зоне Таласского, Киргизского, Заилийского, Джунгарского, Саурского хребтов (Слудский, 1953: 415) (рисунок 1). Точные сведения о численности красного волка на территории Казахстана отсутствуют, и по большей части обрываются данными, полученными до 50-х годов XX в. (Плотников, 1912; Хахлов, 1928; Шнитников, 1936 и др.). В 50-х годах в восточных отрогах Джунгарского Алатау отмечался и добывался в Алакульском районе (Слудский, 1981: 143). В Восточно-Казахстанской области был истреблен в первой половине прошлого столетия (Березовиков и др., 1990: 125-126). В начале XX в. он отмечался в окрестностях оз. Маркаколь (Елкин, 1979: 34), позднее достоверных данных о его пребывании в этой местности не было, отсутствуют они и для других регионов страны.

*Семейство Медвежьи.* В Казахстане из семейства медвежьих обитает один вид – бурый медведь. На территории республики распространены два его подвида – тянь-шаньский бурый медведь (*Ursus arctos isabellinus*) и южносибирский бурый медведь (*Ursus arctos jenisseensis*). Тянь-Шаньский подвид бурого медведя населяет горы Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау, а южносибирский бурый медведь – горные леса Алтая. Бурые медведи являются наиболее крупными представителями фауны Казахстана.

*Тянь-Шаньский бурый медведь (*Ursus arctos isabellinus*).* В Северном Тянь-Шане обитает тянь-шаньский бурый медведь, из местообитаний предпочитающий еловые леса, арчовые редколесья, березовые, осиновые и яблоневые рощицы, а также заросли ореха, боярышника, абрикосов, горные луга. Площадь его мест обитания, тем не менее, сокращается в результате пожаров, рубок, выпаса и выжигания. Основу его питания составляют травянистые растения, ягоды, плоды. Животный корм (насекомые, грызуны и др.) поедается относительно реже (Грачев, 1981: 166). Численность и места обитания бурого медведя сокращаются ввиду расширения инфраструктуры, роста человеческого населения и выпаса домашнего скота.

Тянь-Шаньский подвид бурого медведя внесен в Красную книгу Казахстана (статус III категория, редкий подвид, ареал и численность которого сокращаются). Встречается в хребтах Тянь-Шаня: Каржантау, Угамском, Таласском, Киргизском, Заилийском, Кунгей, Терской Алатау, в Кетмене, а также в Джунгарском Алатау с периферийными горными массивами Алтын-

Эмель, Токсанбай, Кояндытау, Кайкан (Грачев, 2010а: 232) (рисунок 2).

Бурый медведь в 40-х годах XX в. исчез в Сырдарынском Карагату (Грачев, 1981: 159). При обследовании в 1980 г. Киргизского Алатау (территория Меркенского и Луговского районов Жамбылской области от р. Аспара на востоке, до р. Кайынды на западе) присутствие медведя обнаружено не было. В Заилийском Алатау в начале XX в. довольно часто встречался в окрестностях Алматы на Б. и М. Алматинках, а также в большей части Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау (Шнитников, 1936), в дальнейшем численность всюду сократилась. В настоящее время в горах Заилийского Алатау встречается в таких ущельях, как Аюсай и Проходное, где в последние годы постоянно не обитал; плотность популяции бурого медведя, в среднем, на 1000 га составляет в ущелье Проходное 1,7 особей, в ущелье Аюсай – 1,42 особей (Кантарбаев, Мынбаева, 2015: 76). В Алматинском государственном природном заповеднике (ур. Средний Талгар) в августе-ноябре 2013 г. автоматическими камерами (фотоловушками) зарегистрирована 31 встреча медведя (в среднем, 3,5 встреч на 100 ловушко-суток), в апреле-мае 2014 г. было отмечено 15 встреч (в среднем, 4,4 встречи на 100 л/с) (Грачев А., Грачев Ю., 2015: 127). В Западном Тянь-Шане медведь был зафиксирован фотоловушками в ур. Кши-Каинды, Ульген-Каинды, Каскабулак (в среднем, 10,1 встреч на 100 л/с) (Грачев А., Грачев Ю., 2016: 458-460). По данным учетов, проводимых в 1969-1973 гг. (Грачев, Федосенко, 1977) в Джунгарском Алатау насчитывалось около 300 медведей (в среднем 0,37 зверя на 1000 га), в Кетмене – 25 (0,11 на 1000 га), в Терской Алатау – 15 (10,07 на 1000 га), в Кунгей Алатау – 5 (0,04 на 1000 га). Таким образом, в 80-х гг. в казахстанской части Тянь-Шаня насчитывалось около 200 особей, в том числе 20-25 – в Алма-Атинском заповеднике (Жиряков, 1980: 20-30); и 65-70 – в заповеднике Аксу-Джабаглы (Грачев, Смирнова, 1982), где медведь чаще всего встречался в долинах р. Аксу и Дажабаглы, реже – в долинах р. Балдабрек и Бала-Балдабрек. В остальных районах тянь-шаньский бурый медведь встречается гораздо реже.

*Южносибирский бурый медведь (*Ursus arctos jenisseensis*).* В настоящее время распространен только в горных лесах востока страны. Ранее населял островные боры Центрального и Северного Казахстана, где в начале XX в. исчез (рисунок 3).



Рисунок 2 – Распространение тянь-шаньского бурого медведя в Казахстане (по Ю.А. Грачеву, 2010а: 233)

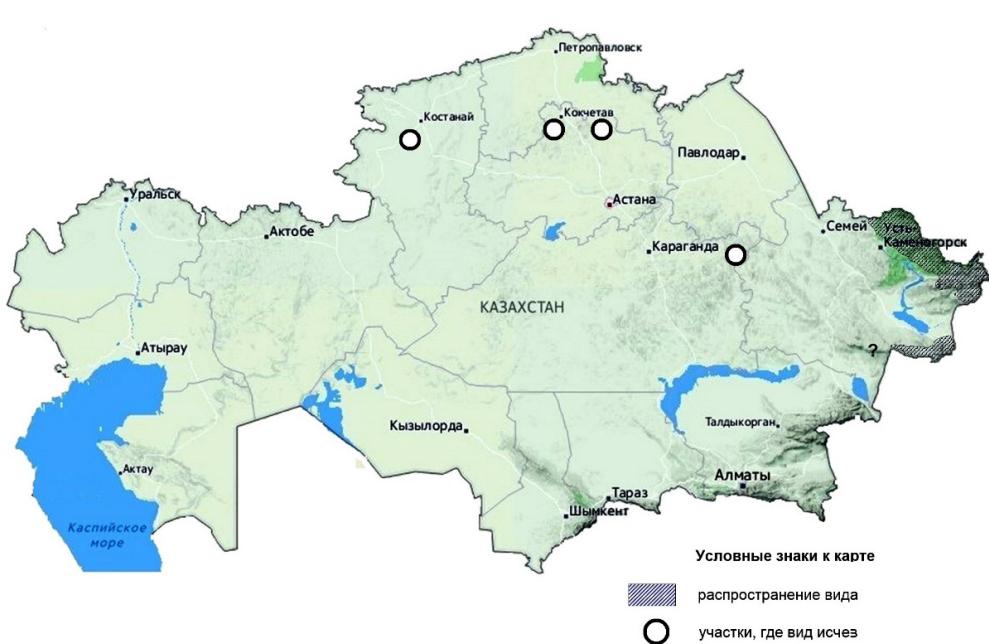


Рисунок 3 – Распространение южносибирского бурого медведя в Казахстане (по Ю.А. Грачеву, 1981)

Этот подвид от тянь-шаньского отличается большей плотоядностью. Значительную роль в питании этого медведя играет поедание насекомых и их личинок. Объектами питания медведя часто бывают грызуны, разные копытные, также отмечались случаи нападения на домашний скот, изредка – каннибализм (Зинченко, 2006: 176-179; Грачев, 1981: 170).

В казахстанской части Алтая область распространения южносибирского бурого медведя охватывает все крупные расположенные здесь хребты и отроги хребтов, находящие из России: Ивановский, Убинский, Ульбинский, Холзун, Листвяга, Катунский, Кабинский, собственно Южный Алтай, Сарымсакты, Нарымский, Курчумский, Азутау, Тарбагатай (Алтайский) (Жиряков, Грачев, 1993: 172).

В 70-х годах XX в. отмечался в юго-восточных отрогах хр. Тарбагатай (Алтайский), в долинах р. Кара-Каба (Лобачев, 1972: 54-56).

В Западном Алтае плотность популяции медведя варьирует от 0,4 особей на 1000 га в лиственных и периферийных лесах до 5-8 особей на ту же площадь в кедровниках бассейна рек Убы и Тургусуна (Байдавлетов, 1993: 16-21).

На Южном Алтае наиболее высокая численность медведя в 70-ых годах отмечена в долинах рек Бухтарма, Куртинская, Берель, Язовая, Хамир и западных отрогах Кабинского хребта южнее и юго-восточнее оз. Маркаколь (Кантарбаев и др., 2015: 90). В самом Маркакольском заповеднике обитает около 30 особей бурого медведя (Елкин, 1979: 34). На Южном Алтае населяет хвойные леса из кедра, пихты, ели, лиственницы с примесью лиственных пород и богатым подлеском из ягодных кустарников. Медведь встречается здесь от нижней границы леса (800-1000 м) до гребней хребтов (3500 м над ур.м.) (Жиряков, Грачев, 1993: 175).

**Семейство Куньи.** В Казахстане представлены 6 родов и 14 видов куньих: Род Ласки и Хорьки (горностай, ласка колонок, солонгой, степной хорек, европейская норка, американская норка), Род Перевязки (перевязка), Род Куницы (соболь, лесная куница, каменная куница), Род Росомахи (росомаха), Род Барсуки (барсук), Род Выдры (выдра). В стране росомаха является единственным крупным по размеру представителем семейства.

*Росомаха (Gulo gulo).* Обитает, в основном, в горно-таежных районах Южного Алтая (Лобачев, 1982: 146) (рисунок 4). В 50-х годах отмечались случаи проникновения росомахи в Северный Казахстан (Слудский, 1953: 362), которые следует рассматривать только как дальние

заходы, совершаемые зверем в поисках корма. Основу питания составляют животные корма (Зырянов, 1980), изредка росомаха поедает и растительные корма.

Зачастую росомаху причисляют к вредным хищникам. Тем не менее, зверь выполняет значительную роль в качестве «санитара-уборщика», так как в рационе его питания преобладают остатки добычи других хищников. Так, на Южном Алтае в ее зимнем рационе около 70% приходится на падаль (Собанский, 2006: 9); по Ю.С. Лобачеву (1982), которая составляет 66,7% встреч.

Основными местами обитания росомахи на Южном Алтае являются глухие участки тайги с выходами скал и буреломом (Слудский, 1953: 363). Плотность населения практически не изучена. В 80-х годах, по данным Ю.С. Лобачева (1982), в среднем, по всему ареалу в стране 1 росомаха приходилась на 1500-2000 кв. км, или по 0,07-0,22 особи на 1000 га.

Росомаха – очень редкий вид. Ее ориентировочная численность в Восточном Казахстане в 80-х годах составляла около 40-50 особей, к этому времени местами в регионе она уже была истреблена (Березовиков и др., 1990: 125). Активная человеческая деятельность продолжает оказывать давление на популяцию и среду обитания росомахи в других районах ее ареала (Krebs et al., 2004: 493-502), на ее популяцию также негативно влияют возникающие конфликты с людьми в результате нападения росомахи на домашний скот (Abramov, 2016).

**Семейство Кошачьи.** Кошачьи (*Felidae*) – семейство, объединяющее зверей с преимущественно сумеречным или ночным образом жизни. На территории Казахстана из кошачьих крупных размеров обитают рысь, каракал, снежный барс. Гепард встречался на восточном побережье Каспийского моря и в пустынях, прилегающих к Аральскому морю, на плато Устюрт, Мангышлаке и близ низовьев р. Сырдарьи (Слудский, 1982а: 242-243), данные о нем прерываются приблизительно в 70-ые годы XX в. (Слудский, 1973; Палваниязов, 1974; Залетаев, 1976 и др.). В настоящее время в Казахстане вид уже исчез. До 1950-х годов на территории Казахстана также водился тигр.

*Рысь (Lynx lynx).* В Казахстане обитают 3 подвида рыси (Гептнер, Слудский, 1972: 404-408). В Северном и Центральном Казахстане обитает европейская рысь, на Южном Алтае – алтайская рысь, в горах юга и юго-востока Казахстана – туркестанская рысь.



Рисунок 4 – Распространение росомахи в Казахстане (по Ю.С. Лобачеву, 1982)

#### *Европейская рысь (*Lynx lynx lynx*).*

Населяет леса Северного и Центрального Казахстана. В Северо-Казахстанской области в начале 70-х годов постоянно держалась в Мамлютском и Булаевском районах (Федосенко, 1982а: 197), также периодически появлялась в сосновых островных лесах Kokчетавской и Павлодарской областях. Южнее этих областей наблюдалась в горах Актау, Ортау, Бугулы и Тагалы, Каркаралинских, Кент и Ерментау, хр. Чингизтау. В горах Каркаралинских и Кент исчезла после 20-х годов XX в. и вновь появилась в 50-ые годы. В других горных группах Центрального Казахстана рыси, по-видимому, нет (Гептнер, Слудский, 1972: 417). Данные по численности европейской рыси, безусловно, сильно устарели и нуждаются в обновлении.

Европейская рысь активна преимущественно в сумеречное время. Основу ее питания составляют в основном копытные (Krofel et al., 2011: 315).

*Алтайская рысь (*Lynx lynx wardi*).* Алтайская рысь заселяет практически все лесные массивы Казахстанского Алтая, предпочитая лиственные разреженные и пойменные биотопы. Основными объектами питания являются косуля, кабарга, горный козел, питается также мелкими млекопитающими. Для рыси при охоте свойственно скрадывание и преследование на короткой дистанции.

В Калбинском Алтае основными местами обитания рыси являются лиственные леса и периферийные участки хвойных лесов, а также

кустарниковые заросли, которые она населяет с плотностью от 0,1 особи до 0,7 особей на 10 кв. км (Байдавлетов, 2002: 70). В Западном Алтае рысь обычна в предгорьях, пойменных и смешанных лесах. По тем же данным, плотность популяции рыси варьирует здесь от 0,2 особей на 1000 га в темнохвойных лесах до 0,9 особей на 10 кв. км в разреженных лиственных биотопах. На Южном Алтае рысь населяет практически все лесные биотопы, отдавая также предпочтение разреженным лесам, населяя их с плотностью 0,1-0,3 особи на 1000 га (Байдавлетов, 2002). Еще в 70-х годах рысь на Южном Алтае обитала на Курчумском, Нарымском, Сарымсакты, Листвяг, Холзун и других хребтах в Катон-Каргайском, Нарымском, Курчумском, Кировском, Верхне-Убинском, Лениногорском, Бухтарминском, Шемонаихинском, Больше-Нарымском, Зыряновском, Уланском и других районах Восточно-Казахстанской области (Слудский, 1973: 49). В Калбинском Алтае обитает 55 рыбей, в Западном Алтае – 230 и на Южном Алтае – 75 зверей (Байдавлетов, 2002).

*Туркестанская рысь (*Lynx lynx isabellinus*).* Туркестанский подвид рыси внесен в Красную книгу Казахстана (III категория, редкий подвид).

Туркестанская рысь населяет хребты Тянь-Шаня: Терской, Угамский, Каржантау, Таласский, Киргизский, Заилийский, Кунгей, Кетмень, а также Джунгарский Алатау, Тарбагатай, Саур (Федосенко, 1982а: 198-199) (рисунок 5). Очень редка туркестанская рысь на Таласском хребте.

Рысь придерживается хвойных и лиственных лесов (Федосенко, 1982а: 198-199), и лишь в многоснежные зимы спускается в подгорную зону. Часто держится зарослей кустарников, в основном в пределах лесного и субальпийского поясов. Предпочитает крутые склоны с выходами скал и каменистых россыпей (Грачев, 2010б: 254-255). Рысь активна, в основном, в сумерки и ночью, часто ее можно встретить рано утром или на

закате. Основу рациона рыси составляют сурки, зайцы, на которых она обычно охотится скрадом – медленно подкрадывается, пользуясь всевозможными укрытиями (Гептнер, Слудский, 1972: 440, Breitenmoser, Breitenmoser-Würsten, 2008), после чего прыжками настигает жертву. Также постоянно охотится на тетеревиных птиц, мелких грызунов, реже – небольших копытных, изредка нападает на лис и других некрупных зверей.



Рисунок 5 – Распространение туркестанской рыси в Казахстане (по Ю.А. Грачеву, 2010б)

Численность рыси в Казахстане была подорвана уже в конце XIX в. В 40-50-х годах XX в. численность этого подвида частично восстановилась, в это время в год добывали 20-30 особей рыси (Слудский, 1973: 48). В настоящее время рысь считается довольно обычной в Кунгей Алатау, Заилийском и Джунгарском Алатау. В 70-ые годы рысь встречалась довольно часто в Заилийском Алатау, причем в западной части хребта ее было больше, чем в восточной (Федосенко, Лобачев, 1970). В Алматинском заповеднике обитает около 10 особей туркестанской рыси (Жиряков, 1990: 110-114). В Алматинском заповеднике (ур. Средний Талгар) в августе-декабре 2013 г. автоматическими камерами зафиксировано 3 встречи рыси (в среднем, 0,3 встречи на 100 ловушко-суток) (Грачев А., Грачев Ю., 2015: 130). Возможно, рысь еще более обычна в Кун-

гей-Алатау, а также в северной части Джунгарского Алатау (Федосенко, 1982а: 198). В настоящее время в Заилийском Алатау численность рыси довольно стабильна; в Иле-Алатауском национальном парке инспекторами в 2015 г. была отмечена 35 раз, в 2016 г. – 11 раз (Усербаева, 2017: 30). В Западном Тянь-Шане в 2016 г. была зафиксирована фотоловушками в ур. Кши-Кайнды и Ульген-Кайнды (в среднем, 1,7 встреч на 100 ловушко-суток) (Грачев А., Грачев Ю., 2016).

*Каракал (Caracal caracal).* Статус – 1 категория в Красной книге Казахстана. Редкий вид, находится под угрозой исчезновения, внесен в Красную книгу МСОП.

Обитает в пустынях Казахстана, пустынных предгорьях и невысоких безлесных горах (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Распространение каракала в Казахстане (по А.А. Слудскому, 1982б: 184)**

Каракалы встречаются от полупустынь до относительно открытой степи, предпочитая пространства с меньшим количеством осадков (Stuart, Stuart, 2013; Avgan et al., 2016). Очень ловок и силен, каракал, подкрадываясь, прыжками настигает свою жертву, на лету хватает взлетающих птиц и вскаивающих животных. Каракал в жаркий сезон года ведет обычно ночной образ жизни, однако зимой и весной активен и днем (Слудский, 1982б: 207). Каракалы охотятся главным образом на мелких и средних млекопитающих (грызунов, небольших копытных), пищей ему также служат птицы, рептилии (ящерицы, змеи), беспозвоночные, рыбы и некоторые виды растений (Stuart, Stuart, 2007: 30-31; Stuart, Stuart, 2013; Ghoddousi et al., 2009: 10-13, Mallon, Budd, 2011).

Каракал очень редок в Западном Казахстане на Устюрте, Манышлаке, Бузачи и в Кызылкуме (Слудский, 1973: 57). За период с 1951 по 1994 гг. известно о добыче на территории Мангистауской области не менее 20-ти и встречах 15-ти каракалов; поголовье вида в Казахстане составляет, по-видимому, несколько десятков зверей (Бекенов, Плахов, 2010). Численность этого вида напрямую зависит от обилия объектов его питания ( зайцеобразных, грызунов, птиц и других мелких зверей).

*Снежный барс или ирбис (Uncia uncia).* Вид внесен в Красную книгу Казахстана (статус – III категория, редкий вид, ареал и численность которого сокращаются). Также внесен в Красную

книгу МСОП. На сегодняшний день существует много фондов (ISLT – International Snow Leopard Trust; SLF – Snow Leopard Fund, Казахстан), программ (напр., GSLEPP – Global Snow Leopard and Ecosystem Protection Program, Кыргызстан) и, соответственно, стратегий (напр., SLSS – Snow Leopard Survival Strategy; CSSSL – Conservation Strategy of the Snow Leopard in Kazakhstan), направленных на сохранение снежного барса. Среди крупных хищных млекопитающих снежный барс является одним из наименее изученных видов. Скрытный образ жизни, малодоступность мест обитания, а также низкая плотность населения значительно затрудняют изучение данного вида (Грачев и др., 2013а: 67). Для систематизации большого количества полученных данных о снежном барсе с 2015 г. в Казахстане начали применять специальный документ – фото и паспорт снежного барса (Грачев А. и др., 2015: 512-518), который открывает большие возможности для долгосрочного мониторинга популяций ирбиса не только в Казахстане, но и за ее пределами.

Ирбис часто бывает активен вечером перед закатом или утром на рассвете. Охотится скрадом или из засады. Снежный барс питается в основном копытными: сибирскими горными козлами, кабанами, архарами, сибирскими косулями, маралами. Реже употребляет в пищу зайцеобразных (пищухи), грызунов (белки), мелких хищников (горностай, каменные куницы), птиц (улары, тетерева, кеклики). До сих пор мало известно о поведении снежного барса, его пере-

движении, индивидуальных участках обитания, социальной организации и размножении в естественных условиях (Jackson et al., 2005: 7).

На территории Казахстана ирбис встречается по крайним пограничным с Россией, Китаем,

Кыргызстаном и Узбекистаном районам – хребтам Тянь-Шаня (Каржантау, Угамский, Таласский, Киргизский, Заилийский, Кунгей, Терской, Кетмень), Джунгарского Алатау, а также Саяра и Южного Алтая (рисунок 7).



Рисунок 7 – Распространение снежного барса в Казахстане (по Ю.А. Грачеву, 2010в)

В Казахстане находится периферийная северо-западная часть ареала этого вида. Ареал снежного барса в стране практически совпадает с областью распространения горного козла – тау тэке (*Capra sibirica*), который является основным объектом питания ирбиса. В 70-х годах снежный барс в Казахстане был обычен по всем хребтам Тянь-Шаня (Киргизский, Терской Алатау, Заилийский Алатау (с отрогами Бартогай, Малые и Большие Богуты), Кунгей Алатау), в Джунгарском Алатау (с отрогами Чулак, Матай, Алтын-Эмель, Катутау, Актау) (Слудский, 1973: 79-80). В Кунгей Алатау был отмечен рядом исследователей (Жиряков, Байдавлетов, 2002: 184-199; Жатканбаев, Левитин, 2011: 220-222; Джаныспаев, 2012: 92-97; Грачев Ю. и др., 2013б: 85-95), и впервые был зафиксирован здесь автоматическими камерами в 2014 г. (Грачев А. и др., 2014: 146-148). В Заилийском Алатау барс в конце XX в. был обычен на территории Алматинского заповедника (Жиряков, Джаныспаев, 1986: 51-54). В конце XX в. численность барса в Казахстане составляла не менее 180-200 особей

(Федосенко, 1982б: 229). В 2002 г. в Алматинском заповеднике численность снежного барса оценивалась в 22-25 (не менее 20) особей, а во всем Заилийском Алатау – в 30-35 особей (Джаныспаев, 2002: 211).

В пределах Казахстана можно выделить 5 изолированных популяционных группировок снежного барса. Численность ирбиса в Западном Тянь-Шане оценивается, ориентировочно, в 13-15 особей, Северном Тянь-Шане – в 46-53 особей, в Джунгарском Алатау – в 40-50 особей, в Саур-Тарбагатае – в 4-5 особей, в казахстанской части Алтая – в 7-8 особей, а всего в Казахстане – 110-130 особей (Грачев и др., 2016: 4-11). В настоящее время в рамках тематики изучения снежного барса на территории Казахстана успешно проводятся исследования с применением автоматических камер слежения (фотоловушек). Мониторинговые исследования проводятся почти во всех местах обитания снежного барса – Северном Тянь-Шане, Западном Тянь-Шане, Джунгарском Алатау, Южном Алтае.

Таким образом, в Казахстане на сегодняшний день из крупных хищных млекопитающих встречаются волк, бурый медведь, росомаха, рысь, каракал и снежный барс. Примерно до середины прошлого века встречались также красный волк, тигр и гепард. Последние достоверные данные по распространению, особенностям биологии и экологии большинства перечисленных видов были получены в 80-ые годы XX в., и во многом уже устарели или являются отрывочными.

Полномасштабных исследований по распространению и численности большинства видов крупных хищных в настоящее время практически-

ски не проводится. И так как имеющиеся на настоящий момент данные по большей части устарели или являются отрывочными, необходимым и актуальным является в дальнейшем проведение исследований по изучению биологии и экологии крупных хищных млекопитающих.

В настоящее время для изучения биологии и экологии крупных хищных млекопитающих используются различные методы слежения, в том числе дистанционное зондирование, где эффективным является метод регистрации фотоловушками, радиопрослеживание, а в перспективе возможна спутниковая телеметрия и другие.

### Литература

- 1 Байдавлетов Р.Ж. К экологии и хозяйственному значению бурого медведя в Восточном Казахстане // Медведи России и прилегающих стран – состояние популяций: в 2 ч. – М.: Аргус, 1993. – Ч. 1. – С. 16–21.
- 2 Байдавлетов Р.Ж. Крупные хищники Казахстанского Алтая и их значение в охотничьем хозяйстве // Зоологические исследования в Казахстане. Алматы, 2002. – С. 67-71.
- 3 Байдавлетов Р.Ж. Крупные хищные млекопитающие Саян-Тарбагатая и их биоценотическое значение // Мат-ры Межд. науч. конф. «Животный мир Казахстана и сопредельных территорий». – Алматы, 2012. – С. 197.
- 4 Бекенов А.Б., Плахов К.Н. Каракал // Красная книга РК. Т. 1, ч. 1. – 4-ое изд. – Алматы, 2010.
- 5 Березовиков Н.Н., Зинченко Е.С., Зинченко Ю.К. Млекопитающие. Маркакольский заповедник // Заповедники СССР. Заповедники Средней Азии и Казахстана. – М.: Мысль, 1990. – С. 125-126.
- 6 Гептнер В.Г., Слудский А.А. Рысь // Млекопитающие Советского Союза. Т. 2, ч. 2. Хищные (Гиены и Кошки) / под ред. В.Г. Гептнера и Н.П. Наумова. – М.: Изд. «Высшая школа», 1972. – С. 385-456.
- 7 Грачев А.А., Грачев Ю.А., Мелдебеков А.М., Малыбеков А.Б., Ахметов Х.А. Снежный барс на территории ГНПП «Көлсай көлдері» (Северный Тянь-Шань) // Материалы конференции «Современное состояние биоразнообразия Чарынского ГНПП и прилегающих территорий». – Алматы, 2014. – С. 146-148.
- 8 Грачев А.А., Грачев Ю.А. Млекопитающие Иле-Алатауского национального парка и прилегающих территорий // Труды Иле-Алатауского ГНПП, Выпуск 1. – Алматы, 2015. – С. 127.
- 9 Грачев А.А., Грачев Ю.А., Мелдебеков А.М. Предварительные результаты изучения и мониторинга снежного барса (*Uncia uncia* Schreber, 1775) с помощью фотоловушек в Казахстане // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – №2/2 (44), 2015. – С. 512-518.
- 10 Грачев А.А., Грачев Ю.А. Наблюдения за млекопитающими в Западном Тянь-Шане с помощью фотоловушек // Труды Аксу-Жабагалинского ГПЗ, Выпуск 11. – Алматы, 2016. – С. 458-460.
- 11 Грачев А.А., Грачев Ю.А., Сапарбаев С.К., Джаныспаев А.Д. Методическое руководство-пособие по мониторингу снежного барса в Казахстане. – Астана, 2016. – С. 4-11.
- 12 Грачев Ю.А., Федосенко А.К. Бурый медведь (*Ursus arctos*) в Джунгарском Алатау // Зоологический журнал, 1977. – Т. 56, вып. 1.
- 13 Грачев Ю.А. Бурый медведь // Млекопитающие Казахстана, Т. 3, ч. 1. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1981. – С. 159.
- 14 Грачев Ю.А., Смирнова Э.Д. Экология Тянь-шаньского бурого медведя в заповеднике Аксу-Джабаглы // Зоологический журнал, 1982.
- 15 Грачев Ю.А. Красный волк // Красная книга Казахстана. Животные. – Алматы, 1996. – С. 220-221.
- 16 Грачев Ю.А. Тянь-шаньский бурый медведь // Красная книга Республики Казахстан. Т. 1, ч. 1. 4-ое изд. – Алматы, 2010а. – С. 232-233.
- 17 Грачев Ю.А. Рысь // Красная книга Республики Казахстан. Т. 1, ч. 1. – 4-ое изд. – Алматы, 2010б. – С. 254-255.
- 18 Грачев Ю.А. Снежный барс // Красная книга РК. Т. 1, ч. 1. 4-ое изд. – Алматы, 2010. – С. 256-257.
- 19 Грачев Ю.А., Грачев А.А., Байдавлетов Р.Ж. Мониторинг популяций снежного барса в Казахстане с помощью фотоловушек // Мат-ры межд. конф. «Научно-методические основы составления государственного кадастра животного мира Республики Казахстан и сопредельных стран». Алматы, 2013а. – С. 67.
- 20 Грачев Ю.А., Ахметов Х.А., Алимкулов М.М. Хищные млекопитающие ГНПП «Кольсай кольдері» и прилегающих территорий (Кунгей Алатау) // Науч. труды ГНПП «Көлсай көлдері», Вып.1, 2013б. – С. 85-95.
- 21 Джаныспаев А.Д. Распространение и численность снежного барса в центральной части Заилийского Алатау // Ж. «Selevinia», 2002. – № 1-4. – С. 211.
- 22 Джаныспаев А.Д. Современное состояние популяции снежного барса в центральной части Заилийского Алатау // Зоологические и охотоведческие исследования в Казахстане и сопредельных странах. – Алматы, 2012. – С. 92-97.

- 23 Елкин К.Ф. Хищные млекопитающие Восточного Казахстана // Экологические основы охраны и рациональное использование хищных млекопитающих. Мат-лы Всесоюз. сов. – М.: Наука, 1979. – С. 34.
- 24 Жатканбаев А.Ж., Левитин М.В. Новые сведения о снежном барсе в Казахстане // Зоологические исследования за 20 лет независимости Республики Казахстан. – Алматы, 2011. – С. 220-222.
- 25 Жиряков В.А. Питание и биоценотическая роль бурого медведя в Северном Тянь-Шане и Джунгарском Алатау // Бюл. МОИП. Отд-ние биол. 1980. – Т. 85. – Вып. 2. – С. 20-30.
- 26 Жиряков В.А., Джаныспаев А.Д. Снежный барс в Алма-Атинском заповеднике // Редкие животные Казахстана. – Алма-Ата, 1986. – С. 51-54.
- 27 Жиряков В.А. Воздействие хищников на динамику численности копытных в Алма-Атинском заповеднике // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира: Тез. – Уфа, 1989. – С. 201.
- 28 Жиряков В.А. Роль волка в биоценозах Алма-Атинского заповедника (Северный Тянь-Шань) // V всесоюз. съезд териологического общества АН СССР. Тез. Докл. – М., 1990. Т. II. – С. 278.
- 29 Жиряков В.А., Анциферов В.М., Анциферова А.И., Тогузаков Б.Т., Хомулло О.Н. Животный мир. Алма-Атинский заповедник // Заповедники СССР. Заповедники Средней Азии и Казахстана. – М.: Мысль, 1990. – С. 110-114.
- 30 Жиряков В.А., Грачев Ю.А. Бурый медведь. Центральная Азия и Казахстан // Медведи. Бурый медведь. Белый медведь. Гималайский медведь. Размещение запасов, экология, использование и охрана / Под. ред. к.г.н. М.Л. Вайсфельда и к.б.н. И.Е. Честина. – М., 1993. – С. 172.
- 31 Жиряков В.А., Байдавлетов Р.Ж. Экология и поведение снежного барса в Казахстане // Ж. «Selevinia», 2002. – № 1-4. – С. 184-199.
- 32 Зинченко Ю.К. Бурый медведь в Маркакольском заповеднике // Selevinia, 2006. – С. 176-179.
- 33 Зырянов А.Н. К экологии рыси и росомахи в Красноярском крае. Вопросы экологии // Труды Гос. заповедника «Столбы». – Красноярск, 1980. – Вып. 12.
- 34 Кантарбаев С.С., Мынбаева Б.Н. Экология бурого медведя в ущельях Заилийского Алатау (Северный Тянь-Шань) // Вестник КазНПУ, «Естественно-географические науки», №4 (46). – Алматы: «Улагат», 2015. – С. 76.
- 35 Кантарбаев С.С., Мынбаева Б.Н., Грачев А.А., Воронова Н.В. Распространение и численность популяции бурого медведя в Казахстане: аналитический обзор // Вестник НАН РК. – Т. 4, № 3, 2015. – С. 90.
- 36 Лобачев Ю.С. К экологии бурого медведя на Южном Алтае // Экология, морфология, охрана и использование медведей. – М., 1972. – С. 54-56.
- 37 Лобачев Ю.С. Росомаха // Млекопитающие Казахстана: Т. 3, ч. 2. – Алма-Ата: «Наука», 1982. – С. 146-148.
- 38 Мигушин А.С., Туганов Д.Е., Бербер А.П., Ержанов Н.Т. Распространение и численность волка в Центральном Казахстане / Қарағанды мемлекеттік үн-ті // Экологияның өзекті мәселелері – Актуальные проблемы экологии: Материалы II Междунар. научно-практич. конф. 4-5 дек. – Ч.1 – Қарағанды, 2003. – С. 413-414.
- 39 Слудский А.А. Отряд хищные // А.В. Афанасьев, В. С. Бажанов, М. Н. Корелов, А. А. Слудский, Е. И. Страутман. Звери Казахстана. – Алма-Ата: Изд. АН КазССР, 1953. – С. 385.
- 40 Слудский А.А. Распространение и численность диких кошек в СССР // Промысловые млекопитающие Казахстана. Труды Института Зоологии. – Алма-Ата: Изд.: «Наука» КазССР, 1973. – Т. 34. – С. 48-49.
- 41 Слудский А.А. Красный волк // Млекопитающие Казахстана: Т.3, ч.1. – Алма-Ата: «Наука», 1981. – С. 143.
- 42 Слудский А.А. Гепард // Млекопитающие Казахстана, Т. 3, ч. 2. – Алма-Ата: «Наука», 1982а. – С. 242-243.
- 43 Слудский А.А. Каракал // Млекопитающие Казахстана: Т. 3, ч. 2. – Алма-Ата: «Наука», 1982б. – С. 184.
- 44 Собанский Г. Росомаха. Семейство Куньи // Пер. изд. «Природа Алтая». – Барнаул, 2006. – С. 9.
- 45 Усербаева С.А. ОТЧЕТ о научно-исследовательской работе за 2016 год по теме: «Выявление пространственной структуры популяций и особенностей экологии редких и исчезающих видов млекопитающих в Иле-Алатауском ГНПП, занесенных в Красную книгу РК». – Алматы, 2017. – С. 30.
- 46 Федосенко А.К., Лобачев Ю.С. Распространение и численность промысловых млекопитающих в Заилийском Алатау // Труды Алма-Атинского Государственного Заповедника. – Алма-Ата: Изд. Кайнар, 1970. – т. IX.
- 47 Федосенко А.К., Слудский А.А., Фадеев В.А. Волк // Млекопитающие Казахстана: Т. 3, ч. 1. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1981. – С. 15.
- 48 Федосенко А.К. Рысь // Млекопитающие Казахстана: Т. 3, ч. 2. – Алма-Ата: «Наука», 1982. – С. 197-199.
- 49 Федосенко А.К. Снежный барс // Млекопитающие Казахстана: Т. 3, ч. 2. – Алма-Ата: «Наука», 1982. – С. 229.
- 50 Федосенко А.К., Фадеев В.А., Филимонов А.Н. Волк – Численность и особенности образа жизни по регионам (Казахстан) // ВОЛК. Происхождение, систематика, морфология, экология / под общ. ред. Д.И. Бибикова. – М.: Наука, 1985. – С. 514.
- 51 Шнитников В.Н. Млекопитающие Семиречья. – М.-Л., Изд. АН СССР, 1936.
- 52 Abramov, A.V. *Gulo gulo*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2016: e.T9561A45198537. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T9561A45198537.en>. Downloaded on 26 April 2017.
- 53 Avgan, B., Henschel, P. and Ghoddousi, A. *Caracal caracal*. (errata version published in 2016) The IUCN Red List of Threatened Species, 2016: e.T3847A102424310. Downloaded on 26 April 2017.
- 54 Breitenmoser, U. and Breitenmoser-Würsten, Ch. *Der Luchs: Ein Grossraubtier in der Kulturlandschaft*. Salm Verlag, Wohlen/Bern, 2008.
- 55 Durbin, L.S., Venkataraman, A., Hedges, S., and Duckworth, W. «Dhole (*Cuon alpinus*)», in: Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan. Edited by Sillero-Zubiri C., Hoffmann M., Macdonald D.W., 210-218. Publisher: IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2004.

- 56 Ghoddousi, A., Ghadirian, T., Fahimi, H. «Status of caracal in Bahram'gur Protected Area, Iran». Cat News 50 (2009): 10-13.
- 57 Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R., and Hunter, D.O. Surveying Snow Leopard Populations with Emphasis on Camera Trapping: A Handbook. The Snow Leopard Conservancy, Sonoma, California, 2005.
- 58 Kamler, J.F., Johnson, A., Vongkhamheng, Ch., Bousa, A., and Van Vuren D.H. «The diet, prey selection, and activity of dholes (*Cuon alpinus*) in northern Laos». Journal of Mammalogy, Vol. 93, No. 3 (June 2012): 627-633.
- 59 Krebs, J., Lofroth, E., Copeland, J., Banci, V., Cooley, D., Golden, H., Magoun, A., Mulders, R., and Shults, B. «Synthesis of survival rates and causes of mortality in North American wolverines». Journal of Wildlife Management 68 (2004): 493-502.
- 60 Krofel, M., Huber, D., and Kos, I. «Diet of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the northern Dinaric Mountains (Slovenia and Croatia)». Acta theriol. 56, no. 4 (2011): 315-322.
- 61 Mallon, D., Budd, K. Regional Red List Status of Carnivores in the Arabian Peninsula. IUCN and Environment and Protected Areas Authority, Cambridge, UK; Gland, Switzerland; and Sharjah, UAE, 2011.
- 62 Selvan, K.M., Veeraswami, G.G., and Hussain, S.A. «Dietary preference of the Asiatic wild dog (*Cuon alpinus*)». Mammalian Biology 78(6) (2013): 486-489.
- 63 Stuart, C. and Stuart, M. «Diet of leopard and caracal in the northern United Arab Emirates and adjoining Oman territory». Cat News 46 (2007): 30-31.
- 64 Stuart, C., Stuart, T. Caracal caracal, in: The Mammals of Africa, edited by J. S. Kingdon and M. Hoffmann, Volume V. Academic Press, Amsterdam, the Netherlands, 2013. 560 pages.
- 65 Thinley, P., Kamler, J.F., Wang, S.W., Lham, K., Stenkewitz, U. and Macdonald, D.W. «Seasonal diet of dholes (*Cuon alpinus*) in northwestern Bhutan». Mammalian Biology 76(4) (2011): 518-520.
- 66 Van Valkenburgh, B. «Iterative evolution of hypercarnivory in canids (Mammalia: Carnivora): evolutionary interactions among sympatric predators». Paleobiology 17 (1991): 340-362.

## References

- 1 Abramov, A.V. *Gulo gulo*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2016: e.T9561A45198537. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T9561A45198537.en>. Downloaded on 26 April 2017.
- 2 Avgan, B., Henschel, P., and Ghoddousi, A. Caracal caracal. (errata version published in 2016) The IUCN Red List of Threatened Species, 2016: e.T3847A102424310. Downloaded on 26 April 2017.
- 3 Baydavletov, R.Zh. «K ekologii i hozyaystvennomu znacheniyu burogo medvedya v Vostochnom Kazakhstane» [To the ecology and economic importance of the brown bear in East Kazakhstan], in: Medvedi Rossii i prilegayuschikh stran – sostoyanie populyatsiy: v 2 ch., part 1, 16-21. Moscow: Argus, 1993. (In Russian)
- 4 Baydavletov, R.Zh. «Krupnye khischniki Kazakhstanskogo Altaya i ikh znachenie v okhotnich'em khozyaystve» [Large carnivores of the Kazakhstan Altai and their significance in the hunting economy], in: Zoologicheskie issledovaniya v Kazakhstane, 67-71. Almaty, 2002 (In Russian)
- 5 Baydavletov, R.Zh. «Krupnye hischnye mlekopitayuschie Saur-Tarbagataya i ikh biotsenoticheskoe znachenie» [Large carnivores of Saur-Tarbagatai and their biocenotic significance], in: Materials of the International Scientific Conference «Animal World of Kazakhstan and adjacent territories», 197-198. Almaty, 2012 (In Russian)
- 6 Bekenov, A.B., Plakhov, K.N. «Karakal» [Caracal], in: Krasnaya kniga RK, V. 1, P. 1. #4 edition, 2010 (In Russian)
- 7 Berezovikov, N.N., Zinchenko, E.S., Zinchenko, Yu.K. «Mlekopitayuschie. Markakol'skiy zapovednik» [Mammals. The Markakol Nature Reserve], in: Zapovedniki SSSR. Zapovedniki Sredney Azii i Kazakhstana, 125-126, 1990.
- 8 Breitenmoser, U. and Breitenmoser-Würsten, Ch. Der Luchs: Ein Grossraubtier in der Kulturlandschaft. Salm Verlag, Wohlen/Bern, 2008.
- 9 Durbin, L.S., Venkataraman, A., Hedges, S., and Duckworth, W. «Dhole (*Cuon alpinus*)», in: Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan. Edited by Sillero-Zubiri C., Hoffmann M., Macdonald D.W., 210-218. Publisher: IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2004.
- 10 Dzhanspaev, A.D. «Rasprostranenie i chislennost' snezhnogo barsa v tsentral'noy chasti Zailiyskogo Alatau» [Distribution and abundance of snow leopard in the central part of Ile-Alatau]. Selevinia, vol. 1, #4 (2002): 208-212 (In Russian).
- 11 Dzhanspaev, A.D. «Sovremennoe sostoyanie populyatsii snezhnogo barsa v tsentral'noy chasti Zailiyskogo Alatau» [Current state of snow leopard's population in the central part of Ile-Alatau], in: Zoologicheskie i okhotovedcheskie issledovaniya v Kazakhstane i sopredel'nykh stranakh, 92-97, 2012. (In Russian)
- 12 Elkin, K.F. «Hischnye mlekopitayuschie Vostochnogo Kazakhstana» [Carnivorian mammals of Eastern Kazakhstan], in: Ekologicheskie osnovy okhrany i ratsional'noe ispol'zovanie hischnykh mlekopitayuschikh. Materials of the All-Union Conference, 34. Moscow, 1979 (In Russian)
- 13 Fedosenko, A.K., Lobachev, Yu.S. «Rasprostranenie i chislennost' promyslovyykh mlekopitayuschikh v Zailiyskom Alatau» [Distribution and number of commercial mammals in the Ile-Alatau], in: Trudy Alma-Atinskogo Gosudarstvennogo Zapovednika, V. IX. Alma-Ata, «Kainar», 1970 (In Russian)
- 14 Fedosenko, A.K., Sludskiy, A.A., Fadeyev, V.A. «Volk» [Wolf], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, Vol. 3, Part 1, 8-57. Alma-Ata, 1981 (In Russian)
- 15 Fedosenko, A.K. «Rys'» [Lynx], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, Vol. 3, Part 2, 194-203. Alma-Ata, 1982a (In Russian)
- 16 Fedosenko, A.K. «Snezhnyy bars» [Snow leopard], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, Vol. 3, Part 2, 222-240. Alma-Ata, 1982b (In Russian)

- 17 Fedosenko, A.K., Fadeyev, V.A., Filimonov, A.N. «Volk – Chislenost' i osobennost' obraza zhizni po regionam (Kazakhstan)» [Wolf – Number and features of a way of life by regions (Kazakhstan)], in: VOLK. Proiskhozhdenie, sistematika, morfologiya, ekologiya, 513-519. Moscow, 1985 (In Russian)
- 18 Ghoddousi, A., Ghadrian, T., Fahimi, H. «Status of caracal in Bahram'gur Protected Area, Iran». Cat News 50 (2009): 10-13.
- 19 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A., Meldebekov, A.M., Malybekov, A.B., and Akhmetov, H.A. «Snezhnyy bars na territorii GNPP «Kolsay kolderi» (Severnyy Tyan'-Shan')» [The snow leopard on the territory of the SNNP «Kolsay kolderi» (North Tien Shan)], in: Materials of the conference «Sovremennoe sostoyanie biorazonobraziya Charynskogo GNPP i prilegayuschikh territoriy», 146-148. Almaty, 2014 (In Russian)
- 20 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A., and Meldebekov, A.M. «Predvaritel'nye rezul'taty izucheniya i monitoringa snezhnogo barsa (Uncia uncia Schreber, 1775) s pomosch'yu fotolovushek v Kazakhstane» [Preliminary results of studying and monitoring of snow leopard in Kazakhstan (Uncia uncia Schreber, 1775) using phototraps]. KazNU Bulletin. Ecology series. №2/2 (44) (2015): 512-518 (In Russian)
- 21 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A. «Mlekopitayuschie Ile-Alatauskogo natsional'nogo parka i prilegayuschikh territoriy» [Mammals of the Ile-Alatau National Park and adjacent territories], in: Trudy Ile-Alatauskogo Gosudarstvennogo Natsional'nogo Prirodnoogo Parka, Almaty, Issue 1, 115-146. Almaty, 2015 (In Russian)
- 22 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A., Saparbaev, S.K., Dzhanyspaev, A.D. Metodicheskoe rukovodstvo-posobie po monitoringu snezhnogo barsa v Kazakhstane [Methodical guide-manual on monitoring snow leopards in Kazakhstan]. Astana, 2016 (In Russian)
- 23 Grachev, A.A., Grachev, Yu.A. «Nablyudeniya za mlekopitayuschimi v Zapadnom Tyan'-Shane s pomoschyu fotolovushchek» [Observations on mammals in the Western Tien-Shan with the help of camera-traps], in: Trudy Aksu-Zhabaglinskogo Gosudarstvennogo Prirodnoogo Zapovednika, Issue 11, 457-461. 2016 (In Russian)
- 24 Grachev, Yu.A., Fedosenko, A.K. «Buryy medved' (Ursus arctus) v Dzhungarskom Alatau» [Brown bear (Ursus arctus) in the Dzungarian Altai]. Zoologicheskiy zhurnal, 1977. – Vol. 56, N. 1.
- 25 Grachev, Yu.A. «Buruy medved'» [Brown bear], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, Vol. 3, Part 1, 149-191. Almaty, 1981 (In Russian)
- 26 Grachev, Yu.A., Smirnova, E.D. «Ekologiya Tyan'-shan'skogo burogo medvedya v zapovednike Aksu-Dzhabagly» [Ecology of Tien Shan brown bear in the Aksu-Jabagly Nature Reserve]. Zoologicheskiy zhurnal, 1982 (In Russian)
- 27 Grachev, Yu.A. «Krasnyy volk» [Red wolf], in: Krasnaya kniga Kazakhstana. Zhivotnye, 220-221. Almaty, 1996 (In Russian)
- 28 Grachev, Yu.A. «Tyan'-Shan'skiy buryy medved'» [Tien Shan brown bear], in: Krasnaya kniga Respubliki Kazakhstan, Vol. 1, Part 1, the 4th edition, 232-233. Almaty, 2010a (In Russian)
- 29 Grachev, Yu.A. «Rys» [Lynx], in: Krasnaya kniga Respubliki Kazakhstan, vol. 1, part 1, the 4th edition, 254-255. Almaty, 2010b (In Russian)
- 30 Grachev, Yu.A. «Snezhnyy bars» [Snow leopard], in: Krasnaya kniga Respubliki Kazakhstan, vol. 1, part 1, the 4th edition, 256-257. Almaty, 2010c (In Russian)
- 31 Grachev, Yu.A., Grachev, A.A., Baidavletov, R.Zh. «Monitoring populyatsii snezhnogo barsa v Kazakhstane s pomosch'yu fotolovushek» [Monitoring of snow leopard populations in Kazakhstan using camera-traps], in: Materials of International Conference «Nauchno-metodicheskie osnovy sostavleniya gosudarstvennogo kadastra zhivotnogo mira Respubliki Kazakhstan i sopredel'nykh stran», 67-70. Almaty, 2013a (In Russian)
- 32 Grachev, Yu.A., Akhmetov, H.A., Alimkulov, M.M. «Hischnye mlekopitayuschie GNPP «Kol'say kol'deri» i prilegayushchikh territoriy (Kungey Alatau)» [The carnivores of the SNNP «Kolsay Kolderi» and adjacent territories (Kungei Altai)], in: Nauchnye trudy GNPP «Kolsay kolderi», Issue 1, 85-95. Almaty, 2013b (In Russian)
- 33 Heptner, V.G., Sludskiy, A.A. Mlekopitayuschie Sovetskogo Soyuza [Mammals of the Soviet Union], Vol. 2, Part 2, Carnivores (Hyenas and Cats), 385-456. Moscow, «Vysshaya shkola», 1972 (In Russian)
- 34 Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R., and Hunter, D.O. Surveying Snow Leopard Populations with Emphasis on Camera Trapping: A Handbook, 7. The Snow Leopard Conservancy, Sonoma, California, 2005.
- 35 Kamler, J.F., Johnson, A., Vongkhamheng, Ch., Bousa, A., and Van Vuren D.H. «The diet, prey selection, and activity of dholes (*Cuon alpinus*) in northern Laos». Journal of Mammalogy, Vol. 93, No. 3 (June 2012): 627-633.
- 36 Kantarbaev, S.S., Mynbaeva, B.N., Grachev, A.A., Voronova, N.V. «Rasprostranenie i chislenost' populyatsii burogo medvedya v Kazakhstane: analiticheskiy obzor» [Distribution and abundance of the brown bear population in Kazakhstan: an analytical review]. Vestnik NAN RK. V. 4, № 3 (2015): 87-93 (In Russian)
- 37 Kantarbaev, S.S., Mynbaeva, B.N. «Ekologiya burogo medvedya v uschelyakh Zailiyskogo Alatau (Severnyy Tyan'-Shan')» [Ecology of the brown bear in the gorges of the Ile Alatau (Northern Tien Shan)]. Vestnik KazNPU im. Abaya. Seriya «Estestvenno-geograficheskie nauki», №4 (46) (2015): 70-78. (In Russian)
- 38 Krebs, J., Lofroth, E., Copeland, J., Banci, V., Cooley, D., Golden, H., Magoun, A., Mulders, R., and Shults, B. «Synthesis of survival rates and causes of mortality in North American wolverines». Journal of Wildlife Management 68 (2004): 493-502.
- 39 Krofel, M., Huber, D., and Kos, I. «Diet of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the northern Dinaric Mountains (Slovenia and Croatia)». Acta theriol. 56, no. 4 (2011): 315-322.
- 40 Lobachev, Yu.S. «K ekologii burogo medvedya na Yuzhnom Altae» [To the ecology of brown bear on South Altay], in: Ekologiya, morfologiya, okhrana i ispol'zovanie medvedey, 54-56. Moscow, 1972 (In Russian)
- 41 Lobachev, Yu.S. «Rosomakha» [Wolverine], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, vol. 3, part 2, 144-151. Almaty, 1982 (In Russian)

- 42 Mallon, D., Budd, K. Regional Red List Status of Carnivores in the Arabian Peninsula. IUCN and Environment and Protected Areas Authority, Cambridge, UK; Gland, Switzerland; and Sharjah, UAE, 2011.
- 43 Migushin, A.S., Tuganov, D.E., Berber, A.P., Erzhanov, N.T. «Rasprostranenie i chislennost' volka v Central'nom Kazakhstane» [Distribution and number of wolves in Central Kazakhstan], in: Materials of the II Int. Scientific-practical Conference «Ekologiyanyng ozekti maseleleri», part 1, 413-414. Qaraqandy, 2003 (In Russian)
- 44 Selvan, K.M., Veeraswami, G.G., and Hussain, S.A. «Dietary preference of the Asiatic wild dog (*Cuon alpinus*)». Mammalian Biology 78(6) (2013): 486-489.
- 45 Shnitnikov, V.N. Mlekopitayuschie Semirech'ya [Mammals of the Land of Seven Rivers], M.-L., 1936.
- 46 Sludskiy, A.A. «Otryad hischnye» [The order Carnivora], Wolverine – 361-364; Wolf – 383-398; Red wolf – 414-416. In: Zveri Kazakhstana. Alma-Ata, 1953 (In Russian)
- 47 Sludskiy, A.A. «Rasprostranenie i chislennost' dikikh koshek v SSSR» [Distribution and number of wild cats in the USSR], in: Promyslovye mlekopitayuschie Kazakhstana. Trudy Instituta Zoologii, vol. 34, pp. 5-106. Alma-Ata, 1973 (In Russian)
- 48 Sludskiy, A.A. «Krasnyy volk» [Red wolf], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, vol. 3, part 1, 141-147. Alma-Ata, 1981 (In Russian)
- 49 Sludskiy, A.A. «Gepard» [Cheetah], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana. vol. 3, part 2, 240-244. Alma-Ata, 1982a (In Russian)
- 50 Sludskiy, A.A. «Karakal» [Caracal], in: Mlekopitayuschie Kazakhstana, vol. 3, part 2, 203-208. Alma-Ata, 1982b (In Russian)
- 51 Sobanskiy, G. «Rosomakha. Semeystvo Kun'I» [Wolverine. The family Mustelidae]. Priroda Altaya #11 (2006): 9.
- 52 Stuart, C. and Stuart, M. «Diet of leopard and caracal in the northern United Arab Emirates and adjoining Oman territory». Cat News 46 (2007): 30-31.
- 53 Stuart, C. and Stuart, T. Caracal caracal, in: The Mammals of Africa, edited by J.S. Kingdon and M. Hoffmann, Volume V. Academic Press, Amsterdam, the Netherlands., 2013. 560 pages.
- 54 Thinley, P., Kamler, J.F., Wang, S.W., Lham, K., Stenkewitz, U. and Macdonald, D.W. «Seasonal diet of dholes (*Cuon alpinus*) in northwestern Bhutan». Mammalian Biology 76(4) (2011): 518-520.
- 55 Userbaeva, S.A. REPORT on research work for 2016 on the topic: «Revealing the spatial structure of populations and features of the ecology of rare and endangered mammal species in the Ile-Alatau SSR listed in the Red Data Book of the RK», 30. Almaty, 2017 (In Russian)
- 56 Van Valkenburgh, B. «Iterative evolution of hypercarnivory in canids (Mammalia: Carnivora): evolutionary interactions among sympatric predators». Paleobiology 17 (1991): 340-362.
- 57 Zhatkanbaev, A.Zh., Levitin, M.V. «Novye svedeniya o snezhnom barse v Kazakhstane» [New information about the snow leopard in Kazakhstan], in: Zoologicheskie issledovaniya za 20 let nezavisimosti Respubliki Kazakhstan, 220-222. Almaty, 2011 (In Russian)
- 58 Zhiryakov, V.A. «Pitanie i biotsenoticheskaya rol' burogo medvedya v Severnom Tyan-Shane i Dzhungarskom Alatau» [Nutrition and biocenotic role of the brown bear in the Northern Tien Shan and Dzungarian Alatau]. Byull. MOIP. Otdelenie biol. vol. 85, #2 (1980): 20-30 (In Russian)
- 59 Zhiryakov, V.A., Dzhanyspaev, A.D. «Snezhnyy bars v Alma-Atinskem zapovednike» [Snow leopard in the Alma-Ata Reserve], in: Redkie zhivotnye Kazakhstana, 51-54. Almaty, 1986 (In Russian)
- 60 Zhiryakov, V.A. «Vozdeystvie hischnikov na dinamiku chislennosti kopytnykh v Alma-Atinskem zapovednike» [Impact of predators on the dynamics of the number of ungulates in the Alma-Ata Reserve], in: Vsesoyuznoe soveschanie po probleme kadastra i ucheta zhivotnogo mira, 199-201. Ufa, Russia, 1989 (In Russian)
- 61 Zhiryakov, V.A. «Rol' volka v biogeotsenozakh Alma-Atinskogo zapovednika (Severnyy Tyan'-Shan')» [The role of the wolf in the biocenoses of the Alma-Ata Reserve (Northern Tien Shan)], in: Theses of «V vsesoyuznyy s'ezd teriologicheskogo obshchestva AN SSSR», Vol. II, 278-279. Moscow, 1990 (In Russian)
- 62 Zhiryakov, V.A., Antsiferov, V.M., Antsiferova, A.I., Toguzakov, B.T., and Homullo, O.N. «Zhivotnyy mir. Alma-Atinskiy zapovednik» [Animal world. The Alma-Ata Reserve], in: Zapovedniki SSSR. Zapovedniki Sredney Azii i Kazakhstana, 102-115. Moscow, 1990 (In Russian)
- 63 Zhiryakov, V.A., Grachev, Yu.A. «Buryy medved'. Tsentral'naya Aziya i Kazakhstan» [Brown bear. Central Asia and Kazakhstan], in: Medvedi. Buryy medved'. Belyy medved'. Gimalayskiy medved'. Razmeshchenie zapasov, ekologiya, ispol'zovanie i okhrana, 170-200. Moscow, 1993 (In Russian)
- 64 Zhiryakov, V.A., Baydavletov, R.Zh. «Ekologiya i povedenie snezhnogo barsa v Kazakhstane» [Ecology and behavior of snow leopards in Kazakhstan]. Selevinia, vol. 1, no. 4 (2002): 184-199.
- 65 Zinchenko, Yu.K. «Buryy medved' v Markakol'skom zapovednike» [Brown bear in The Markakol Reserve]. Selevinia (2006): 176-179.
- 66 Zyryanov, A.N. «K ekologii rysi i rosomakhi v Krasnoyarskom krae. Voprosy ekologii» [To the ecology of lynx and wolverine in the Krasnoyarsk Territory. Environmental issues], in: Trudy Gos. zapovednika «Stolby», #12. Krasnoyarsk, 1980 (In Russian)

**Mamilov N.Sh.\*, Bekkozhayeva D.K., Amirbekova F.T.,  
Kozhabaeva E.B., Sapargalieva N.S.**

Al-Farabi Kazakh National University, Scientific Research Institute of  
Biology and Biotechnology problems, Kazakhstan, Almaty,  
\*e-mail: mamilov@gmail.com

## **A CHECK LIST OF FISH SPECIES IN THE KAZAKHSTAN PART OF THE BASIN OF THE CHU RIVER**

Results of investigations of fish diversity in the Kazakhstan part of the Chu watershed are presented. About 34-35 fish species were revealed, 20 species among them were indigenous. Severtsov's loach *Triphlophysa sewerzowii* (G.Nikolsky, 1938) is a new fish species for the basin. Origin of populations of spotted thicklip loach *Triphlophysa strauchii strauchii* (Kessler, 1874), plain thicklip loach *Triphlophysa labiata* (Kessler, 1874) and Severtsov's loach is disputable. The area of indigenous roach, ide, carp, perch, rosy bitterling as well as alien snakehead, rosy bitterling and beautiful sleeper extended in contrast to the previous reports. On the contrary, tench and Balkash perch were not revealed. Surviving of small populations of barbells, Seven River's minnow and wels catfish were confirmed. No one finding of Chu sharpray was reported during last 30 years, and so this subspecies should be considered as extinct in the wild (criteria E of the IUCN). Obtained results indicated high value of Kazakhstan part of the Chu watershed as a hot spot for conservation of diversity of indigenous specific fishes as well as big potential for fishery production. Except roach, distribution of all indigenous fishes in the watershed was lace-like and number of their populations fluctuated deeply. Therefore, fish diversity in every site was much less than was indicated in the check list. Reasonable public management of nature of the region should be the best way to the fish diversity conservation and sustainable use.

**Key words:** Chu River, ichthyofauna, indigenous, alien, diversity

Мамилов Н.Ш.\* , Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т.,  
Кожабаева Э.Б., Сапаргалиева Н.С.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Биология және биотехнология мәселелері ғылыми-зерттеу институты,  
Қазақстан, Алматы қ., \*e-mail: mamilov@gmail.com

### **Шу өзені бассейніндегі балықтар тізімі**

Шу өзені бассейнінде қазақстандық, бөлігінде жүргізілген балық алуштурлілігін зерттеу нәтижелері. Балықтың 34-35 түрінің тіршілік ету ортасы анықталды. 20 – жергілікті балық түрлері. Бассейнде северцов талма балығы жаңа түрлердің бірі болып табылады. Тенбіл талма балық *Triphlophysa strauchii strauchii* (Kessler, 1874), біртүсті талма балық *Triphlophysa labiata* (Kessler, 1874) және Северцов талма балықтарының *Triphlophysa sewerzowii* G.Nikolsky, 1938 популяциялық шығу тегі әлі күнге дейін талқылануда. Элеотрис, жыланбас – балық, тенбіл кекіре, көдімгі алабұға, тұқы, акқайран және торта балықтарының тіршілік ету ортасы әдебиет көздерімен салыстырғанда кеңейген. Оңғақ және балқаш алабұғасы зерттеуімізде кездеспеді. Шу өзенінде бассейнінде популяциялық саны жағынан аз каяз, жетісі голъяны, жайын және шу сүйрікканат балықтарының жойылуы расталды. Мүмкін, шу шүйрікканатының табиги ортадағы түр астын қарастыру керек. Шу шүйрікканаты балығы Қазақстан аумағындағы нақты түрлерінің алуштурлілігін сақтау үшін және балықты қорекпен қамтамасыз ету үшін айтартықтай маңызды болып табылады. Торта балығынан басқа барлық табиги ареалдардағы аборигенді балықтар тіршілік ететін жерлерімен ерекшеленеді және олардың санының ауытқуы маңызды болып табылады. Сондықтан да, бассейн

учаскесіндегі балық алуантүрліктерінің саны аз болуы мүмкін. Жергілікті балық түрлерінің алуантүрлілігін сақтау және оларды орнықты пайдалану аймақтың табиғи жағдайын тұрақты басқаруды талаң етеді.

**Түйін сөздер:** Шу өзені, ихтиофауна, жергілікті, бөгде, алуантүрлілік.

Мамилов Н.Ш.\*<sup>1</sup>, Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т.,  
Кожабаева Э.Б., Сапаргалиева Н.С.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
НИИ проблем биологии и биотехнологии, Казахстан, Алматы,  
\*e-mail: mamilov@gmail.com

### Видовое разнообразие рыб в казахстанской части бассейна реки Шу

Представлены результаты исследования разнообразия рыб, проведенного в казахстанской части бассейна р.Шу. Было установлено обитание 34–35 видов рыб. Аборигенными видами являются 20. Новым для бассейна видом рыб является голец Северцова. Происхождение популяций пятнистого губача *Triplophysa strauchii strauchii* (Kessler, 1874), одноцветного губача *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874) и гольца Северцова *Triplophysa sewerzowii* (G.Nikolsky, 1938) является дискуссионным. В сравнении с предшествующими данными расширились зоны обитания плотвы, язя, сазана, обыкновенного окуня, глазчатого горчака, змееголова и элеотриса. Не были обнаружены линь и балхашский окунь. Подтверждено существование в бассейне р.Шу малочисленных популяций усача, семиреченского гольяна и сома и исчезновение чуйской остролучки. Вероятно, чуйскую остролучку следует считать подвидом, исчезнувшим в естественной среде. Казахстанский участок бассейна р.Шу имеет большое значение для сохранения разнообразия специфических форм рыб и располагает значительным потенциалом для продовольственного снабжения населения рыбой. За исключением плотвы, ареал обитания всех остальных аборигенных видов рыб характеризуется прерывистостью, а их численность испытывает значительные колебания. Поэтому разнообразие рыб на каждом участке бассейна меньше потенциально возможного. Для сохранения разнообразия аборигенных видов рыб и их устойчивого использования необходимо уравновешенное государственное управление природным потенциалом региона.

**Ключевые слова:** река Шу, ихтиофауна, аборигенный, чужеродный, разнообразие.

## Introduction

The present time is called as the Anthropocene epoch because humans become the dominant driver of environmental change (Steffen et al., 2011:842; Zalasiewicz et al., 2011:835). Human impact on freshwater biodiversity is so strong that almost 40% of fishes in Europe and the U.S.A. are imperiled (Kottelat, 1998:65; Kottelat, Freyhof, 2007:1-362; Ricciardi, Rasmussen, 1999:1220-1222; Jelks et al., 2008:372-407). This illustrates the more general point that freshwater ecosystems tend to have a higher portion of species threatened with extinction than their marine or terrestrial counterparts (Revenga et al., 2005:397-413; Dudgeon et al., 2006:163-182; Strayer, Dudgeon, 2010:344-358). Freshwater ecosystems are currently experiencing an alarming decrease in biodiversity and ecosystem integrity as a result of numerous different stressors (Cooke et al., 2012:179-191). Consequently freshwater fishes face a global crisis (Dudgeon, 2011:1487-1524).

The knowledge on the geographical distribution of species is essential for conservation planning, building biogeographical and macroecological

hypotheses, effective biodiversity management. However, information on this regard is not distributed uniformly in space and usually come from biased sampling (Oliveira et al., 2017:1481–1493). Firstly it was shown on plants that the variables that affect the distribution of a species change with the change of observation scale (Crawley, Harral, 2001:864–868; Blank, Carmel, 2012:72–81). At the same time, presence-only data may be subject to large errors due to small sample size and biased samples (Phillips, Elith, 2013:1409–1419). A systematic data-collection survey, designed to collect data at precise locations should largely reduce these biases, and is the first step to construct species distribution models – SDMs (Nezer et al., 2017:421–437). In order to address declines of fish diversity, decision-makers need accurate assessments of the status of and pressures on biodiversity.

The problem of freshwater biodiversity protection is sharp for the Asia in regards to high density of human population, scarcity of freshwaters and poor management of water resources.

The Chu is one of the big rivers situated at Central Asia. The river originates in the Central Tien

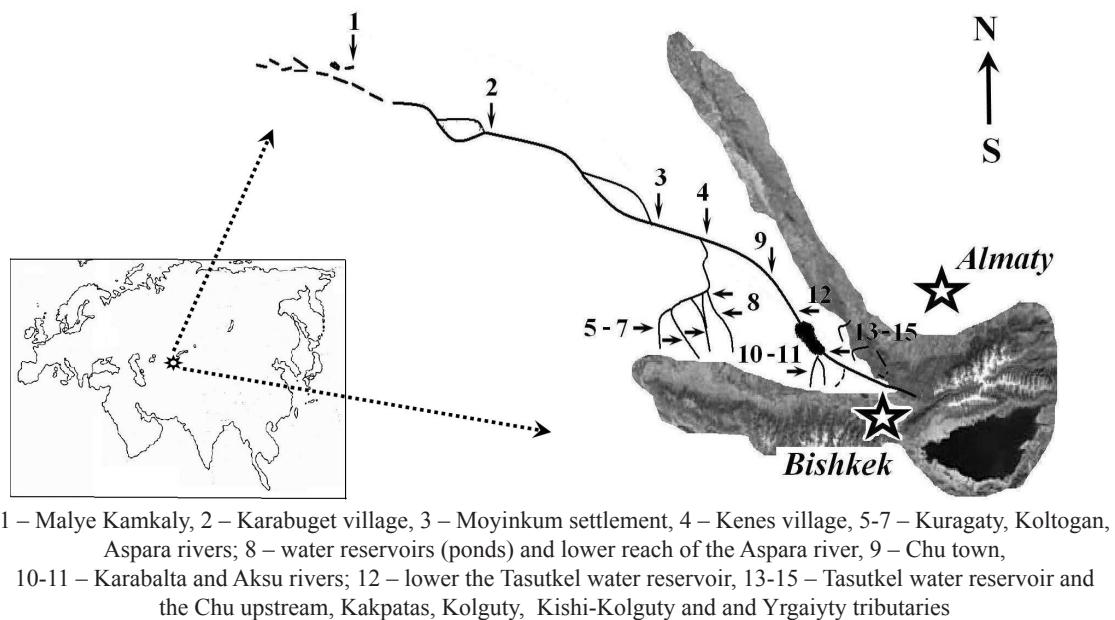
Shan Mountains and dissipates into the Muyunkum desert. The river flows through the territories of Kyrgyzstan and Kazakhstan. The catchment area of the Chu River is 71600 km<sup>2</sup> and its maximum length is about 1067 km (Sovietskii entsiklopedicheskii slovar', 1990:1-1632). Therefore, the Chu watershed is one of the big hot spots of biodiversity. The region is favorable for agriculture. During last century the landscape of the watershed was significant changed after construction many of dams and irrigation canals on the river and its tributaries. Some alien fish species were intentionally and nonintentionally introduced here the same time. Hence, the problem of rational use and protection of native fishes is important for the river.

The first data on the fish fauna were collected by Nikolay Severtsov in 1864-1868 (Severtsov, 1873:1-462). Special researches of fish fauna were carried out several times during XX-th century by G.V.Nikol'skii (1931:227-268), P.A. Dryagin

(1936:49-87), F.A. Turdakov (1963:1-279), I.A. Pivnev (1985:1-190), G.M. Doukravets et al. (2001:94-104). Investigations of some sites and fish species were provided in XXI-st century by F.V. Klimov (2005:186-193), N.Sh. Mamilov (2011:112-119), and D.K. Zharkenov and K.J. Seitbaev (2012:21-26). The long history of fish fauna investigations allowed us to check recent changes in fish diversity and distribution there.

## Materials and methods

Investigations of fish diversity were carried out during summer seasons in 2009-2017. The fish were caught with a fine-mesh dragnet 15 m long with a 3 mm mesh and a rectangular landing net 500 × 700 mm with a 3 mm mesh. Fishes from commercial catches and fishermen were investigated too. A schematic map of the investigated area is presented on figure 1.



**Figure 1** – Schematic map of the investigated area

The diversity of the fish communities was assessed using the following indexes: S is the total number of species in the community (species richness), D is the Simpson diversity index, E is the uniformity of distribution according Simpson, H is the Shannon index, and J is the uniformity of distribution according to Shannon (Bigon et al., 1989:1-477). The Shannon index was calculated using the binary logarithm. The abundance of each species was estimated as: «abundant»

consisted 10% and more for site, «common» consisted between 1 and 10%, «fluctuating» species number was not stable and «rare» consisted under 1%.

## Results and discussion

The list of fish species with general information on their life-style, distribution and relative abundance is given in table 1 in contrast with previous data

(Doukravets et al., 2001:94-104). Presented check list seems shorter than previous ones. Mentioned by other researchers (Turdakov, 1963; Pivnev, 1985; Doukravets, Mitrofanov, 1992:414-418; Konurbaev, Timirkhanov, 2003:1-120) alien Amudarya trout – *Salmo trutta oxianus* Kessler, 1874, ischan –

*Salmo ischchan* Kessler, 1877 as well as indigenous scaly osman – *Diptychus maculatus* Steindachner, 1866, naked osman -*Gymnodipterus dybowskii* (= *Diptychus dybowskii* Kessler, 1874) inhabited upstream of the river and so were not found in the Kazakhstan part of the river.

**Table 1** – Fish diversity in the Kazakstan segment of the Chu watershed

№	Species Latin name – common name	Origin, life-style	River segments, 2015-2017			
			Top	Middle	Lower reach	
Order Esociformes, family Esocidae						
1	Northern pike – <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Ind, L	+	0	r	flu
Order Cypriniformes, family Cyprinidae						
2	Aral roach – <i>Rutilus rutilus aralensis</i> (Berg, 1916)	Ind, F	+	flu	a	a
3	Aral asp <i>Aspius aspius ibliodes</i> Kessler, 1872	Ind, L	+	0	flu	flu
4	Aral carp – <i>Cyprinus carpio aralensis</i> Spitzakov, 1935	Ind, L	+	r	flu	r
5	Aral barbel – <i>Barbus brachycephalus brachycephalus</i> Kessler, 1872	Ind, L	0	0	r?	r?
6	Turkestan barbell – <i>Barbus capito conocephalus</i> Kessler, 1872	Ind, L	0	0	r?	r?
7	Balkhash marinka – <i>Schizothorax argentatus argentatus</i> Kessler, 1874	Ind, L	+	r	r	0
8	Chu sharpray – <i>Capoetobrama kuschakewitschii orientalis</i> G.Nikolsky, 1934	Ind, ?	0	0	0	0
9	Eastern bream – <i>Aramis brama orientalis</i> Berg, 1949	Mix, L	+	flu	c	r
10	Rudd <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Ind, L	+	0	r	r
11	Seven River's minnow – <i>Phoxinus brachyurus</i> Berg, 1912	Ind, F	0	r	r	0
12	Striped bystryanka – <i>Alburnoides taeniatius</i> (Kessler, 1874)	Ind, F	+	flu	r	0
13	Siberian dace – <i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i> (Dybowski, 1874)	Ind, F	+	flu	flu	r
14	Turkestan ide – <i>Leuciscus idus oxianus</i> (Kessler, 1874)	Ind, L	+	r	r	r
15	Turkestan gudgeon – <i>Gobio lepidolaemus</i> Kessler, 1872	Ind, F	+	c	c	r
16	Goldfish – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Aln, F	+	r	r	r
17	Abbottina (Amur fave gudgeon) – <i>Abbottina rivularis</i> (Basilewsky, 1855)	Aln, F	+	r	r	r
18	Topmouth gudgeon – <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Aln, F	+	r	flu	r
19	Tench – <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Aln, L	0	0	0	0
20	Sharpbelly – <i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky, 1855)	Aln, F	+	flu	flu	flu
21	Grass carp – <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Aln, L	+	0	r	r
22	Silver carp – <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Aln, L	+	r	r	0
23	Rosy bitterling – <i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner, 1866)	Aln, F	0	flu	c	r
family Balitoridae						
24	Tibetan stone loach <i>Triplophysa stoliczkai</i> (Steindachner, 1866)	Ind, F	st	r	0	0
25	Grey stone loach – <i>Triplophysa dorsalis</i> (Kessler, 1872)	Ind, F	st	r	r	0
26	Spotted thicklip loach – <i>Triplophysa strauchii strauchii</i> (Kessler, 1874)	Ind, F	?	r	r	0

Continuation of table 1

№	Species Latin name – common name	Origin, life-style	1991-1993 by Douk- ravets et al., 2001	River segments, 2015-2017		
				Top	Middle	Lower reach
27	Plain thicklip loach – <i>Triplophysa labiata</i> (Kessler, 1874)	Ind, F	?	r	0	0
28	Severtsov's loach – <i>Triplophysa sewerzowii</i> (G.Nikolsky, 1938)	Ind, F	0	0	r	0
family Cobitidae						
29	Aral spined loach – <i>Sabanejewia aurata aralensis</i> (Kessler, 1877)	Ind, F	c	c	r	r
Order Siluriformes, family Siluridae						
30	Wels catfish – <i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Ind, L	0	0	r	r
Order Beloniformes, family Adrianichthyidae						
31	Japanese rice fish – <i>Oryzias latipes</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Aln, F	+	flu	flu	flu
Order Cyprinodontiformes, family Poeciliidae						
32	Eastern mosquitofish – <i>Gambusia affinis holbrooki</i> (Girard, 1859)	Aln, F	+	flu	flu	flu
Order Gasterosteiformes, family Gasterosteidae						
33	Aral stickleback – <i>Pungitius platigaster aralensis</i> (Kessler, 1877)	Ind, F	+	0	flu	0
Order Perciformes, family Percidae						
34	Perch – <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1759	Ind, L	+	c	r	C
35	Balkhash perch – <i>Perca schrenkii</i> Kessler, 1874	Aln, L	+	0	0	0
36	Sander, or pike-perch – <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Aln, L	+	r	r	R
family Odontobutidae						
37	Beautiful sleeper – <i>Micropercops (Hypseleotris) cintus</i> (Dabry et Thiersant, 1872)	Aln, F	+	r	r	R
family Gobiidae						
38	Chinese goby – <i>Rhinogobius cheni</i> (Nichols, 1931)	Aln, F	+	flu	flu	R
family Channidae						
39	Amur snakehead – <i>Channa argus</i> (Cantor, 1842)	Aln, L	+	st	c	c
Total		39	29-31	26	33-34	25-26
Alien among them		14	13	12	12	12
Fast living (short-life) among them		20	16-18	19	19	12
Footnote: Ind – indigenous, Aln – alien; Mix – indigenous and native; L – long mature, F – fast mature; + revealed, 0 – was not revealed, ? – probably, a-abundant, c – common, flu – fluctuating, r – rare						

Several changes have occurred in the fish composition since beginning of 1990-thies. Modern check list conists from about 34 – 36 fish species. Most probably that the sabrefish (or rathorfish) *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) and Amur sleepr *Percottus glenii* Dybowskii, 1877 were erroneously mentioned by I.A.Pivnev (1985) for fish fauna of the Chu River because no description of the fishes was given by himself and no one after him mentioned those species (Doukravets, Mitrofanov, 1992; Doukravets et al., 2001; Konurbaev, Timirkhanov, 2003; Klimov, 2005; Mamilov, 2011; Zharkenov, Seitbaev, 2012: 21-26).

because it was mentioned for the Chu watershed only once (Reshetnikov, Shakirova, 1993:) and was not be confirmed in other reports (Doukravets et al., 2001; Konurbaev, Timirkhanov, 2003; Klimov, 2005; Mamilov, 2011; Zharkenov, Seitbaev, 2012: 21-26).

Different species and subspecies of minnow as Seven River's minnow *Phoxinus brachyurus*, Issyk-kul' minnow *Phoxinus issykkulensis* with subspecies *Phoxinus issykkulensis relictus*, and the Chu minnow *Rhynchocypris (Phoxinus) dementjevi* were indicated for the Chu basin. We did not observe taxonomically important differences

between all examined specimens and so indicated all minnows under the name Seven River's minnow *Phoxinus brachyurus*. This species inhabited only some right side tributaries of the river. It was not observed in 1991-1993 (Doukraevets et al., 2001) and now number of populations varies drastically as well as the other indigenous species like the Aral stickleback. Both species were quite numerous in 2012-2013 and 2015, but only a few specimens were observed in 2014, 2016 and 2017.

A new alien fish species like the rosy bitterling *Rhodeus ocellatus* had been found here (Mamilov, 2011) and now spread around all Kazakhstan part of the watershed. On the contrary, other alien fish species like the Balkhash perch *Perca schrenkii* was not observed as well as the tench *Tinca tinca*. We have not observed any sample of the Chu sharpray – *Capoetobrama kuschakewitschii orientalis*. No one scientific report about finding this rare local subspecies was published during last 30 years despite quite numerous investigations there. The minimal reproduction time for the species is 3 full years (Doukraevets, 1988). Therefore the Chu sharpray have not been observed during 10 generations and should be considered as extinct in the wild according to the criteria E of the World Conservation Union (IUCN, 2010:1-85).

The barbels and the wels catfish were observed in 1991-1993, but young fishes of both species were found in 2015-2017. The Turkestan ide *Leuciscus idus oxianus* and perch *Perca fluviatilis* previously were found mostly in lower reach, but now they were revealed in the some tributaries of the middle part of the watershed (upper part of the Kazakhstan sector of the river).

Origin of the spotted thicklip loach and plain thicklip loach is disputable. By F.A.Turdakov's opinion (1968:50-52) both species had penetrated in the Chu watershed at the end of 1950-thies when

carps from the Almaty fish farms were brought here. We can guess natural origin of these species. Furthermore a new population of the Severtsov's loach was discovered in 2017 in the Kuragaty River.

Morphological analysis of the alien Chinese goby revealed some particularities in contrast with other populations. E.D.Vasil'eva and T.I.Kuga (2008:29-36) on the basis of the founder principle explained high differences between introduced populations of the goby in the water bodies of Central Asia. After these authorities in taxonomy of fishes of the Eastern Asia we used the name *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931) for goby inhabited the Chu watershed.

It is unclear how we should consider state of the grass carp and silver carp. Specimens of both fish species sporadically were observed in different parts of the watersheds, but any possibility of their self-reproduction is ambiguous.

The upstream of the Yrgaity river only remains still free from alien fishes. All other parts of the investigated area are inhabited now by the indigenous and alien fish species. Fast matured fish species take important part of common diversity for the each investigated site. Abundance of fast matured and alien fish species usually indicates unstable environmental conditions.

The wide spread and quite numerous fishes were indigenous roach, dace, Turkestan gudgeon and alien topmouth gudgeon. In contrast, barbels, stripped bystryanka, Severtsov's loach and Aral stickleback took up only single locations.

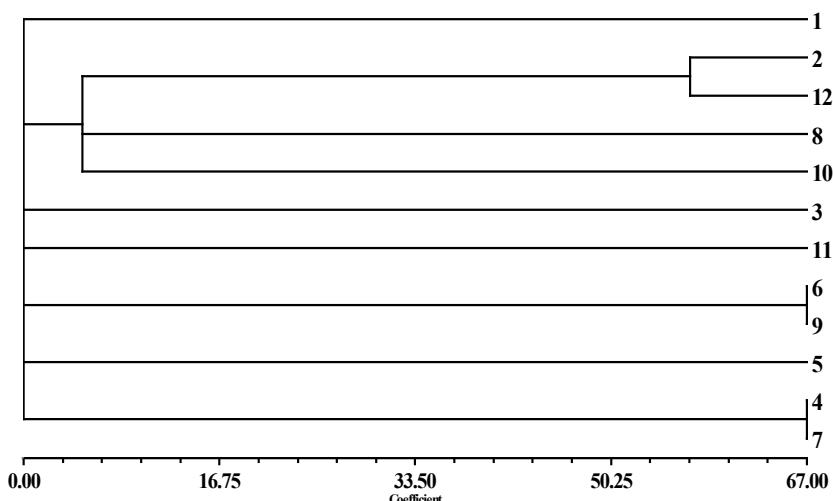
Indexes of diversity of fish communities for different sites are presented in table 2. In spite of the large list of fish species for the Kazakhstan part of the watershed, only few fish species were observed in each location. The presented data show large fluctuations of fish number as well as diversity for every location.

**Table 2** – Indexes of diversity of fish communities

River	Year	Indexes					
		S	n	D	E	H	J
1	2	3	4	5	6	7	8
Chu, upper the Tasutkol water reservoir	2015	8	205	3.93	0.49	2.25	0.75
	2016	7	111	4.01	0.57	2.28	0.81
Chu, lower the Tasutkol water reservoir	2017	8	66	3.48	0.44	2.26	0.75
	2015	10	147	3.41	0.34	2.22	0.67
	2016	2	25	1.68	0.83	0.85	0.85

Continuation of table 2

River	Year	Indexes					
		S	n	D	E	H	J
	2017	7	44	3.56	0.51	2.14	0.76
Chu, lower the Moyinkum settlement	2015	5	278	2.23	0.45	1.40	0.60
	2016	4	76	1.76	0.35	1.27	0.54
	2017	5	143	1.76	0.35	1.22	0.53
Kishi-Kolgutty	2011	2	32	1.91	0.47	0.85	0.42
	2012	3	34	2.36	0.79	1.36	0.86
	2013	6	68	3.76	0.63	2.12	0.82
	2014	1	11	1	1	0	0
	2016	6	31	4.27	0.71	2.28	0.88
	2017	5	31	3.52	0.70	2.02	0.87
Kolgutty, submountain part	2012	4	14	2.80	0.7	1.69	0.84
	2013	2	6	1.38	0.69	0.65	0.65
	2014	3	62	1.77	0.59	1.12	0.70
	2017	5	19	3.50	0.70	2.02	0.87
Kolgutty, mountain part	2012	2	32	1.80	0.90	0.92	0.92
Koltogan	2012	6	20	3.33	0.55	2.02	0.78
	2013	7	55	3.58	0.51	2.26	0.80
	2014	8	167	1.87	0.23	1.53	0.51
	2016	2	5	1.47	0.73	0.72	0.72
	2017	10	123	4.45	0.44	2.49	0.75
Yrgaity	2010	2	5	1.92	0.96	0.97	0.97
	2012	0	0	0	0	0	0
	2013	0	0	0	0	0	0
	2014	0	0	0	0	0	0
	2016	4	118	2.46	0.61	1.48	0.74
	2017	4	67	2.40	0.60	1.43	0.71
Kuragaty	2012	6	51	4.15	0.69	2.29	0.89
	2016	8	117	4.80	0.60	2.52	0.84
Aksu	2016	3	33	1.20	0.40	0.52	0.32
	2017	6	69	2.71	0.45	1.73	0.67
Karabalta	2009	5	90	2.38	0.47	1.49	0.64
	2010	6	32	3.97	0.66	2.20	0.85
	2013	7	53	2.65	0.38	1.86	0.66
	2016	3	4	2.67	0.88	1.5	0.94
	2017	5	43	2.50	0.50	1.55	0.67



Footnote: 1 – Karabalta river, 2009; 2 – Karabalta river, 2010; 3 – Aspara impoundment, 2007; 4 – Kishi-Kolgut, 2011; 5 – Kishi-Kolgut, 2012; 6) Kolgut, 2012; 7 – Koltogan, 2012; 8 – Kuragaty (lower reach), 2012; 9 – Kuragaty (upper reach), 2012; 10 – Yrgaiyty, 2010; 11 – Chu, upper the Tasutkol water reservoir, 2012; 12 – Chu lower the Tasutkol water reservoir, 2012.

**Figure 2** – Similarity of fish composition in the Chu watershed based on the Sorenson's index of diversity (Sorenson, 1948:1-43). Complete linkage.

Similarity of some samples based on the Sorenson's index of diversity (1948:1-43) is shown on the figure 2.

How it is presented on the figure 2 fish composition varied significantly from sites and years. Similarity is not clear, even for the same location it varied from years.

Volume of water in the Chu River depends on precipitations and regulated by several impoundments. It depends on the agriculture activity and sown area. Therefore level of water in the all water bodies in the Kazakhstan part of the watershed can vary drastically that impact on fish diversity.

## Conclusions

Existence of the 34-35 fish species was confirmed for Kazakhstan part of the Chu watershed as result of the investigation. About 20 of them were indigenous. Origin of populations of spotted thicklip loach, plain thicklip loach and Severtsov's loach are disputable. The area of indigenous roach, ide, carp, perch, rosy bitterling as well as alien snakehead, rosy bitterling and beautiful sleeper extended in contrast to the previous reports. On the contrary, tench and Balkash perch were not revealed. Surviving of small

populations of barbells, Seven River's minnow and wels catfish were confirmed. No one finding of Chu sharpray was reported during last 30 years, and so this subspecies should be considered as extinct in the wild (criteria E of the IUCN).

Obtained results indicated high value of Kazakhstan part of the Chu watershed as a hot spot for conservation of diversity of indigenous specific fishes as well as big potential for fishery production. Except roach, distribution of all indigenous fishes in the watershed was lace-like and number of their populations fluctuated deeply. Therefore fish diversity in every site was much less than was indicated in the check list. Reasonable public management of nature of the region should be the best way to the fish diversity conservation and sustainable use.

## Acknowledgments

We thank B.P.Annenkov for supporting the field investigations, Dr. F.V. Klimov for many practical advises, and student Askarbek T. for help in samples collecting. This investigation was funded by grant #2678 GF4 given by Committee of Science of Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan.

## References

- 1 Bigon M., Kharper Dzh., and Taunsend K. «Ecologiya. Vidy, populatsii i soobschestva» [Ecology. Species, Populations and Communities.] (Moscow: Mir.) 2 (1989): 477. ISBN 5-03-001122-6 (in Russian)
- 2 Blank L., Carmel Y. «Woody vegetation patch types affect herbaceous species richness and composition in a Mediterranean ecosystem». *Community Ecology.* 13 (2012):72–81.
- 3 Cooke S.J., Paukert C., Hogan Z. «Endangered river fish: factors hindering conservation and restoration». *Endangered species research.* 17 (2012):179–191. DOI: 10.3354/esr00426
- 4 Crawley M., Harral J. «Scale dependence in plant biodiversity». *Science.* 291 (2001):864–868.
- 5 Doukraevets G.M. Rod Capoetobrama Berg, 1916 – Ostroluchka [Genus Capoetobrama Berg, 1916 – Sharpray. In Fishes of Kazakhstan.] (Alma-Ata: Nauka) 3 (1988): 176-181 (In Russian).
- 6 Doukraevets G.M., Mitrofanov V.P. Vidovoj sostav ihtiofauny Kazahstana (s kruglorotymi) i ee raspredelenie po vodoemam po sostoyaniyu na 1986-1990 g.g.. In: Ryby Kazahstana [Species (with Cyclostomes) of the fish fauna of the Kazakhstan and its distribution in water bodies in 1986-1990. In: Fishes of Kazakhstan] (Alma-Ata: Gylym). 5 (1992): 414-418 (In Russian).
- 7 Doukraevets G.M., Karpov V.E., Mamilov N.SH., Merkulov E.A. Mitrofanov I.V. O sostave i raspredelenii ihtiofauny v kazahstanskoy chasti bassejna reki Chu. *Vestnik KazGU. Seriya biologicheskaya.* [On composition and distribution of ichthyofauna in the Kazakhstan part of the Chu River. Bulletin KazNU. Series biology]. 2001. №2(14): 94–104 (In Russian).
- 8 Dryagin P.A. «Ryby reki Chu i rybohozyajstvennoe ispol'zovanie etoj reki» [Fishes of the Chu River and business fisheries in the river]. In Rybnoe hozyajstvo KirgSSR. Trudy Kirgizskoj kompleksnoj ekspedicii 1932–1933 gg. – Moscow, Leningrad, 1936. V. 3 (1): 49–87 (In Russian).
- 9 Dudgeon D. «Asian river fishes in the Anthropocene: threats and conservation challenges in an era of rapid environmental change». *Journal of Fish Biology.* 79 (2011): 1487–1524. doi:10.1111/j.1095-8649.2011.03086.x
- 10 Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata Z.-I., Knowler D., Leveque C., Naiman R., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stianssy M., Sullivan C. «Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges». *Biological Reviews.* Cambridge Philosophical Society. 81:2 (2006): 163-182.
- 11 Jelks H.L., Walsh S.J., Burkhead N.M., Contreras-Balderas S., Díaz-Pardo E., Hendrickson D.A., Lyons J., Mandrak N.E., McCormick F., Nelson J.S., Platania S.P., Porter B.A., Renaud C.B., Schmitter-Soto J.J., Taylor E.B., Warren M.L. «Conservation status of imperiled North American freshwater and diadromous fishes». *Fisheries.* 33 (2008): 372–407.
- 12 «IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2010. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010.» – (2010):1-85. Downloadable from <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/ RedListGuidelines.pdf>.
- 13 Klimov F.V. «Status of Fish Fauna of the Akzhaikyn Lake System in Downstream of the Shu River». In Rybokhozyaistvennye issledovaniya v Respublike Kazakhstan: Istoryya I sovremennoe sostoyanie [Fish Farming Studies in Kazakhstan Republic: History and Modern Staue] (Almaty: Bastau, 2005): 186–193. (In Russian)
- 14 Konurbaev A.O., Timirkhanov S.R. «Looking at fishes in Kyrgyzia. Central Asia». (Bishkek: PDS). (2003): 120.
- 15 Kottelat M. «Systematics, species concepts and the conservation of freshwater fish diversity in Europe». *Italian Journal of Zoology.* 65:S1 (1998):65-72. DOI: 10.1080/11250009809386798
- 16 Kottelat M., Freyhof J. «Handbook of European Freshwater Fishes». (Cornol& Berlin: Kottelat&Freyhof) (2007):1-362.
- 17 Mamilov N. Sh. «Modern diversity of alien fish species in the Chu and Talas River Basins». *Russian Journal of Biological Invasions.* 2-3 (2011) :112–119.
- 18 Nezer O., Bar-David S., Gueta T., Carmel Y. «High resolution species-distribution model based on systematic sampling and indirect observations». *Biodiversity conservation.* 26 (2017): 421-437. DOI:10.1007/s10531-016-1251-2.
- 19 Nikol'skij G.V. «Ryby srednego i nizhnego techeniya r. Chu» [Fishes of the middle and lower reach of the Chu River]. Ezhegodnik Zoologicheskogo muzeya AN SSSR. 32:2 (1931) :227–268. (In Russian)
- 20 Oliveira U., Brescovit A.D., Santos A.J. «Sampling effort and species richness assessment: a case study on Brazilian spiders». *Biodiversity Conservation.* 26 (2017): 1481–1493. DOI 10.1007/s10531-017-1312-1.
- 21 Phillips S.J., Elith J. «On estimating probability of presence from use-availability or presence-back-ground data». *Ecology.* 94 (2013): 1409–1419.
- 22 Pivnev I.A. «Pyby bassejnovek Talas i Chu» [Fishes in the Talas and Chu watersheds]. (Frunze: Ilim, 1985): 190. (In Russian)
- 23 Reshetnikov YU.S., Shakirova F.M. «Zoogeograficheskij analiz ihtiofauny Srednej Azii po spiskam presnovodnyh ryb». *Voprosy ihtiologii.* 33:1 (1993): 37-45 (In Russian)
- 24 Revenga C., Campbell I., Abell R., de Villiers P., Bryer M. «Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets». *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences.* 360 (2005): 397-413.
- 25 Ricciardi A., Rasmussen J.B. «Extinction rates of North American freshwater fauna». *Conservation Biology.* 13 (1999): 1220-1222.
- 26 Severtsov N.A. «Puteshestvie po Turkestanskому krayu i issledovanie gornoj strany Tyan'-Shan'». (SPb.: Tipografiya K.V.Trubnikova, 1873): 462. (In Russian)
- 27 Sorensen T. «A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content». K.Danske Vidensk. Selsk. 5 (1948):1-34.
- 28 «Sovetskii entsiklopedicheskii slovar' ». Gl. red. A.M. Prokhorov. 4-e izd [Soviet Encyclopedic Dictionary. Edited by Prokhorov A.M. 4th Edition] (Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1990):1-1632. (In Russian)

- 29 Steffen W., Grinevald J., Crutzen P., McNeill J. «The Anthropocene: conceptual and historical perspectives». Philosophical Transactions of the Royal Society A. 369 (2011): 842–867.
- 30 Strayer D.L., Dudgeon D. «Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges». Journal of the North America Bentholological Society. 29 (1) (2010):344–358.
- 31 Vasil'eva E. D., Kuga T. I. «Gobies of the Genus Rhinogobius (Gobiidae) of Primorye and Water Bodies of Central Asia and Kazakhstan: II. Comparative Craniological Analysis of Gobies Introduced to Central Asia». Journal of Ichthyology. 48:1 (2008): 29–36. DOI: 10.1134/S0032945208010037
- 32 Turdakov F.A. «Ryby Kirgizii». Izd. 2. [Fishes of Kyrgyzia. 2nd ed.] (Frunze: Izd-vo Akademii nauk Kirgizskoj SSR. 1963): 279 (In Russian).
- 33 Turdakov F.A. «Sluchajnye vselency v ihtiofaune Kirgizii» [Adventitious species in ichthyofauna of Kyrgyzia]. Ihtiologicheskie i gidrobiologicheskie issledovaniya v Kirgizii (Frunze: Ilim. 1968): 50-52 (In Russian).
- 34 Zalasiewicz J., Williams M., Haywood A., Ellis M. «The Anthropocene: a new era of geological time?» Philosophical Transactions of the Royal Society A. 369 (2011): 835–841.
- 35 Zharkenov D.K., Seitbaev K.J. «Condition and ichthyofauna of small reservoirs of basin of the Chu River». Proceedings of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series biology and medicine. 2 (2012) : 21-26 (in Kazakh).

### Литература

- 1 Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – Т.2. – 477 с.
- 2 Blank L., Carmel Y. «Woody vegetation patch types affect herbaceous species richness and composition in a Mediterranean ecosystem». Community Ecology. 13 (2012):72–81.
- 3 Cooke S.J., Paukert C., Hogan Z. «Endangered river fish: factors hindering conservation and restoration». Endangered species research. 17 (2012):179–191. DOI: 10.3354/esr00426
- 4 Crawley M., Harral J. «Scale dependence in plant biodiversity». Science. 291 (2001):864–868.
- 5 Дукравец Г.М. Род Capoetobrama Berg, 1916 – остролучка// Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – Т.3. – С.176-181.
- 6 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. Видовой состав ихтиофауны Казахстана (с круглоротыми) и ее распределение по водоемам по состоянию на 1986-1990 гг. Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – Т.5. – С.414-418.
- 7 Дукравец Г.М., Карпов В.Е., Мамилов Н.Ш., Меркулов Е.А. Митрофанов И.В. О составе и распределении ихтиофауны в казахстанской части бассейна реки Чу// Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2001. – №2(14). – С.94–104.
- 8 Дрягин П.А. Рыбы реки Чу и рыбохозяйственное использование этой реки// Рыбное хозяйство КиргССР. Труды Киргизской комплексной экспедиции. – М., Л., 1936. – Т.3 (1). – С.49–87.
- 9 Dudgeon D. «Asian river fishes in the Anthropocene: threats and conservation challenges in an era of rapid environmental change». Journal of Fish Biology. 79 (2011): 1487–1524. doi:10.1111/j.1095-8649.2011.03086.x
- 10 Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata Z.-I., Knowler D., Leveque C., Naiman R., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stianssy M., Sullivan C. «Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges». Biological Reviews. Cambridge Philosophical Society. 81:2 (2006): 163-182.
- 11 Jelks H.L., Walsh S.J., Burkhead N.M., Contreras-Baldaras S., Diaz-Pardo E., Hendrickson D.A., Lyons J., Mandrak N.E., McCormick F., Nelson J.S., Platania S.P., Porter B.A., Renaud C.B., Schmitter-Soto J.J., Taylor E.B., Warren M.L. «Conservation status of imperiled North American freshwater and diadromous fishes». Fisheries. 33 (2008): 372–407.
- 12 «IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2010. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010.» – (2010):1-85. Downloadable from <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/ RedListGuidelines.pdf>.
- 13 Климов Ф.В. Состояние фауны рыб в Акжайыкской системе озер в низовьях р.Чу// Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: История и современное состояние. – Алматы: Бастай, 2005. – С.186-193.
- 14 Konurbaev A.O., Timirkhanov S.R. «Looking at fishes in Kyrgyzia. Central Asia». (Bishkek: PDS). (2003): 120.
- 15 Kottelat M. «Systematics, species concepts and the conservation of freshwater fish diversity in Europe». Italian Journal of Zoology, 65:S1 (1998):65-72. DOI: 10.1080/11250009809386798
- 16 Kottelat M., Freyhof J. «Handbook of European Freshwater Fishes». (Cornol& Berlin: Kottelat&Freyhof) (2007):1-362.
- 17 Mamilov N. Sh. «Modern diversity of alien fish species in the Chu and Talas River Basins». Russian Journal of Biological Invasions. 2-3 (2011) :112–119.
- 18 Nezer O., Bar-David S., Gueta T., Carmel Y. «High resolution species-distribution model based on systematic sampling and indirect observations». Biodiversity conservation. 26 (2017): 421-437. DOI:10.1007/s10531-016-1251-2.
- 19 Никольский Г.В. Рыбы среднего и нижнего течения р.Чу// Ежегодник Зоологического музея АН СССР. – Л., 1931. – Т.32, вып. 2. – С.227–268.
- 20 Oliveira U., Brescovit A.D., Santos A.J. «Sampling effort and species richness assessment: a case study on Brazilian spiders». Biodiversity Conservation. 26 (2017): 1481–1493. DOI 10.1007/s10531-017-1312-1.
- 21 Phillips S.J., Elith J. «On estimating probability of presence from use-availability or presence-back-ground data». Ecology. 94 (2013): 1409–1419.
- 22 Пивнев И.А. Рыбы бассейнов Шу и Талас – Фрунзе: Академия наук Киргизской ССР, 1985. – 188 с.
- 23 Решетников Ю.С., Шакирова Ф.М. Зоогеографический анализ ихтиофауны Средней Азии по спискам пресноводных рыб// Вопросы ихтиологии. – 1993. – Т.33, №1. – С.37-45.

- 24 Revenga C., Campbell I., Abell R., de Villiers P., Bryer M. «Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets». *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences.* 360 (2005): 397-413.
- 25 Ricciardi A., Rasmussen J.B. «Extinction rates of North American freshwater fauna». *Conservation Biology.* 13 (1999): 1220-1222.
- 26 Северцов Н.А. Путешествие по Туркестанскому краю и исследование горной страны Тянь-Шань – СПб: Типография К.В.Трубникова, 1873. – 462 с.
- 27 Sorensen T. «A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content». K.Danske Vidensk. Selsk. 5 (1948):1-34.
- 28 Sovetskii entsiklopedicheskii slovar'. Gl. red. A.M. Prokhorov. 4-e izd (Soviet Encyclopedic Dictionary. Edited by Prokhorov A.M. 4th Edition), Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1990:1-1632.
- 29 Steffen W., Grinevald J., Crutzen P., McNeill J. «The Anthropocene: conceptual and historical perspectives». *Philosophical Transactions of the Royal Society A.* 369 (2011): 842–867.
- 30 Strayer D.L., Dudgeon D. «Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges». *Journal of the North America Benthological Society.* 29 (1) (2010):344–358.
- 31 Vasil'eva E. D., Kuga T. I. «Gobies of the Genus Rhinogobius (Gobiidae) of Primorye and Water Bodies of Central Asia and Kazakhstan: II. Comparative Craniological Analysis of Gobies Introduced to Central Asia». *Journal of Ichthyology.* 48:1 (2008): 29–36. DOI: 10.1134/S0032945208010037
- 32 Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. Изд. 2. – Фрунзе: Изд-во Академии наук Киргизской ССР, 1963. – 279 с.
- 33 Турдаков Ф.А. Случайные вселенцы в ихтиофауне Киргизии // Ихтиологические и гидробиологические исследования в Киргизии – Фрунзе: Илим. 1968. – С. 50-52.
- 34 Zalasiewicz J., Williams M., Haywood A., Ellis M. «The Anthropocene: a new era of geological time?» *Philosophical Transactions of the Royal Society A.* 369 (2011): 835–841.
- 35 Жаркенов Д.К., Сейтбаев К.Ж. Состояние ихтиофауны малых водоемов бассейна р.Шы// Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2012. – №2. – С.21-26.

## МАЗМҰНЫ-СОДЕРЖАНИЕ

### Шолу мақалалары Обзорные статьи

Джанғалина Э.Д., Жұмабаева Б.А., Айташева З.Г., Лебедева Л.П., Шыңғысқызы Н. Перспективы использования овощной фасоли для селекции и пищевого производства .....	4
Алинов М., Сакакова А.А., Тастамбек К.Т. Факторы синергии экологии от ЭКСПО-2017.....	15
Инюшин В.М. Гидроплазма – экосреда и здоровье человека .....	24

### 1-бөлім Раздел 1

#### Қоршаған ортаны қорғау Воздействие на окружающую среду және қоршаған ортаға антропогендік антропогенных факторов и защита факторлардың әсері окружающей среды

Lovinskaya A.V., Kolumbayeva S.Zh., Esim Zh.I., Voronova N. The antimutagenic potential of extracts from <i>Limonium gmelinii</i> family <i>Plumbaginaceae</i> (= <i>Limoniaceae</i> Lincz.).....	36
Тастамбек К.Т., Акимбеков Н.Ш., Цяло Слохузай, Бердіқұлов Б.Т., Жұбанова А.А. Қоныр көмір негізінде жоғары сапалы түтінсіз және құлділігі аз брикет алудың биотехнологиялық аспекттері .....	45
Акмұханова Н.Р., Заядан Б.К., Бауенова М.О., Садвакасова А.К., Болатхан К., Сейилбек С. Формирование структурированных биоценозов высших водных растений и фототрофных микроорганизмов для применения в очистке сточных вод .....	53

### 2-бөлім Раздел 2

#### Қоршаған орта ластаушыларының биотага Оценка действия загрязнителей және тұрғындар денсаулығына окружающей среды на биоту и әсерін бағалау здоровье населения

Inelova Z., Nesterova S., Erubaeva G., Sejtkadyr K., Zaparina E., Baubekova A., Galamova G.G. The heavy metals in Alhagi pseudalhagi, Artemisia terrae-albae, Ceratocarpus arenarius of Mangystau region .....	66
Tолепбаева А.К., Уразбаева Г.М. Ертіс өзені алабы атмосфералық ауасының құқірт диоксиді шығарындыларымен ластануы (Өскемен қаласының мысалында).....	76
Джумашева Р.Т., Молдакарызова А.Ж., Альмухамбетова С.К., Нурпеисова И.К., Таракова К.А., Төленова К.Д., Иманбай А.К. Морфологические особенности в ткани легких крыс при действии радиотоксических факторов в эксперименте .....	87

### 3-бөлім Раздел 3

#### Биологиялық Актуальные проблемы алуантұрлілікті сақтаудың сохранения биологического өзекті мәселелері разнообразия

Бижанова Н.А., Грачев Ю.А., Сапаров К.А., Грачев А.А. Распространение, численность и некоторые особенности экологии крупных хищных млекопитающих в Казахстане: аналитический обзор .....	96
Mamilov N.Sh., Bekkozhayeva D.K., Amirbekova F.T., Kozhabaeva E.B., Sapargalieva N.S. A check list of fish species in the Kazakhstan part of the basin of the Chu River.....	112

## CONTENTS

### **Review articles**

<i>Dzhangalina E.D., Zhumabayeva B.A., Aytasheva Z.G., Lebedeva L.P., Shyngyzqyzy N.</i>	
Prospects for using vegetable beans for breeding and food production .....	4
<i>Alinov M., Skakova A.A., Tastambek K.T.</i>	
Factors of ecology synergy from EXPO-2017.....	15
<i>Inyishin V.M.</i>	
Hydroplasma - eco-environment and human health .....	24

### **Section 1**

#### **Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protectiony**

<i>Lovinskaya A.V., Kolumbayeva S.Zh., Esim Zh.I., Voronova N.</i>	
The antimutagenic potential of extracts from Limonium gmelinii family Plumbaginaceae (= Limoniaceae Lincz.).....	36
<i>Tastambek K.T., Akimbekov N.Sh., Qiao Xiaohui, Berdikulov B.T., Zhubanova A.A.</i>	
Biotechnological aspects of the production of high-quality smokeless and low-ash briquets based on lignite .....	45
<i>Akmukhanova N.R., Zayadan B.K., Bauyenova M.O., Sadvakasova A.K., Bolatkhan K., Seilbek S.</i>	
Formation of structured biocenoses of higher aquatic plants and phototrophic microorganisms for application in wastewater treatment .....	53

### **Section 2**

#### **Assessment of environmental pollution on biota and health**

<i>Inelova Z., Nesterova S., Erubaeva G., Sejtkadyr K., Zaparina E., Baubekova A., Galamova G.G.</i>	
The heavy metals in Alhagi pseudalhagi, Artemisia terrae-albae, Ceratocarpus arenarius of Mangystau region.....	66
<i>Tolepbayeva A.K., Urazbayeva G.M.</i>	
Pollution of atmospheric air in the basin of the river ertis by emissions of sulfur dioxide (On an example of the city of Ust-Kamenogorsk).....	76
<i>Jumasheva R.T., Moldakaryzova A.ZH., Almukhambetova S.K., Nurpeisova I. K., Tarakova K. A., Tolenova K.D., Imanbay A.K.</i>	
Morphological features in the lung tissue of rats under the influence of radiotoxic factors in the experiment.....	87

### **Section 3**

#### **Actual problems of biodiversity conservation**

<i>Bizhanova N.A., Grachev Yu.A., Saparov K.A., Grachev A.A.</i>	
Distribution, abundance and some features of the ecology of large carnivores in Kazakhstan: analytical review .....	96
<i>Mamilov N.Sh., Bekkozhayeva D.K., Amirbekova F.T., Kozhabaeva E.B., Sapargalieva N.S.</i>	
A check list of fish species in the Kazakhstan part of the basin of the Chu River.....	112