

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ҚазҰУ ХАБАРШЫСЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК КазНУ

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№1 (50)

Алматы
«Қазақ университеті»
2017



ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ № 1 (50)

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880



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

Күәлік №956-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

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

E-mail: Raygul.Nuyazova@kaznu.kz

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Салмұрзаұлы Р., оқытушы (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

Баубекова А.С., б.ғ.к. (Қазақстан)

Ерназарова А.К., б.ғ.к. (Қазақстан)

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

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

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

Курманбаев М.С., б.ғ.д. (Қазақстан)

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

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

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

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

Zhaodong (Jordan) Feng, PhD доктор (Қытай)

Swiecicka Izabela, PhD доктор, профессор (Польша)

Tinia Idaty Mohd Ghazi, PhD доктор (Малайзия)

Quazi Mahtab Zaman, PhD доктор (Шотландия)

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

Дигель И., PhD докторы (Германия)

Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Маммадов Р., PhD докторы (Түркия)

Копески Ж., PhD докторы, профессор (Чехия)

Шмелев С., PhD докторы (Англия)

Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)

Tomo Tatsuya, PhD, профессор (Жапония)

Аллахвердиев С., PhD, профессор (Ресей)



Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гульмира Шаккозова

Телефон: +77017242911

E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева, Агила Хасанқызы

Компьютерде беттеген

Айгүл Алдашева

Жазылу мен таратуды үйлестіруші

Мөлдір Омиртайқызы

Телефон: +7(727)377-34-11

E-mail: Moldir.Omirtaikyzy@kaznu.kz

ИБ №10973

Басуға 06.06.2017 жылы қол қойылды.

Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 8,18 б.т. Офсетті қағаз.

Сандық басылыс. Тапсырыс №3417. Таралымы 500 дана.

Бағасы келісімді.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2017

ШОЛУ МАҚАЛАЛАРЫ

ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

REVIEW ARTICLES

B. Zayadan*¹, A. Sadvakasova¹, A. Usserbayeva¹, A. Bayzhigitova¹, F. Sarsekeyeva¹

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Almaty, Kazakhstan

*E-mail: zbolatkhan@gmail.com

PROSPECTS OF USING CYANOBACTERIA FOR BIODIESEL PRODUCTION

Increasing growth of world costs on petroleum and growing deficiency of petroleum products lead to necessity of using alternative motor fuels. Thus, technology of using cyanobacteria as raw material for fuel production has one of the central place among tools of modern alternative energetics, because they are considered as more effective biological producers of natural hydrocarbons in the form of fatty acids. This allows observing it as a unique renewable biomass source, which is suitable for rapid conversion to biodiesel.

Nowadays, creation of such technology is actual and prospective; additionally it presents a great interest for development of alternative energetics. This article generalizes literature data about problems of introducing the alternative "green" technologies and development on new field of industry – bioenergetics, about perspectives and possibilities of biofuel from photosynthetic microorganisms and their preference among conventional sources of raw material. There are also data of experimental works on screening of potential producers, optimization of cultivation of cyanobacteria for increasing the yield of end product. In addition, possible ways of increasing efficiency of their energetical using with the help of genetic engineering methods are reviewed. The main stages of technology of biodiesel fuel production from phototrophic microorganisms are described and results of scientific investigations in this area, conducted in the framework of scientific-research projects on the basis al-Farabi Kazakh National University are presented.

Key words: biofuels, biodiesel, microalgae, cyanobacteria, fatty acids, lipids.

Б. Заядан*¹, А. Садвакасова¹, А. Усербаева¹, А. Байжигитова¹, Ф. Сарсекеева¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан

*E-mail: zbolatkhan@gmail.com

Биодизельді жанармай алу үшін цианобактерияларды пайдаланудың болашағы

Мұнайдың әлемдік бағасының өсуі және мұнай өнімдерінің тапшылығының өсуі балама моторлы жанармайларды пайдаланудың қажеттілігіне алып келеді. Цианобактерияларды шикізат ретінде пайдалану технологиясы заманауи балама энергетикаға көшудің маңызды түрі болып табылады, себебі олар май қышқылдары формасындағы табиғи көмірсутегінің эффективті биологиялық продуценттері болып табылады. Бұл оларды жылдам биодизель өндіруге жарамды, универсалды, қалпына келуші биомасса көзі ретінде санауға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта осындай технологияны дайындау өзекті, перспективті болып табылады және балама энергетиканың дамуы үшін үлкен қызығушылық туғызып отыр. Берілген мақалада балама «жасыл» технологияны енгізу мәселелері жайлы әдеби мағлұматтар берілген және өндірістің жаңа дамыған бағыты – биоэнергетика жайлы, фотосинтездеуші микроорганизмдерден биожанармай арудың мүмкіндіктері мен перспективалары және олардың дәстүрлі шикізат көздерінен артықшылықтары көрсетілген. Потенциалды продуценттердің скринингі бойынша тәжірибелік жұмыстардың мағлұматтары, соңғы өнімнің шығуын арттыру мақсатында, цианобактерияларды оптималды дақылдау жағдайлары көрсетілген. Сонымен қатар гендік инженерлік әдісті пайдалана отырып, олардың энергетикасын пайдаланудың эффективтілігін арттырудың ықтимал жолдары қарастырылады, және де фототрофты микроорганизмдерден биодизель алу технологиясының

негізгі кезеңдері және әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың негізіндегі ғылыми-зерттеу жобаларының шеңберінде өткізілетін ғылыми зерттеулердің нәтижелері көрсетілген.

Түйін сөздер: биожанармай, биодизель, микробалдырлар, цианобактериялар, май қышқылдары, липидтер.

Б. Заядан^{*1}, А. Садвақасова¹, А. Усербаева¹, А. Байжигитова¹, Ф. Сарсекеева¹

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

г. Алматы, Казахстан

*E-mail: zbolatkhan@gmail.com

Перспективы использования цианобактерий для получения биодизельного топлива

Продолжающийся рост мировых цен на нефть и растущий дефицит нефтепродуктов приводят к необходимости использования альтернативных моторных топлив. Так, технология использования цианобактерий в качестве топливного сырья занимает одно из центральных мест среди подходов современной альтернативной энергетики, поскольку они являются наиболее эффективными биологическими продуцентами естественных углеводов в форме жирных кислот. Это позволяет рассматривать их как универсальный возобновляемый источник биомассы, пригодной для быстрой переработки в биодизель.

В настоящее время создание такой технологии актуально, перспективно и представляет большой интерес для развития альтернативной энергетики. В данной статье обобщены литературные данные о проблеме внедрения альтернативных «зеленых» технологий и развития новой отрасли промышленности – биоэнергетики, возможностях и перспективе получения биотоплива из фотосинтезирующих микроорганизмов и их преимуществе перед традиционными источниками сырья. Приведены данные экспериментальных работ по скринингу потенциальных продуцентов, оптимизации условий культивирования цианобактерий с целью увеличения выхода конечного продукта. Также рассмотрены возможные пути повышения эффективности их энергетического использования методами генной инженерии. Рассмотрены основные этапы технологии получения биодизеля из фототрофных микроорганизмов и приведены результаты научных исследований в этой области, проводимых в рамках научно-исследовательских проектов на базе КазНУ им. аль-Фараби.

Ключевые слова: биотопливо, биодизель, микроводоросли, цианобактерии, жирные кислоты, липиды.

The modern civilization require fuel in constantly increasing volume and today world supply of liquid fuel is almost fully dependent from petroleum (Posten 2009: 64–69). However, according to forecasts of specialists in the coming decades, further reduce of production of traditional energy sources, including oil production is expected (Слюсаренко 2010: 36-40). In this regard, there is growing interest in alternative renewable energy sources that can provide stable energy production for an indefinite period. According to forecasts of the International Energy Agency in 2030, oil consumption will reach 106 million barrels per day. At the same time, the cost of a barrel will grow to about \$ 133 by 2035.

In this regard, the continued increase in world oil prices and the growing shortage of petroleum products lead to the need for alternative motor fuels (OECD/IEA 2011).

The last decade is characterized by a stable tendency to reduce the share of fossil hydrocarbon raw materials in the production of liquid motor fuels by replacing them with alternative raw materials of plant origin. The reason for this is a decrease

in the explored reserves of high-quality «light» oil, the complexity of developing new oil fields and the depletion of old ones, which causes instability in the prices of carbon raw materials for the growing demand for oil and products of its processing. In addition, the burning of fossil fuels leads to the release of carbon dioxide (CO₂), the accumulation of which leads to global warming (Марков 2009: 83-90). According to the Organization for Economic Cooperation and Development, the International Energy Agency and the BCC Research agency, the projected level of biofuel consumption will reduce greenhouse gas emissions by approximately 2.1 gigatons (BCC research 2010). All this stimulates the introduction of alternative “green” technologies and the development of a new industry - bioenergy.

Depending on the type of raw materials used for production, biofuel is divided into four generations. The most widespread is biofuel of the first generation, for which agricultural crops are used as raw materials. In particular, sugarcane, corn, wheat are used for the production of bioethanol, while oil crops such as soybean, rape, oil palm, sunflower and

others are used for the production of biodiesel. In the production of second-generation biofuels, the main part of the raw material base is non-food biomass, namely wood pulp (cellulose, lignin), wood processing waste and non-food residues of cultivated agriculture plants, and less valuable raw materials - straw (Naik 2010:578–597, Pahl 2010). Biofuel of the third generation, are obtained from microalgae, which can be cultivated in open water bodies or in closed photobioreactors. Compared with the production of biofuel of the first and second generations, the cultivation of microalgae is less energy-intensive, and also does not involve the use of agricultural land (Pr̃ibyl 2014, Chisti 2007, Schenk 2008). The fourth generation combines the properties of third generation biofuels primarily with the genetic optimization of their producers (Al-Thani 2012:427–440). To date, we are on the verge of creating and using fourth generation biofuels, which are based on rapidly growing, rapidly renewed and genetically modified sources - prokaryotic photosynthetic cells of cyanobacteria (Nozzi 2013). At the

same time, it should be noted that biofuel research is not just a matter of finding the right type of biomass and converting it into fuel, but also finding environmentally and economically sound options for using by-products from biofuel production.

One of the most common types of biofuel is biodiesel, perspective for diesel engines of tractors and other agricultural machinery, trucks and cars (Erdrich 2014:128). Biodiesel has become widespread in many countries of the world, such as Germany, Austria, Czech Republic, France, Italy, Sweden, USA, as well as other countries (fig. 1). The world's leading manufacturers of biodiesel fuel are companies such as ADM, Direct fuels, Iowa Renewable Energy, Canadian Bioenergy Corporation, Algal Biomass Organization (http://www.ebb_eu.org/stats.php). In a number of Russian regions, such as the Krasnodar Territory, the Lipetsk Region, the Altai Territory, the own programs have been developed - RusbioDiesel, the Association of Rapeseed Oil Producers, and Rapes Biodiesel, which promote the introduction of biofuel technologies (McKendry P 2002:37–46).

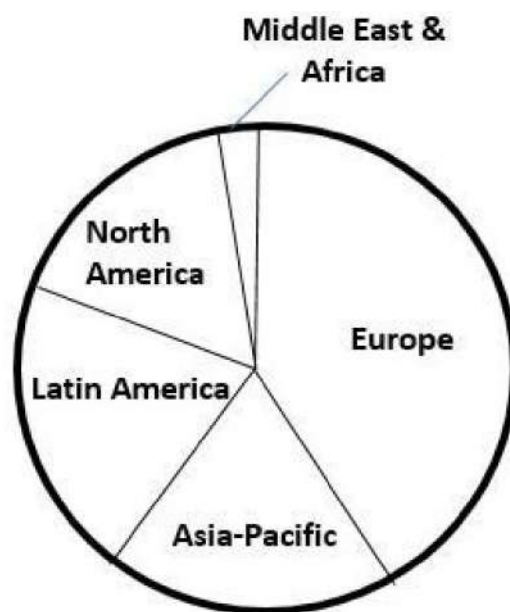


Figure 1 – Global biodiesel demand by region (http://www.ebb_eu.org/stats.php)

The active introduction of biodiesel fuel in the consumer market led to the need of introducing regulatory documents for this type of fuel – the national standards with requirements for the properties of biodiesel and its content in diesel fuel or biodiesel percentage of total diesel fuel consumption. Currently, the European Organization

for Standards has developed standard EN14214, which regulates such parameters of biodiesel quality as density, viscosity, sulfur content, water, glycerin, sulphate ash, acid number, iodine number, etc. This standard allows the content of 5% biodiesel in an oil diesel. In addition, there are standards EN590 (or EN590: 2000) and DIN 51606. DIN 51606 is

a German standard designed to be compatible with the engines of almost all leading automakers, so it is the most stringent. Most types of biodiesel produced for commercial purposes in the West correspond to it or even surpass it. So in the USA there is a standard - ASTM 6751, adopted in 2002, in Austria - ON C1191-1997, in Australia - FS (B) D -2003, in Sweden -SS155436-1996 g. (<http://www.ren21.net/>).

Such an established production is realized due to the significant advantages of biodiesel, unlike a conventional diesel: biodiesel in combustion is non-toxic and safe, because it has a high ignition temperature, it does not contain sulfur and carcinogenic benzene, and also reduces carbon dioxide emissions to the atmosphere. It has good lubricating properties, which significantly increases the life of the engine. Because raw materials for biodiesel production are renewable resources, the fuel spilled on the ground is decomposed by 90% by microorganisms in three weeks. So, for example, the production of biodiesel is easy to organize, for example, on the basis of a small farm (Knothe G (2010: 364–373). Rape is used mainly for raw materials in Europe, soybean in the USA, canola in Canada (canola variety), in Indonesia - palm, coconut, in Brazil - castor oil. Also waste vegetable oil, animal fats, fish oil, etc. are used (Bezergianni 2013:110–116). The existing technology for the production of diesel fuel based on vegetable oil, is concentrated mainly on biodiesel FAME (rapeseed oil).

There are several processes for producing biodiesel. The most common is the process of transesterification, representing the reaction of oil or fat with a monobasic fatty acid alcohol, in most cases - methanol. Triacylglycerides are compounds of trivalent

glycerol with three fatty acids. As a result, the reaction of transesterification of triacylglycerides with methyl alcohol (methanol) CH_3OH in the presence of a catalyst (NaOH) produces fatty acid esters (biodiesel), and a by-product – glycerin. In this case, for the production of raw materials for biodiesel from oilseed crops, large land areas are allocated, often using increased doses of chemical plant protection products, which leads to biodegradation of soils and a decrease in the quality of soils (Knothe 1999: 795–800).

In this regard, in recent years, the increasing interest of biofuel producers has attracted the bioenergetic potential of photosynthetic microorganisms, with funding for research and development in this area steadily growing (Greenwell 2010: 703–726). Moreover, in addition to obtaining fuel, they can serve as a means for removing carbon dioxide from the atmosphere. Algae have been cultivated in significant quantities since the 1950s for the needs of the pharmaceutical industry. The technology of using phototrophic microorganisms as fuel raw materials occupies one of the central places among the approaches of modern alternative energy (table 1). Studies have shown that phototrophic microorganisms outperform in the potential energy output of typical representatives of vegetable oil crops. Thus, the comparison of the yield of biodiesel from phototrophic microorganisms with the best oil crops of higher plants (Singh 2010:2596–2610) showed that the yield of biodiesel from it contain only 30% oil (m/m) and made up 58700 l/hectare, while for rapeseed and canola – 1190 l/hectare (Singh 2011:26–34); jatropha – 1892 l/hectare (Tamagnini 2007:692–720); For palm trees *Pongamia* – 2590 l/hectare (Brennan 2010: 557–577).

Table 1 – Comparison of some sources of biodiesel (mt-metric tons, ha-hectare, boe-barrel of oil equivalents)

Oil source	Biomass (mt/ha/yr)	Oil content (% dry mass)	Biodiesel (mt/ha/yr)	Energy content (boe/1000ha/day)
Soya	1-2,5	20%	0,2-0,5	3-8
Rapeseed	3	40%	1,2	22
Palmoil	19	20%	3,7	63
Jatropha	7,5-10	30-50%	2,2-5,3	40-100
Phototrophic microorganisms	140-255	35-65%	50-100	1,150-2,000

The production of biodiesel from phototrophic microorganisms is of increasing interest due to the fact that the content of lipids in some of them under

optimal conditions of cultivation can be high up to 80%, and their biomass productivity exceeds the corresponding yield of terrestrial plants in ten times

(Chisti 2007, Richmond 2004). There are several aspects related to the production of biofuels from phototrophic microorganisms that are of interest to researchers and entrepreneurs around the world:

These organisms are able to use water as an electron donor for oxygenic photosynthesis.

They grow to a high density and have a high productivity compared to conventional terrestrial oil crops. Consequently, mass cultivation of photosynthesizing microorganisms for commercial production can be effective.

They are non-food raw materials and can be grown in areas that are unsuitable for agricultural use.

They can use a wide range of water sources (fresh, brackish, sewage, and seawater) and have simple requirements for growth: light, carbon dioxide, inorganic nutrients.

Their biomass can be used for the production of both biofuel and valuable by-products (Sarsekeyeva 2015: 329-340).

From photosynthetic microorganisms for the production of biodiesel fuel, microalgae and cyanobacteria are actively used. Among microalgae characterized by high bioenergetics potential the *Chlorella* sp. (20–50 % lipids), *Neochloris oleoabundans* (35–54 %), *Nannochloropsis* sp. (31–68 %), *Botryococcus braunii* (25–85 %) etc. are the best ones (Басова 2005, Sharma 2012). However, in practice, such high lipid yields are not achievable under real production conditions, in which cultivation is carried out in photobioreactors of various designs. The oil content, as a rule, increases when algae grow under stress, for example, if nitrogen or other nutrients are not sufficient, while algae use oil as a storage material (Wang 2009). However, most microalgae strains have a high content of unsaturated fatty acids, that does not allow to receive without additional processing on the basis of their lipids fuel with low cetane numbers and good resistance to oxidation. Too high cetane numbers increase the viscosity of the fuel at low temperatures. In principle, fatty acids with a chain length of 14-18 carbon atoms with one double chain are considered ideal for the production of biodiesel (Люсь 2014).

Cyanobacteria, unlike microalgae, have a more suitable fatty acid composition, which makes them potential candidates for obtaining biodiesel fuel. Fatty acids, found in cyanobacteria, are represented by the following types: 14:0, 14:1 Δ^9 , 16:0, 16:1 Δ^9 , 16:2 $\Delta^{9,12}$, 18:0, 18:1 Δ^9 , 18:1 Δ^{11} , 18:2 $\Delta^{9,12}$, 18:3 $\Delta^{9,12,15}(\omega^3)^{13}$, 18:3 $\Delta^{6,9,12}$ и 18:4 $\Delta^{6,9,12,15}$ (Sarsekeyeva 2015:329-340, Люсь 2014). So there is evidence that the strain isolated from Kharg Island, *Synechococcus* sp. ISC 106, was character-

ized by the highest accumulation of lipids in the cell, which reached up to 204.91 mg / l per day. At the same time, analysis of fatty acid composition of lipids of strain ISC 106 showed that the amount of myristic acid was 41.44%, palmitic acid -15.53%, stearic acid - 5.28%, and palmitoleic acid - 30.74%. According to their data, the strain *Synechococcus* sp. ISC 106 can be recommended as a raw material for biodiesel production (Kiaei 2015:236-245). The composition of the oils depends very much on the type and growth conditions of the cyanobacteria. When cells grow actively, their metabolism is accentuated by photosynthesis and biomass production. Fatty acids are synthesized, most often in polar lipids, such as phospho- and glycolipids, which are necessary for photosynthesis. Unfortunately, only 30 to 50 percent of polar lipids can be converted to fuel. But when cells experience metabolic stress, like lack of essential nutrients, including nitrogen, the metabolism reduces the rate of growth and is re-directed primarily to the synthesis of carbohydrates and triacylglycerides. Thus, it is very important not only to select the right producer, but also to create the optimal conditions necessary for the synthesis of the producers we need.

To date, significant experimental material has been accumulated to optimize the conditions of cultivation and extraction of lipids to increase the bioenergetic potential of cyanobacteria. At Anna University-BIT Campus (India), cultures of *Lyngbya* sp. and *Synechococcus* sp. were studied for possible biodiesel production, cultivating on various media such as ASNIII, medium enriched by seawater and BG-11. An increase in the growth rates of these algae was observed in a medium enriched with sea water. Nitrogen depletion has less effect on the total chlorophyll content, while the lipid content of cultures *Lyngbya* sp. and *Synechococcus* sp. increased on 1,4 and 1,2% correspondingly. Increase in salinity from 0.5-1.0 M, increases the lipid content by 2.0% for the strain *Lyngbya* sp. and on 0,8% in *Synechococcus* sp. The results convincingly show that cyanobacteria can be used as a renewable energy source for the production of biodiesel (Selvan 2013: 262-268). In India, a study of lipids of freshwater cyanobacteria *Oscillatoria annae* BDU6, for the production of biodiesel. Effective extraction of lipids from *O. annae* was achieved by ultrasound in combination with organic solvents (50.9%). Effective transformation of triglycerides of the strain *O. annae* in biodiesel fuel was obtained by transesterification, mediated by alkali, with the release of biomass *O. annae*, 5,3 g/l dry weight/inoculate (Anbuselvan 2011: 959-967). There are reports on the study of

accumulation of lipids in cells of *Synechococcus* sp., *Cyanobacterium aponinum* and *Phormidium* sp. On BG-11 medium. For *Synechococcus* sp. The content of C16 and C18 fatty acids made up 42,8% and 46,9%, respectively. For *C. aponinum* – 45,0% and 67,7%, and for *Phormidium* sp. – 38,2% and 90,6% respectively. The content of saturated fatty acids for *Synechococcus* sp., *C. aponinum* and for *Phormidium* sp. made up 74,5%, 77,9% and 84,7%, respectively. These fatty acids can be a promising raw material for the production of biodiesel (Karatay 2011).

At the same time, cyanobacteria are attractive as producers of biodiesel because they can easily be used as a suitable platform for genetic modification of their metabolic pathways. Cyanobacteria differ from microalgae and plants in that they are relatively easy to perform genetic manipulations. One of the ultimate goals of the genetic modification of cyanobacteria can be the production of such strains that are able not only to effectively assimilate atmospheric carbon and produce a large amount of raw biomass at the outlet, but also to store the desired end products within it that are most suitable for biofuel production. In addition, the genetic modification of cyanobacteria theoretically allows the production of strains capable of secreting metabolic products suitable for the production of biofuels (alkanes or free fatty acids) into the culture medium. Thus, the expensive stages of collecting and destroying the cells to extract the target products can be omitted, which seems economically more advantageous. It is these types of biofuels, whose production costs can be reduced by simplifying production technology, are currently considered to

be the most attractive (Quintana 2011: 471–490). In Cho and Cronan's works, thioesterase I (encoded by the *TesA* gene) is a periplasmic enzyme at the C-terminus of the *E. coli* fatty acid synthase. As a result of the deletion, the *TesA* gene was modified in such a way that the mature enzyme was localized in the cytoplasm. The synthesis of thioesterase I (named as * *TesA*) in the cytoplasm leads to striking changes in the structure of the synthesis of fatty acids in *E. coli*. Compared to normal *E. coli* cells, the mutant strain synthesizes a huge amount of free fatty acids at all stages of growth. Moreover, the mutant protein * *TesA* redirects the synthesis of fatty acids into the culture medium (Cho 1995). This concept is implemented by the bioenergy company LS9 for biofuel production, using *E. coli* strain (Steen 2010). It will be more beneficial if we apply this concept to cyanobacteria, because cyanobacteria do not require an additional source of carbon, since the precursor for the synthesis of fatty acids, acetyl-CoA, comes directly from the Calvin's cycle. In addition, there is evidence that the genetic engineering strain *E. coli*, lacking the gene *acyl CoA* fatty acid synthase *fadD*, the amount of free fatty acids in the medium can reach 2.5 g per liter per day (Peralta-ahya 2012: 320-328). In case of *Synechocystis* or *Synechococcus* (fig.2), Mutant by the same gene, the concentration of free fatty acids in the culture medium reached -6.4 nmol and 8.4 nmol in ml (Kaczmarzyk 2010). Editing metabolic pathways of biosynthesis of fatty acids in cyanobacteria allows to increase the yield of free secreted fatty acids to 130 mg per liter of culture per day at a cell density of 0.23 g dry weight per liter (Liu 2011).

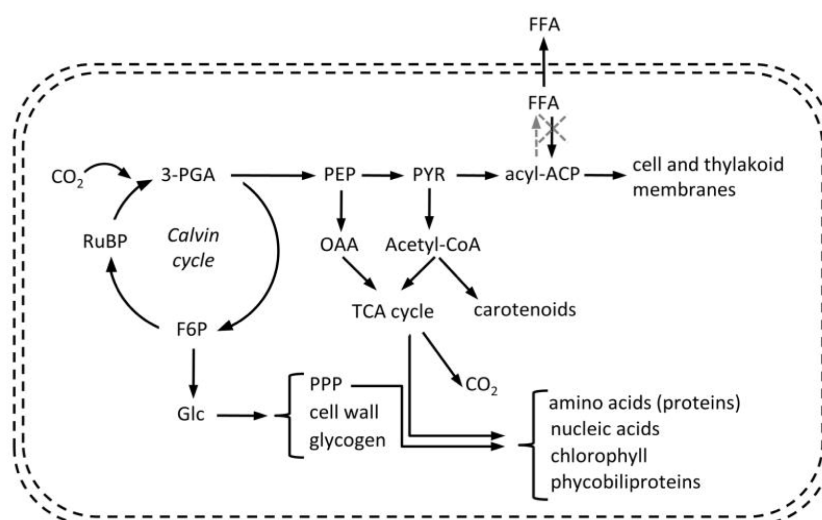


Figure 2 – Estimated scheme of metabolic pathways in genetically engineered cyanobacterial strains of allowing to accumulate free fatty acids inside of the cell with further escape into cultural (Anne 2012)

The creation of a new technology for obtaining biodiesel from the biomass of cyanobacteria, which actively produces fatty acids, is currently relevant, promising and of great interest for the development of alternative energy in the Republic of Kazakhstan. President of Kazakhstan Nursultan Nazarbayev signed the law “On state regulation of production and turnover of biofuel”. The main objective of the law is to ensure environmental protection by reducing emissions of pollutants into the atmosphere through the use of biofuels, taking into account the country’s food security issues (Указ Президента РК от 29.09.14 г).

According to some reports, in Kazakhstan, oil emissions into the environment made up several million tons per year. In this connection, the issue of developing ecologically safe and economically justified measures aimed at intensifying the processes of biodegradation of hydrocarbons, cleaning and restoration of soil fertility is acute. The development of biotechnologies in the country is one of the priority directions, which is reflected in the strategy of Kazakhstan’s entry into the list of the 50 most competitive countries in the world. For this purpose, namely, for an innovative and technological breakthrough, we need to accelerate the mobilization of scientific and technical potential, create conditions for the active introduction of scientific achievements in industry. It is the scientific and technological resources that should become the main factor of innovative development. According to the Kyoto Protocols, by 2020 Kazakhstan should transfer 20 percent of the energy sector to eco-friendly type (<http://www.zakon.kz/>). At present, 48 countries of the world have normatively consolidated and actively develop the production of “clean” energy of a biological type. Renewable energy sources are actively used from agricultural raw materials in the USA, Brazil, Japan, China, India, Canada, EU countries.

Mass cultivation of cyanobacteria in Kazakhstan can be carried out in special photobioreactors, or organized in open ponds and pools located near power plants. As you know, a typical coal-fired power plant emits up to 13% of carbon dioxide into the atmosphere, which is one of the main sources of air pollution. Cultivation of cyanobacteria in such ponds makes it possible to remove carbon dioxide from exhaust gases of thermal power plants and other industries due to its active absorption by cells (Wang 2008). For example, algae in the oceans absorb annually up to 2 gigatonnes of carbon dioxide, while terrestrial ecosystems absorb up to 1.5 gigatonns (Huntley 2007). In addition, the waste heat of a

thermal power plant can cover up to 77% of the heat requirements necessary for the cultivation of cyanobacteria. This technology can be realized both in the northern regions of Kazakhstan with a sharply continental climate, and in the southern parts of the country.

Production of biodiesel is one of the most promising and profitable directions of bioenergy, it allows receive high profits, while maintaining a favorable ecological environment. Biodiesel production from cyanobacteria provides the highest, clean energy, because conversion of oil to biodiesel is much less energy-intensive than conversion to other fuels. The production cycle is practically non-waste, raw materials can be grown on the used land. After the production of biofuel, the oilcake remains, it can be used as animal feed and the glycerin phase remains, which after purification turns into pure glycerin. The profitability of this production is very high, the profit is the difference between the cost of raw materials and the amount received from the sale of fuel. Rentability of this type of business is very high, because the demand for biofuel increases day by day.

The economy of biodiesel production can be improved by advances in production technology. Different mutually complementary approaches to genetic and metabolic engineering will increase the productivity of cyanobacteria (Quintana 2011).

For the use of cyanobacteria for energy purposes, screening of oil-producing strains and the development of technology for their mass cultivation with an increase in the productivity of their biomass are required. Such works are actively conducted in the biotechnology laboratory of the Faculty of Biology and Biotechnology of al-Farabi Kazakh National University in the framework of scientific project “ Obtaining of biodiesel fuel based on cyanobacteria – fatty acid producers” started in 2010. As a result of several studies, a highly productive strain of cyanobacterium was obtained on the basis of the biotechnology laboratory - *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 (Патент РК 2016), characterized by its ability to actively grow over a wide range of temperatures, and a high content of C14 myristic and myristoleic acids (30% and 10%, respectively) and C16 palmitic and palmitoleic acids (20% and 40%, respectively). Which allows us to recommend this strain as a potential producer of biodiesel. Technologies of mass cultivation of this strain have been developed (fig. 3) (Sarsekeyeva 2015, Патент 2016, Ussebaeva 2015, Sarsekeyeva 2014).

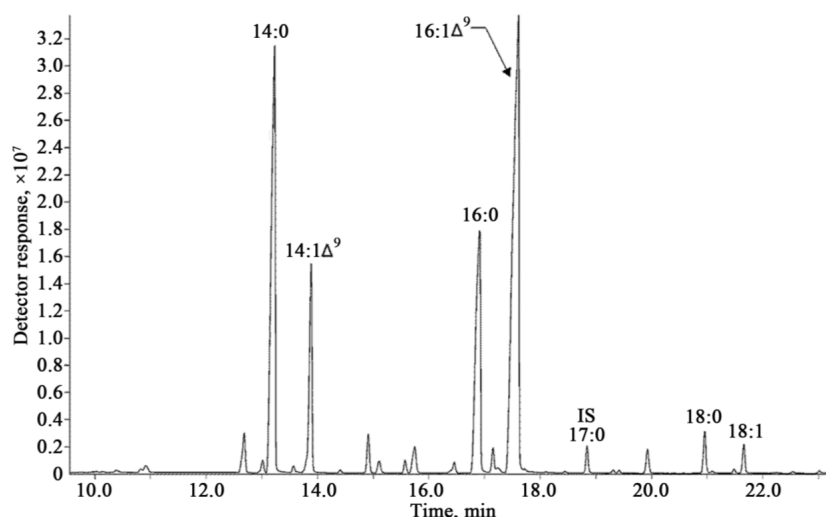


Figure 3 - Fatty acid composition of *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 by gas chromatography (Sarsekeyeva 2014)

In addition, the possibility of using a strain *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 in the purification of municipal wastewater with further use of the biomass for bioenergy purposes. The biofuel technology developed within the framework of the project includes the growth of cyanobacterial culture, collection of biomass, extraction of lipid fatty acids from the strain *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200, the process of transesterification, separation, recovery of alcohol and purification of the finished product. The resulting by-product, glycerine can be used in the food industry, in the

production of soap and cosmetic products, thereby making biodiesel production waste-free technology.

Thus, ensuring the high efficiency of converting light energy into cyanobacterial biomass and achieving a high content of lipids, reducing the cost of additional energy to ensure their cultivation, optimizing the designs of bioreactors and a transesterification system to create a continuous production of biodiesel fuel, increases the possibility of producing renewable biofuels, which is environmentally and economically profitable for Kazakhstan.

References

- 1 Posten C., Schaub G. "Microalgae and terrestrial biomass as source for fuels – a process view," *J. Biotechnol*, 142(2009):64–69, doi:10.1016/j.jbiotec.2009.03.015
- 2 Слюсаренко В.В. Технологии и оборудование по производству биодизельного топлива [Текст]// Проблемы региональной энергетики. – 2010. – №3. – С.36-40.
- 3 OECD/IEA "Biofuels for transport. Technology roadmap," International energy agency, (France 2011), 56.
- 4 Марков С.А. Использование водорослей для получения биотоплива и удаления избытка углекислого газа из атмосферы [Текст] //Альтернативная энергетика и экология. – 2009. – №2(70). – С.83-90.
- 5 "BCC research Global markets for renewable energy," published Sep. 2010, <https://www.bccresearch.com/market-research>
- 6 Naik SN, Goud VV, Rout PK, Dalai AK, "Production of first and second-generation biofuels: a comprehensive review," *Renew Sustain Energy Rev* 14(2010):578–597, doi:10.1016/j.rser.2009.10.003
- 7 Pahl G. *Biodiesel. Growing a New Energy Economy*. (Chelsea Green Publishing, 2010), 298.
- 8 Pr`ibyl P, Cepa`k V, Zachleder V., "Oil overproduction by means of microalgae," *Cultivation of cells and products*, 1(2014):241–273, doi: 10.1007/978-94-007-7494-0_10
- 9 Chisti Y, "Biodiesel from microalgae". *Biotechnol Adv* 25(2007):294–306, doi:10.1016/j.biotechadv.2007.02.001
- 10 Schenk P, Thomas-Hall S., Stephens E., Marx U., Mussgnug J., Posten C. et al. "Second generation biofuels: high-efficiency microalgae for biodiesel production," *BioEnergy Res.* 1(2008):20–43.
- 11 Al-Thani R.F, Potts M., "Cyanobacteria, oil–and cyanofuel?" in *Ecology of cyanobacteria II: their diversity in space and time*, ed. Brian A. Whitton (New York; London:Springer, 2012), 427–440.
- 12 Nozzi NE, Oliver JWK, Atsumi S., "Cyanobacteria as a platform for biofuel production." *Front Bioeng Biotechnol* 1(2013):7, doi:10.3389/fbioe.2013.00007
- 13 Erdrich P, Knoop H, Steuer R, Klamt S., "Cyanobacterial biofuels: new insights and strain design strategies revealed by computational modeling." *Microb Cell Fact* 13(2014):128.

- 14 “European Biodiesel Board The EU Biodiesel Industry,” Accessed January 18, 2012. http://www.ebb_eu.org/stats.php.
- 15 McKendry P., “Energy production from biomass (Part 1): overview of biomass.” *Biores Technol* 83(2002):37–46, doi:10.1016/S0960-8524(01)00118-3
- 16 “Renewables 2013 Global Status Report,” Paris: REN21 Secretariat 2013. <http://www.ren21.net/REN21Activities/Global-StatusReport.aspx>.
- 17 Knothe G., “Biodiesel and renewable diesel: a comparison.” *ProgEnergy Combust Sci*, 36(2010):364–373.
- 18 Bezergianni S., Dimitriadis A., “Comparison between different types of renewable diesel”. *Renew Sustain Energy Rev* 21(2013):110–116.
- 19 Knothe G. “Rapid monitoring of transesterification and assessing biodiesel fuel quality by near-infrared spectroscopy using a fiber-optic probe,” *JAOCS*. 76(7) (1999): 795–800.
- 20 Greenwell, H.C., Laurens, L.M.L., Shields, R.J. et al., “Placing microalgae on the biofuels priority list: a review of the technological challenges,” *J. R. Soc. Interface*, 7(2010):703–726.
- 21 Singh J., Gu S. “Commercialization potential of microalgae for biofuels production,” *Renew. Sust. Energ.* 14(2010): 2596–2610.
- 22 Singh, A., Nigam, P.S., Murphy, J.D. “Mechanism and challenges in commercialization of algal biofuels,” *Bioresour. Technol.* 102(2011): 26–34.
- 23 Tamagnini P., Leitao E., Oliveira P., Ferriera D., Pinto F., Harris D.J., Heidorn T., Lindblad P. “Cyanobacterial hydrogenases: diversity, regulation and applications,” *FEMS Microbiol. Rev.* 31(2007): 692–720.
- 24 Brennan L. and Owende P., “Biofuels from microalgae—a review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(2010): 557–577.
- 25 Richmond A. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Phycology*, (Oxford: Blackwell 2004). 588.
- 26 Sarsekeyeva F., B.K. Zayadan, A. Ussebaeva, V.S. Bedbenov, M.A. Sinetova, D.A. Los, “Cyanofuels: biofuels from cyanobacteria: Reality and perspectives,” *Photosynth. Res.* 125(1-2) (2015):329-340, doi:10.1007/s11120-015-0103-3
- 27 Басова М.М., Жиринокислотный состав липидов некоторых видов микроводорослей [Текст]// *Альгология*. - 2005. - Т. 15, № 4. - С. 415-436.
- 28 Sharma, K.K., Schuhmann, H., and Schenk, P.M., “High lipid induction in microalgae for biodiesel production,” *Energies*, 5(2012):1532–1553.
- 29 Wang, Z.T., Ullrich, N., Joo, S., et al., “Algal lipid bodies: stress induction, purification, and biochemical characterization in wild type and starch-less *Chlamydomonas reinhardtii*,” *Eukaryot. Cell*, 8(12) (2009):1856–1868.
- 30 Лось Д.А. Десатуразы жирных кислот [Текст] / Научный мир. – 2014. – 370 с. – ISBN:978-5-91522-391-1
- 31 Kiaei, E., Soltani, N., Mazaheri assadi, M., Khavarinejad, R. A. and Dezfulian, M. “Screening of Cyanobacterial Strains as a Smart Choice for Biodiesel,” *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 5(8) (2015):236-245.
- 32 Selvan BK, Revathi M, Piriya PS, Vasan PT, Prabhu DI, Vennison SJ. “Biodiesel production from marine cyanobacteria cultured in plate and tubular photobioreactors,” *Indian J Exp Biol. Mar.* 51(3) (2013): 262-268.
- 33 Anbuselvan V., P. Nagarajan, A. Balasubramaniam, S. Natesan, V. Perulemal. “Production of biodiesel from cyanobacteria (*Oscillatoria annae*) by alkali and enzyme mediated transesterification,” *JSIR*, 70(11) (2011): 959-967.
- 34 Karatay S. E., G. Dönmez, “Microbial oil production from thermophile cyanobacteria for biodiesel production,” *Applied Energy*, 88(11) (2011):3632-3635.
- 35 Quintana N, Van derKooy F, Van de Rhee M.D, Voshol G.P, Verpoorte R. “Renewable energy from Cyanobacteria: energy production optimization by metabolic pathway engineering” *Appl.Microbiol.Biotechnol.*, 91(2011):471–490.
- 36 Cho H, Cronan J.E, “Defective export of a periplasmic enzyme disrupts regulation of fatty acid synthesis,” *Biol Chem.*, 270(1995):4216–4219.
- 37 Steen EJ, et al. “Microbial production of fatty-acid-derived fuels and chemicals from plant biomass,” *Nature*, 463(2010):559–562.
- 38 Peralta-ahya P.P., Zhang F., del Cardayre S.B., Keasling J.D. “Microbial engineering for the production of advanced biofuels,” *Nature*, 488(2012): 320-328.
- 39 Kaczmarzyk D., Fulda M., “Fatty acid activation in cyanobacteria mediated by acyl-acyl carrier protein synthetase enables fatty acid recycling,” *Plant Physiol.* 152(2010):1598-1610.
- 40 Liu X., Sheng J., Cutriss R., “Fatty acid production in genetically modified cyanobacteria,” *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 108 (III) (2011): 6899-6904, doi: 10.1073/pnas.1103014108
- 41 Anne M. Ruffing, Howland D.T., “Physiological Effects of Free Fatty Acid Production in Genetically Engineered *Synchococcus elongatus* PCC 7942”, *Biotechnol Bioeng.* 109(9) (2012): 2190–2199, doi: 10.1002/bit.24509
- 42 О государственном регулировании производства и оборота биотоплива: Указ Президента РК от 29.09.14 г.- № 239-V// Республики Казахстан. Законы.
- 43 Для перехода на биотопливо в Казахстане имеются научные разработки, но нет финансирования [Электронный ресурс]. – Литер 2009. - Режим доступа: <http://www.zakon.kz/151472-dlja-perekhoda-na-biotoplivo-v.html>
- 44 Wang B., Li Y., Wu N., Lan C.Q., “CO₂ biomitigation using microalgae,” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 79(2008): 707–718.
- 45 Huntley M., Redalje D. “CO₂ mitigation and renewable oil from photosynthetic microbes: a new appraisal,” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(2007): 573–608.
- 46 Пат. Республики Казахстан на полезную модель «Штамм *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 в качестве сырья для производства биотоплива» [Текст] / Сарсекеева Ф.К., Заядан Б.К., Лось Д.А., Садвакасова А.К., Усербаева А.А., Болатхан К.- №1750 от 30.09.2016
- 47 Ussebaeva A., Zayadan B., Sinetova M., Kozlova A., Mironov K., Kupriyanova E., Sidorov R., Los D. “Characterization of cyanobacterial strain IPPAS B-1200 with a unique fatty acid composition” *Abstract book ECCO XXXIV European Culture Collections as tools in research and biotechnology Paris*, (2015):74-75.
- 48 Sarsekeyeva F., A. Ussebaeva, B.K. Zayadan, Mironov K., Sidorov R., Kozlova A., Kupriyanova E., M. Sinetova, D.A. Los, “Isolation and characterization of a new cyanobacterial strain with a unique fatty acid composition,” *Advances In Microbiology* 4(15) (2014): 1033-1043.

References

- 1 Al-Thani R.F, Potts M., “Cyanobacteria, oil—and cyanofuel?” in Ecology of cyanobacteria II: their diversity in space and time, ed. Brian A. Whitton (New York; London: Springer, 2012), 427–440.
- 2 Anbuselvan V., P. Nagarajan, A. Balasubramaniam, S. Natesan, V. Perulemal. “Production of biodiesel from cyanobacteria (*Oscillatoria annae*) by alkali and enzyme mediated transesterification,” JSIR, 70(11) (2011): 959-967.
- 3 Anne M. Ruffing, Howland D.T., “Physiological Effects of Free Fatty Acid Production in Genetically Engineered *Synchococcus elongatus* PCC 7942”, Biotechnol Bioeng. 109(9) (2012): 2190–2199, doi: 10.1002/bit.24509
- 4 Basova M.M. (2005) Zhirnokislrotniy sostav lipidov nekotorykh vidov mikrovdorosley [Fatty acid composition of lipids of some microalga species]. Algologiya, vol.15, pp. 415–436.
- 5 “BCC research Global markets for renewable energy,” published Sep, 2010, <https://www.bccresearch.com/market-research>
- 6 Bezergianni S., Dimitriadis A., “Comparison between different types of renewable diesel”. Renew Sustain Energy Rev 21(2013):110–116.
- 7 Brennan L. and Owende P., “Biofuels from microalgae—a review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products.” Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(2010): 557–577.
- 8 Chisti Y., “Biodiesel from microalgae”. Biotechnol Adv 25(2007):294–306, doi:10.1016/j.biotechadv.2007.02.001
- 9 Cho H, Cronan J.E., “Defective export of a periplasmic enzyme disrupts regulation of fatty acid synthesis,” Biol Chem., 270(1995):4216–4219.
- 10 Erdrich P, Knoop H, Steuer R, Klamt S, “Cyanobacterial biofuels: new insights and strain design strategies revealed by computational modeling.” Microb Cell Fact 13(2014):128.
- 11 “European Biodiesel Board The EU Biodiesel Industry,” Accessed January 18, 2012. http://www.ebb_eu.org/stats.php.
- 12 Greenwell, H.C., Laurens, L.M.L., Shields, R.J. et al., “Placing microalgae on the biofuels priority list: a review of the technological challenges,” J. R. Soc. Interface, 7(2010):703–726.
- 13 Huntley M., Redalje D. “CO₂ mitigation and renewable oil from photosynthetic microbes: a new appraisal,” Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12(2007): 573–608.
- 14 Kaczmarzyk D., Fulda M., “Fatty acid activation in cyanobacteria mediated by acyl-acyl carrier protein synthetase enables fatty acid recycling,” Plant Physiol. 152(2010):1598-1610.
- 15 Karatay S. E., G. Dönmez, “Microbial oil production from thermophile cyanobacteria for biodiesel production,” Applied Energy, 88(11) (2011):3632-3635.
- 16 Kiaei, E., Soltani, N., Mazaheri assadi, M., Khavarinejad, R. A. and Dezfulian, M. “Screening of Cyanobacterial Strains as a Smart Choice for Biodiesel,” J. Appl. Environ. Biol. Sci., 5(8) (2015):236-245.
- 17 Knothe G. “Rapid monitoring of transesterification and assessing biodiesel fuel quality by near-infrared spectroscopy using a fiber-optic probe,” JAOCS. 76(7) (1999): 795–800.
- 18 Knothe G., “Biodiesel and renewable diesel: a comparison.” ProgEnergy Combust Sci, 36(2010):364–373.
- 19 Liu X., Sheng J., Cutriss R., “Fatty acid production in genetically modified cyanobacteria,” Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 108 (III) (2011): 6899-6904, doi: 10.1073/pnas.1103014108
- 20 Los D.A. (2014) Desaturazy zhirnykh kislot [Desaturases of fatty acids]. Nauchny mir, P.370.
- 21 Markov S.A. (2009) Ispolzovanie vodorosley dlya polucheniya biotopliva i udaleniya izbytko uglekislogo gaza iz atmosfery [Potential of using microalgae for biofuel production and CO₂ removal from atmosphere]. Alternative Energy and Ecology, vol.2, no 70, pp. 83-90.
- 22 McKendry P., “Energy production from biomass (Part 1): overview of biomass.” Biores Technol 83(2002):37–46, doi:10.1016/S0960-8524(01)00118-3
- 23 Naik SN, Goud VV, Rout PK, Dalai AK, “Production of first and second-generation biofuels: a comprehensive review,” Renew Sustain Energy Rev 14(2010):578–597, doi:10.1016/j.rser.2009.10.003
- 24 Nozzi NE, Oliver JWK, Atsumi S., “Cyanobacteria as a platform for biofuel production.” Front Bioeng Biotechnol 1(2013):7, doi:10.3389/fbioe.2013.00007
- 25 OECD/IEA “Biofuels for transport. Technology roadmap,” International energy agency, (France 2011), 56.
- 26 O gosudarstvennom regulirovanii proizvodstva i oborota biotopliva [On state regulation of production and turnover of biofuel] Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstana ot 29.09.14 r. № 239-V.
- 27 Pahl G. Biodiesel. Growing a New Energy Economy. (Chelsea Green Publishing, 2010), 298.
- 28 Peralta-ahya P.P., Zhang F., del Cardayre S.B., Keasling J.D. “Microbial engineering for the production of advanced biofuels,” Nature, 488(2012): 320-328.
- 29 Posten C., Schaub G. “Microalgae and terrestrial biomass as source for fuels –a process view,” J. Biotechnol, 142(2009):64–69, doi:10.1016/j.jbiotec.2009.03.015
- 30 Pr’ibyl P, Cepak V, Zachleder V., “Oil overproduction by means of microalgae,” Cultivation of cells and products, 1(2014):241–273, doi: 10. 1007/978-94-007-7494-0_10
- 31 Quintana N, Van derKooy F, Van de Rhee M.D, Voshol G.P, Verpoorte R. “Renewable energy from Cyanobacteria: energy production optimization by metabolic pathway engineering” Appl.Microbiol.Biotechnol., 91(2011):471–490.
- 32 “Renewables 2013 Global Status Report,” Paris: REN21 Secretariat 2013. <http://www.ren21.net/REN21Activities/Global-StatusReport.aspx>. REN21.
- 33 Richmond A. Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Phycology, (Oxford: Blackwell 2004). 588.
- 34 Sarsekeyeva F., A. Ussebaeva, B.K. Zayadan, Mironov K., Sidorov R., Kozlova A., Kupriyanova E., M. Sinetova, D.A. Los, “Isolation and characterization of a new cyanobacterial strain with a unique fatty acid composition,” Advances In Microbiology 4(15) (2014): 1033-1043.
- 35 Sarsekeyeva F., B.K. Zayadan, A. Ussebaeva, V.S. Bedbenov, M.A. Sinetova, D.A. Los, “Cyanofuels: biofuels from cyanobacteria: Reality and perspectives,” Photosynth. Res. 125(1-2) (2015):329-340, doi:10.1007/s11120-015-0103-3

- 36 Sarsekeyeva F.K., Zayadan B.K., Los D.A., Sadvakasova A.K., Ussebaeva A.A., Bolathan K. (2016) Shtamm Cyanobacterium sp. IPPAS-1200 v kachestve syrja dlya polucheniya biotopliva [Strain Cyanobacterium sp. IPPAS-1200 as a raw material for the production of biofuel]. Patent of the Republic of Kazakhstan №1750 or 30.09.2016.
- 37 Schenk P, Thomas-Hall S., Stephens E., Marx U., Mussgnug J., Posten C. et al. "Second generation biofuels: high-efficiency microalgae for biodiesel production," *BioEnergy Res.* 1(2008):20–43.
- 38 Selvan BK, Revathi M, Piriya PS, Vasani PT, Prabhu DI, Vennison SJ. "Biodiesel production from marine cyanobacteria cultured in plate and tubular photobioreactors," *Indian J Exp Biol. Mar.* 51(3) (2013): 262-268.
- 39 Sharma, K.K., Schuhmann, H., and Schenk, P.M., "High lipid induction in microalgae for biodiesel production," *Energies*, 5(2012):1532–1553.
- 40 Singh J., Gu S. "Commercialization potential of microalgae for biofuels production," *Renew. Sust. Energ.* 14(2010): 2596–2610.
- 41 Singh, A., Nigam, P.S., Murphy, J.D. "Mechanism and challenges in commercialization of algal biofuels," *Bioresour. Technol.* 102(2011): 26–34.
- 42 Slusarenko V.V. (2010) *Technologii i oborudovanie po proizvodstvu biodisel'nogo topliva* [Technologies and equipment for the production of biodiesel fuel], *Problems of regional energy*, pp.336-40.
- 43 Steen EJ, et al. "Microbial production of fatty-acid-derived fuels and chemicals from plant biomass," *Nature*, 463(2010):559–562.
- 44 Tamagnini P., Leitao E., Oliveira P., Ferriera D., Pinto F., Harris D.J., Heidorn T., Lindblad P. "Cyanobacterial hydrogenases: diversity, regulation and applications," *FEMS Microbiol. Rev.* 31(2007): 692–720.
- 45 Dlya perehoda na biotoplivo v Kazahstane imeutsya nauchnie razrabotki, no net finansirovaniya [There are scientific developments for switching to biofuel in Kazakhstan, but there is no financing]. accessed 2009. <http://www.zakon.kz/151472-dlja-perekhoda-na-biotoplivo-v.html>
- 46 Ussebaeva A., Zayadan B., Sinetova M., Kozlova A., Mironov K., Kupriyanova E., Sidorov R., Los D. "Characterization of cyanobacterial strain IPPAS B-1200 with a unique fatty acid composition" *Abstract book ECCO XXXIV European Culture Collections as tools in research and biotechnology Paris*, (2015):74-75.
- 47 Wang B., Li Y., Wu N., Lan C.Q., "CO₂ biomitigation using microalgae," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 79(2008): 707–718.
- 48 Wang, Z.T., Ullrich, N., Joo, S., et al., "Algal lipid bodies: stress induction, purification, and biochemical characterization in wild_type and starch_less *Chlamydomonas reinhardtii*," *Eukaryot. Cell*, 8(12) (2009):1856–1868.

S.D. Atabayeva*¹, A. Nurmahanova¹, S.S. Asrandina¹, R.A. Alybayeva¹, S.S. Kenzhebayeva¹

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Research Institute of Ecology Problems, Almaty, Kazakhstan

*E-mail: sauleat@yandex.ru

PLANTS UNDER THE COMBINED EFFECT OF SALINITY AND HEAVY METALS

Large areas of soil and water, particularly in the vicinity of large cities and large industrial complexes are contaminated with heavy metals. Another environmental problem is a salinity. The main threat to water resources in many countries is irrigated agriculture. Saline ground water accelerates salinization of soils. Salinization of ground water as a desertification factor has two major aspects: the growth of salt marsh deserts in drainage basins and salinization of irrigated lands. The proportion of saline soils is about 20% of the entire area of irrigated arable land. The result is the combined effect of salinity and heavy metals on the ecosystems. In these areas, agriculture is developing, and there are located wheat, barley and other crops. Heavy metals and salinity cause changes in the physiological, biochemical processes due to accumulation of toxic ions in plant parts. In the review are presented data on the effect of heavy metals and salinity on plant growth and biomass accumulation, effect of different concentrations of heavy metals like cadmium, nickel, zinc, copper and sodium chloride on plants growth. The joint effect of salinity and heavy metals is expressed in a change of anatomical parameters of leaves as a reduction in the thickness of the upper and lower epidermis, reducing the diameter of the conductive beams as an adaptive response to the flow of ions and salts of heavy metals. Change the anatomical parameters of plants roots under the combined effect of salinity and heavy metals is expressed in increasing exoderm thickness, providing a peripheral barrier to the penetration of toxic ions in the apoplast. An anatomical indicator that affects the level of the whole organism - the diameter of the vascular bundles, the ratio of exoderm thickness to the thickness of the endoderm, the diameter of the central cylinder can be used as a test for the resistance of plants to heavy metals and salinity. Under the combined effect of salinity and heavy metal the physiological and biochemical parameters such as growth and accumulation of biomass, relative water content, content of photosynthetic pigments are reduced and the level of lipid peroxidation as an oxidative stress index is increased. In response to salinity and heavy metals the activity of antioxidant enzymes, polyamines, stressful amino acids as integral indicators of plant resistance are increased. The combined effect of heavy metals and salinity aggravates the separate effect of both stressors by increasing osmotic stress, as a result of the high level of dehydration (RWC) and the toxic effect of salinity (NaCl) and heavy metals ions.

Key words: salinity, heavy metals, plants, growth, physiological and biochemical processes, anatomical parameters.

С.Д. Атабаева*¹, А.С. Нурмаханова¹, С.Ш. Асрандина¹, Р.А. Алыбаева¹, С.С. Кенжебаева¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Экология проблемалары ҒЗИ, Алматы қ., Қазақстан

*E-mail: sauleat@yandex.ru

Өсімдіктер тұздану және ауыр металдардың бірлескен әсерінде

Топырақ пен судың үлкен аудандары әсіресе ірі және ірі өндірістік кешендерге жақын орналасқан ауыр металдармен ластанған. Тағы бір экологиялық проблема – ол тұздану болып табылады. Тұзданудың қауіпті негізгі көзі болып суару саналады. Тұзданған жер асты сулары топырақтың тұздануын жеделдетеді. Жер асты суларының тұздануының шөлейттену факторы ретінде екі негізгі аспектілері: суармалы алаңдарында тұзданған шөлдердің көбеюі және суармалы егістік жерлердің тұздануы. Тұзды топырақтың үлесі жалпы суармалы алаңының шамамен 20%-ын

кұрайды. Нәтижесінде экожүйеге тұздандудың және ауыр металдардың бірлескен әсері байқалады. Осы аймақтарда ауыл шаруашылық дамып жатыр, бидай, арпа және басқа да дақылдар өсіріліп жатыр. Ауыр металдар өсімдіктер органдарында улы иондарының жинақталуына байланысты физиологиялық, биохимиялық процестерде өзгерістер туғызады. Шолуда ауыр металдар мен тұздандудың өсімдік өсу және биомасса жинақтауына әсері, кадмий, никель, қорғасын, мыс және ауыр металдар және натрий хлориді өсімдік өсуі туралы деректер берілген. Тұздану мен ауыр металдар бірлескен әсерінен жапырақтың анатомиялық параметрлері өзгереді – бейімдеу жауап ретінде жапырақтың төменгі және жоғарғы эпидермисінің жуандылығының, өткізгіш шоқтардың диаметрінің кішіреюі. Тамырдың экзодермисінің қалыңдауы улы иондардың перифериялық апопластқа енуіне кедергі жасайды. Өткізгіш шоқтардың диаметрі эктодерманың эндодермаға қатынасы, орталық цилиндрдің диаметрі сияқты анатомиялық параметрлерді өсімдіктердің ауыр металдарға және тұздануға тұрақтылығын бағалау барысында тест ретінде қолданады. Ауыр металдардың және тұздандудың бірлескен әсерінде өсімдіктердің тұрақтылығының интегралдық көрсеткіштері – антиоксидантты ферменттердің белсенділігі артады, полиаминдердің, стресс аминқышқылдардың мөлшері ұлғаяды. Өсімдік клеткада дамиды сусыздандудың жоғары деңгейі және иондардың токсикалық әсері себептерінен ауыр металдардың және тұздандудың бірлескен әсері олардың жеке әсерінен зор болып келеді.

Түйін сөздер: тұздылығы, ауыр металдар, өсімдіктер, өсу, физиологиялық және биохимиялық процестер, анатомиялық параметрлері.

С.Д. Атабаева^{*1}, А.С. Нурмаханова¹, С.Ш. Асрандина¹, Р.А. Алыбаева¹, С.С. Кенжебаева¹

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

НИИ проблем экологии, г. Алматы, Казахстан

*E-mail: sauleat@yandex.ru

Растения в условиях совместного действия засоления и тяжелых металлов

Большие территории почвы и воды, особенно вблизи крупных и крупных промышленных комплексов, загрязнены тяжелыми металлами. Другой экологической проблемой является засоление. Основным опасным источником засоления является орошаемое земледелие. Соленые грунтовые воды ускоряют засоление почв. Засоление грунтовых вод в качестве фактора опустынивания имеет два основных аспекта: рост засоленных пустынь в дренажных бассейнах и засоление орошаемых земель. Доля засоленных почв составляет около 20% всей площади орошаемых пахотных земель. Результатом является комбинированное воздействие засоления и тяжелых металлов на экосистемы. В этих районах развивается сельское хозяйство, выращивают пшеницу, ячмень и другие культуры. Тяжелые металлы и засоление вызывают изменения в физиологических, биохимических процессах вследствие накопления токсичных ионов в органах растений. В обзоре представлены данные о влиянии тяжелых металлов и засоления на рост растений и накопление биомассы, влияние различных концентраций тяжелых металлов, таких как кадмий, никель, свинец, медь и хлорид натрия на рост растений. Совместное действие засоления и тяжелых металлов выражается в изменениях анатомических параметров листьев, как уменьшение толщины верхнего и нижнего эпидермиса, уменьшая диаметр проводящих пучков, как адаптивный ответ на поток ионов и солей тяжелых металлов. Изменение анатомических параметров корней растений при комбинированном действии засоления и тяжелых металлов выражается в увеличении толщины экзодермиса, обеспечивая периферический барьер проникновению токсических ионов в апопласт. Анатомические параметры, как диаметр проводящих пучков, отношение толщины экзодермы к толщине эндодермы, диаметр центрального цилиндра, можно использовать в качестве теста на устойчивость растений к действию тяжелых металлов и засоления. При совместном действии засоления и тяжелых металлов снижаются физиологические и биохимические параметры, такие как рост и накопление биомассы, относительное содержание воды, содержание фотосинтетических пигментов и повышение перекисного окисления липидов – индекса окислительного стресса. В ответ на засоления и тяжелые металлы повышается активность антиоксидантных ферментов, полиаминов, стрессовых аминокислот как интегральных показателей устойчивости растений. Сочетанное действие тяжелых металлов и солёности усугубляет обособленный эффект обоих стрессоров за счет увеличения осмотического стресса, в результате чего возникает высокий уровень обезвоживания (низкое значение RWC) и токсический эффект засоления (NaCl) и ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: засоление, тяжелые металлы, растения, рост, физиологические и биохимические процессы, анатомические параметры.

Currently, the overall environmental problem in many countries, especially in developing countries is a pollution of air, water resources and soils by heavy metals, accumulation of toxic and hazardous waste in the environment. Another environmental problem is a salinity. It is observed the synergetic effect of heavy metals stress and salinity in some regions. In Kazakhstan Balkhash Lake region has a problem of heavy metals contamination of soils due to functioning metallurgic plants (Fig. 1). In this region there is a migration of heavy metals through the drainage from

the tailings of metallurgic plants. At the same time in this region there is a problem of salinity. In the Kazakh steppes groundwater very strongly mineralized, respectively, the water penetrates into the ground water, raises their level. As a result, the process salinization is occurred (Stepanenko 2006). The main threat to water resources in the south and south-east of the country is irrigated agriculture. Salinization of irrigated soils as desertification factor has two major aspects: the growth of saltmarsh deserts in drainage basins and salinization of irrigated lands.



Figure 1 - Balkhash region (http://infmir.ru/articles/kazakhstan_lake_balkhash/)

The mechanism of the interaction of heavy metals and plant organism is extremely complicated, this interaction can be schematically represented by the following scheme: heavy metals → cell membranes → cell → organ → plant organism → ecological system.

In response to changes in the environment, the cell modifies the functional activity of all its elements, adapting to the new conditions.

It is known that heavy metals negative effect on the physiological and biochemical processes in plants, changing the properties of membranes (Hernandez 1997: 1375; Zornoza 2002: 1003), activity of enzymes, causing oxidative stress, resulting in inhibited growth processes (Sandalio 2001: 2115; Fry 2002: 57; Atabayeva 2005: 111) (Fig. 2). Along with numerous violations of the vital processes occurring in plants under the influence of adverse factors, heavy metals cause oxidative stress in plants. Free radicals can directly

destroy proteins, amino acids and nucleic acids) and cause lipid peroxidation (Cho 2004: 115; Dixit 2001: 113; Seregin 2001: 606; Romero 2007: 1346; Rastgoo 2011: 375; Rastgoo 2014: 31). Lipid peroxidation causes membrane damaging effect on their function and integrity and may produce irreversible damage to cell function. Cell membranes are the primary target of action of heavy metals. A permeability of cell membranes is also one of the specific mechanism, which is based on the resistance of plants Stress accompanied not only by the excessive generation of reactive oxygen species (ROS), but also a change in the activity of antioxidant enzymes (Fig. 3). The content of ROS in the cell is controlled by enzymes - antioxidants: superoxide dismutase, catalase, peroxidases (Mattuis 2000:83; Rodrigues 2002: 327). It is believed that the level of antioxidant protection and the ability to quickly react to a dangerous situation increased determine the resistance of plants to stress.

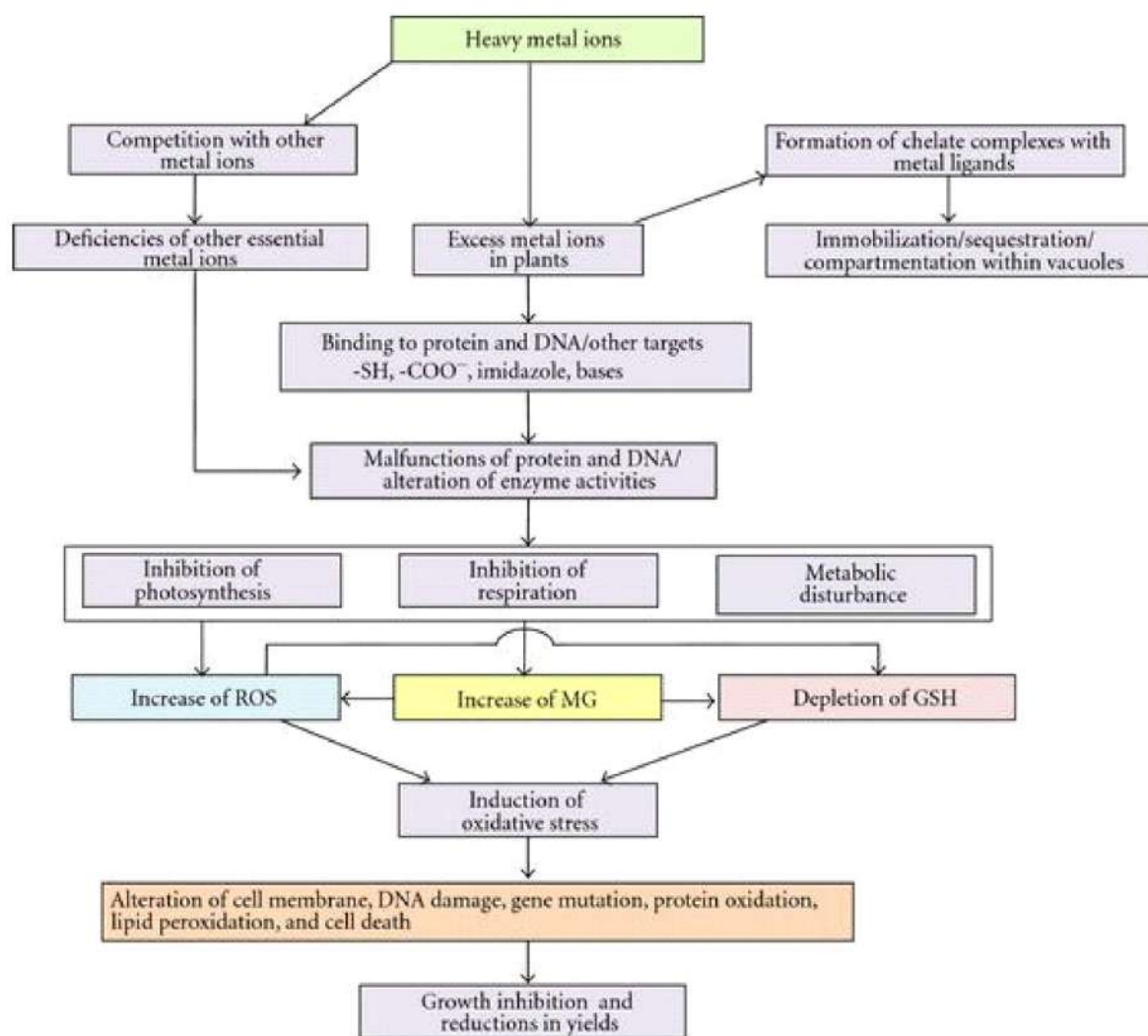


Figure 2 – Effect of heavy metals on plant metabolism (<http://www.hindawi.com/journals/jb/2012/872875/fig1/>)

Many intracellular detoxification mechanisms, as well as processes that limit penetration of heavy metals into plants are nonspecific. For example, associated with heat shock proteins, cell response is not highly specialized - a generalized system, activating the transcription of several genes that provide cell survival in extreme conditions. All organisms respond to stress at the cellular level, the so-called fast synthesis of stress proteins and the simultaneous inhibition of normal protein synthesis. It is assumed that under stressful conditions, these proteins contribute to the repair of denatured proteins and protect others from damage. This allows you to recover and survive the cell under stress (Rastgoo 2014: 31).

In response to heavy metals in plants is activated by a number of protective mechanisms, such

as increased synthesis of metallothioneins (phytochelatin), organic acids, polyamines, aimed at reducing the toxic effects of heavy metals, and maintenance of homeostasis (Fig. 4). Glutathione contains an unusual peptide bond between cysteine amino group and carboxy group of the side chain of glutamate. The importance of glutathione in a cell is determined by its antioxidant properties. In fact, not only glutathione protects cells against toxic agents such as free radicals, but in general defines the status of an intracellular redox environment. The increase in the cells of the content of SH-groups also indicates the response of plant defense reaction, which is expressed in the increase in the content of glutathione, precursor phytochelatin that bind heavy metals, isolating them from participating in the general metabolism (Rausser 1995: 1145; Cobbett 2001: 211).

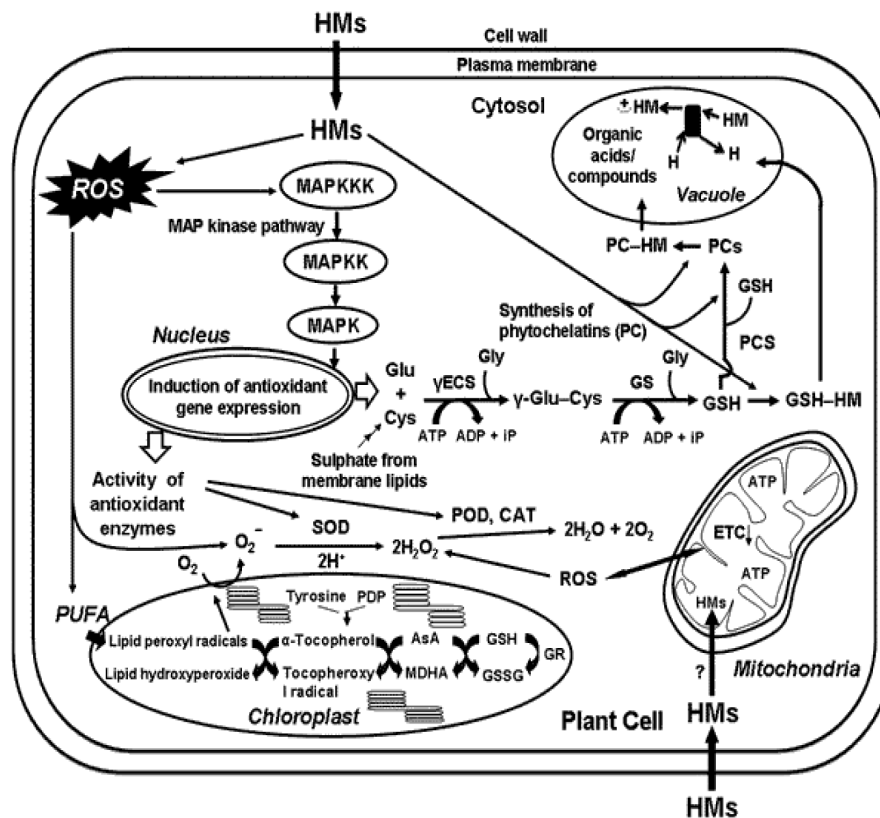


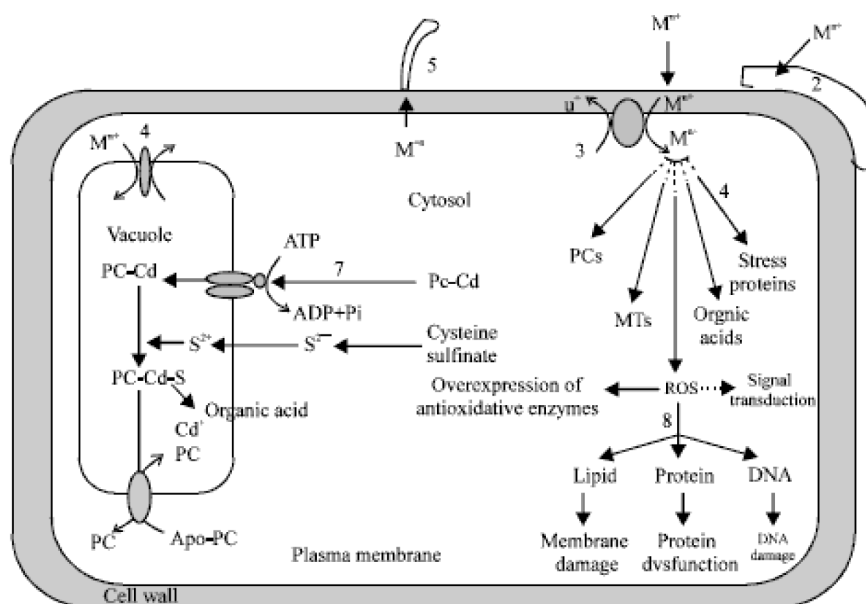
Figure 3 – Heavy metals induced oxidative stress (https://www.researchgate.net/figure/236785078_fig3)

High salt concentrations reduce the osmotic potential of the soil solution, producing water stress in plants. Secondly, salinity causes an ionic toxicity of the plant organism. In the end, the medium salinity causes an imbalance and disrupt ion homeostasis in the cell (Sairam 2007: 407; Tuberosa 2006: 123; Shao 2006: 2; Shao 2007: 143).

Processes such as seed germination, growth and accumulation of biomass, flowering and ripening of crops experiencing the negative effects of salinity. This causes a decrease in yield and quality of agricultural products. It is known that plants fall into halophytes and glycophytes. Glycophyte not withstand high salt concentrations. Reduced growth was stated in rice plants, corn, cotton (Parida 2006: 324; Carillo 2011). The salt stress and water stress (dehydration) show a high degree of similarity in relation to the physiological, biochemical, molecular, and genetic effects. High salt concentrations inhibit plant growth. The inhibition is mediated by a decrease in the content in the plant hormone cytokinin, stimulating plant growth, and an increase in the content of abscisic acid, inhibiting the growth of plants. Changes in hormonal status of the plant stimulate the mechanisms of resistance. It is believed that the

inhibition of growth under salt stress is not so much due to the damaging action of salts as a plant hormone adaptive responses. In nature, the degree of resistance to the stressor is often characterized inverse correlation with the growth rate. Slow growth allows the plants to survive under stress, so it frees a lot of resources (energy and building blocks) needed to implement protective programs (Alehina 2007: 625; Qados 2011: 10).

In conditions of osmotic stress it is very important the synthesis of an osmotically active components, which are synthesized by plants to minimize osmotic potential for the survival of plants. They are called “compatible substances”, as they do not cause changes in cell metabolism. These molecules are characterized by high solubility and the ability to retain water (Alehina 2007: 628). By osmolytes include mannitol, sorbitol, glycine betaine, proline, and others. Transgenic plants with the introduced of mannitol-1-phosphate synthesis gene in saline conditions showed high growth performance compared to wild type (non-transformation). Mannitol partially reduces the amount of inorganic ions in the cytosol (Burg 2008: 7309; Carillo 2011).



1. Extracellular avoidance of metal buildup through immobilization by root exudates.
2. Ectomycorrhizal association restricts metal movement to roots.
3. Metal ions are taken up by plant roots through channel proteins and/or H⁺-coupled carrier proteins.
4. From cytosol metals are transported and accumulated in vacuoles, the events are aided by vacuolar electrogenic proton fluxes.
5. Glandular trichomes and epidermal structures (hydropotes) sequester metals in leaves.
6. Metal ions in cytosol can be detoxified via these routes.
7. Mechanisms involved in Cd chelation and compartmentalization in the vacuole.
8. Metal ions escaped from the complexation damage cellular macromolecules via the production of ROS.

Figure 4 – Cellular mechanisms proposed to be involved in metal uptake, sequestration and detoxification in plants (<http://scialert.net/fulltext/?doi=ijar.2006.122.141&org=10>).

In organisms from bacteria to higher plants there is a strong correlation between proline content and the degree of their survival in the conditions of a strong dehydration and salinity. Proline can serve as a reserve of organic nitrogen during the recovery after stress. In plants, resistant to drought, found a high level of proline in leaves and roots under water stress. Salinity also causes oxidative stress in plant cells. Increasing the activity of antioxidant enzymes such as superoxide dismutase, peroxidase, catalase, glutathione *S*-transferase caused an increase of plant resistance to salinity (Burg 2008: 7312).

In response to salinity there are many protective mechanisms like the synthesis of osmolytes, and other non specific mechanisms. Polyamines play an important role in protection of plant organism under stress conditions. Polyamines prevent damage of biomolecules caused by drought, salinity, heavy metals, etc. Polyamines stabilize structures of DNA, RNA, ribosomes, and membrane (Flores 1991: 100, D'Agostino 2006: 75; Aldesuquy 2014:16) (Fig. 5). In terms of potassium deficiency, osmotic stress, pH and other

low stress polyamines are accumulated in plants, in particular putrescine. Polyamines are synthesized through ornithine decarboxylase or arginine decarboxylase. Putrescine accumulation correlated with arginine decarboxylase activity in oat plants. Experiments with transgenic carrot cells in which the ornithine decarboxylase gene was expressed, showed that these cells are resistant to salinity and water stress (Aldesuquy 2014: 17).

However, the functioning of the plant protection systems under joint effect of heavy metals and salinity remains unclear (Helal: 1998: 443; Kholodova 2005: 850). It is possible that activation of certain plant protection systems depends on the ratio of the concentrations of heavy metals and sodium chloride or sodium sulfate, physical properties of soils and plant species.

Different ratio of heavy metals concentrations and sodium chloride differed on the effect on plants. In some cases NaCl decrease the negative effect of heavy metals on plants and increase the translocation of heavy metals to the above the ground organs (Kholodova 2005: 849).

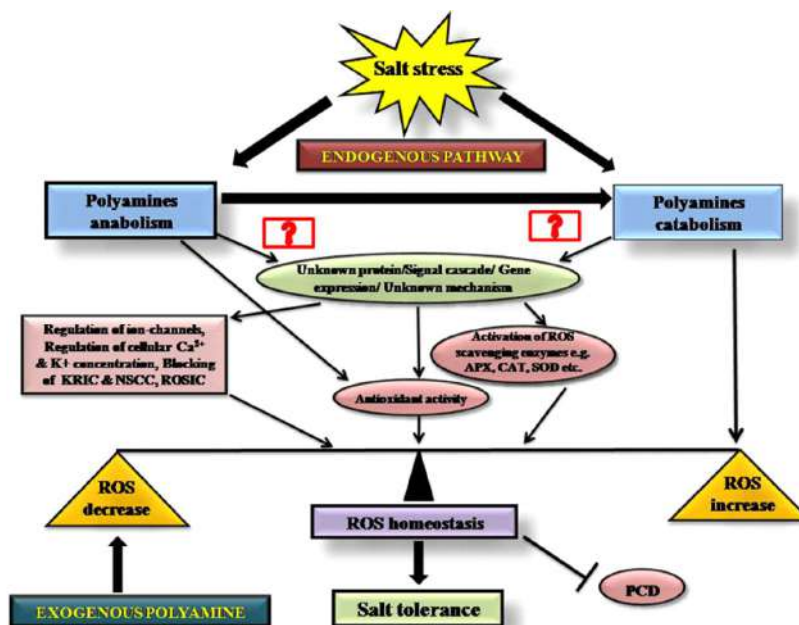


Figure 5 – The role of polyamines in maintaining redox homeostasis during salinity stress (<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenvs.2015.00021/full>)

Heavy metals and salinity cause changes in the anatomic structure of leaves and roots of plants. Changes in the structure of leaves mainly expressed in the reduction of the thickness of the upper and lower epidermis of leaves, in reducing the diameter of the vascular bundles. The anatomical structure of roots changes in the direction of reducing the thickness of exodermis and endodermis. In some plants the ratio of the exoderm thickness to the thickness of the endodermis was increased under the effect of these stressors. The diameter of the central cylinder of plant roots reduced under the influence of salinity and heavy metals (Atabayeva 2013: 2066).

Adaptation of plants to the action of metals in saline conditions is a major problem due to the increasing heavy metal contamination of saline soils. Sairam et al. provided information on the accumulation of zinc, copper and cadmium in the roots and above-ground parts of plants. It was found that under the strong contamination by heavy metals and medium salination plants accumulate a great amount of heavy metals, and in strong salinity conditions and medium contamination by heavy metals it is reduced the accumulation of these heavy metals in the roots and increases the translocation of them, especially zinc, in the aerial organs. The value of accumulation factor increased from 0.1 to 3.5 for copper (Cu) and from 0.4 to 6.3 for zinc (Zn), the concentration of cadmium (Cd) has been a slight increase (Sairam 2004: 408).

However, the functioning of the plant protection systems under joint effect of heavy metals and salinity remains unclear (Helal 1998: 443; Kholodova 2005: 850). It is possible that activation of certain plant protection systems depends on the ratio of the concentrations of heavy metals and sodium chloride or sodium sulfate, physical properties of soils and plant species.

Different ratio of heavy metals concentrations and sodium chloride differed on the effect on plants. In some cases NaCl decrease the negative effect of heavy metals on plants and increase the translocation of heavy metals to the above the ground organs (Kholodova 2005: 849).

Heavy metals and salinity cause changes in the anatomic structure of leaves and roots of plants. Changes in the structure of leaves mainly expressed in the reduction of the thickness of the upper and lower epidermis of leaves, in reducing the diameter of the vascular bundles. The anatomical structure of roots changes in the direction of reducing the thickness of exodermis and endodermis. In some plants the ratio of the exoderm thickness to the thickness of the endodermis was increased under the effect of these stressors. The diameter of the central cylinder of plant roots reduced under the influence of salinity and heavy metals (Atabayeva 2013: 2066).

Adaptation of plants to the action of metals in saline conditions is a major problem due to the increasing heavy metal contamination of saline soils.

Sairam et al. provided information on the accumulation of zinc, copper and cadmium in the roots and above-ground parts of plants. It was found that under the strong contamination by heavy metals and medium salination plants accumulate a great amount of heavy metals, and in strong salinity conditions and medium contamination by heavy metals it is reduced the accumulation of these heavy metals in the roots and increases the translocation of them, especially zinc, in the aerial organs. The value of accumulation factor increased from 0.1 to 3.5 for copper (Cu) and from 0.4 to 6.3 for zinc (Zn), the concentration of cadmium (Cd) has been a slight increase (Sairam 2004 : 408).

In contrast, the content of zinc and cadmium in the roots of *Tamarix maritima*, increased 3-fold in the area of high salinity. The copper content has not changed, but the translocation of copper in the aerial organs was suppressed. For copper and lead in dicots translocation in aerial organs increased (Fitzgerald 2003: 67). Some studies have found that halophytes are more resistant to the joint effect of two stressors. In *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystallinum* when exposed to both stressors were not visible signs of damage, but their biomass decreased by 40% in *Sesuvium portulacastrum* and 70% in *Mesembryanthemum crystallinum* (Ghnaya 2007: 73). Most of research was performed with cadmium under saline conditions. Plants *Mesembryanthemum crystallinum* grown 30 days at 50 and 100 μM of Cd. Plant biomass inhibited by 50% and there were signs of necrosis on leaves. In the presence of 100 and 400 mM NaCl necrotic spots disappeared. Dry biomass plant exceeded control plants. Salinity decreased the concentration of Cd in roots and aerial organs, but due to elevated growth of these plant Cd content by weight per plant increased significantly.

Plants *Tamarix smyrnensis* were grown in the medium with 16 mg/kg Cd (NO_3)₂ (Bunge 2008: 326). Within 10 weeks in the presence of cadmium and 0.5% NaCl were not visible necrotic symptoms. In the presence of 3% NaCl plant growth and biomass reduced. Cadmium concentration in the absence of salt was increased up to 2.45 mg/kg in roots, and up to 3.3 mg/kg in aerial organs.

In the absence of salinity the total removal of cadmium from soil by plants was equal to 9.4 g Cd, at 0.5% NaCl- 19, 7 g Cd and of the and at 3.0% NaCl - 338.3 g Cd. In other words, the removal of cadmium increased 4-fold at 3% NaCl. In Egypt when salty irrigation water is in common practice, after 6 months of growing plants *Leucaena leucocephala* (a leguminous tree) at 10 mM NaCl cadmi-

um concentration in leaves increased by 2-3 times, and the concentration of zinc - by 1.5 times (Helal 1999: 589). The content of heavy metals per plant increased by 1.23 times and bioaccumulation factor increased from 2.4 times up to 1.46 times for zinc, but for cadmium these parameters increased slightly.

Plants *Plantago coronopus* L., *Portulaca oleraceae* L. and *Inula critmoides* were grown at 100 and 200 mM NaCl in the presence of Cd, Cr, Ni, in concentrations of 2, 4 and 10 mg/kg, respectively. After 21 days, cadmium and nickel significantly reduced biomass of *Portulaca oleraceae*. The highest accumulation of Cd and Ni in the aerial parts of *Portulaca oleraceae* noted L. In contrast, in *Plantago coronopus* L. found a significant decrease in the concentration of these metals in above-ground organs at both concentrations of NaCl, while the concentration of chromium increased (Zurayk 2001: 1773).

Biomass of Merseembryanthemum crystallinum L. (Crystal grass) at 50 μM CuSO_4 and 800 mM ZnCl_2 decreased biomass, plants did not maintain turgor, and there were other signs of toxicity of metals. The addition of 400 mM NaCl to the growth medium neutralized the effect of copper and zinc. Copper concentration increased in 7-8 and 20-40 times for zinc (Kholodova 2005: 848).

In studies with monocotyledonous plants, such as wheat, it was also found that of NaCl increases metals content in plant organs. Wheat plants were grown at 60, 120, 180 mM NaCl in the presence of cadmium the biomass of above-ground organs reduced, but the concentration of cadmium in the aerial organs increased by 3 times at the highest concentration of NaCl. Increasing the NaCl concentration slightly decreased zinc content in the aboveground organs (Khoshgoftarmanesh 2003: 582)

Some researchers have shown that chloride ions reduce the absorption of cadmium in the soil, increasing its accumulation in plants. Concentration of cadmium in aerial organs increased up to 40 g/kg for wheat at 75 mM NaCl and 10 mM Cd, the reduction in biomass was observed (Muehling 2003:219). Other researchers observed the increase of cadmium content in aerial organs in susceptible to salinity genotypes. In different genotypes of barley cadmium content increased with increasing NaCl concentrations (Smykalova 2003: 269; Huang 2006: 557).

Glycophytes as well as halophytes under saline conditions adapt to salt stress changes in physiological, biochemical and anatomical parameters (Degenhardt 2002: 595; Akram 2002: 165; Javed 2001: 18; Ramos 2004: 103; Céccoli 2011: 10). Under the influence of salinity plants have a decrease in cell

size, changes in the number of stomata, reducing the thickness of the epidermis of leaves (Akram 2002: 166). Salinity reduced root length and diameter of roots. Under salinity stress the apical meristem size, the diameter of the cortex and central cylinder decreased. Salinization leads to anatomical changes in cell wall structure. In cotton plants was observed suberinization of Casparian strips (Javed 2001: 19).

A decrease in the ratio of the central cylinder and cortical parenchyma, indicating a reduction in the diameter of the central cylinder of plant roots was observed. The ratio of the above-ground organs and roots also reduced. Such observations are described in cotton plants (Reinhardt 1995: 563).

The diameter of xylem elements and the characteristic of cell walls is the main determinant in xylem hydraulic resistance (Céccoli 2011: 10). In the exodermis of plants *Vrachiaria decumbens* observed the thickening of the endodermis and increase intercellular spaces in the cortex, strong lignification of exodermis cells (Ramos 2004: 103).

Heavy metals are found in the cell walls of the root cortical cells. Under the effect of zinc in plants *Brassica juncea* a decrease in the cells of palisade parenchyma and epidermal cells was observed. Also, there was a reduction in starch content. Cadmium cause minor changes in the cells of the epidermis and mesophyll, an increasing of number of vacuoles in epidermis and cortical cells of roots (Gomes 2011: 566).

In plants, collected from anthropogenically polluted areas the thickness of the upper and lower epidermis, the mesophyll cells and palisade parenchyma of leaves decreased (Sridhar 2005: 1310; Mikovilovi 2010: 2413).

Thus, various kinds of plants have different ways to respond to the combined effect of heavy metals and salinity. But it can be concluded that NaCl is partially reduces the negative effect of these stressors as compared to their separate effect. Accumulation of heavy metals and their translocation to aerial organs in the presence of NaCl in many cases increased. Heavy metals and salinity cause changes in the anatomic structure of leaves and roots of plants.

References

- 1 Атабаева С.Д. Действие меди на активность окислительно-восстановительных ферментов и перекисное окисление липидов мембран // Биотехнология. Наука и практика. – 2005. – №4. – С. 111-118.
- 2 Алехина Н.А., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. Физиология растений. – М.: Наука, 2007. – 640 p.
- 3 Степаненко А. “Медленное убийство озера // Оазис, 15 января 2006 г. <http://www.neweurasia.info/cgi-bin/datacgi/database.cgi?file=News&report=SingleArticleRu2005&ArticleID=0004720>
- 4 Akram M., Akhtar S., Javed I.-UL-H., Wahid A., Rasul E. “Anatomical attributes of different wheat accessions/varieties NaCl salinity,” *Int. J. Agri. Biol.*, 4(1) (2002), pp. 165-168.
- 5 Aldesuquy H., Haroun S., Abo-Hamed S., El-Saied A.-W. “Involvement of spermine and spermidine in the control of productivity and biochemical aspects of yielded grains of wheat plants irrigated with waste water,” *Egyptian journal of basic and applied sciences*, 11 (2014), pp.16 -28.
- 6 Atabayeva S., Nurmahanova A., Minocha S., Ahmetova A., Kenzhebayeva S., Aidosova S., Nurzhanova A., Zhardamalieva A., Asrandina S., Alybayeva R., Li T. “The effect of alinity on growth and anatomical attriof barley seedlings (*Hordeum vulgare* L.),” *African Journal of Biotechnology*, 12 (18) (2013), pp. 2366-2377.
- 7 Bunge R., Manousaki E., Kadukova J., Papadantonakus N., Kalogerakis N. “Phytoextraction and phytoexcretion of Cd by the leaves of *Tamarix smyrnensis* growing on saline and non-saline soils,” *Environ Res.*, 106 (2008), pp. 326-332.
- 8 Burg M.B., Ferraris J.D. “Intracellular Organic Osmolytes: Function and Regulation,” *J Biol Chem.* 283(12) (2008), pp. 7309–7313. doi: 10.1074/jbc.R700042200
- 9 Carillo P., Annunziata M. G., A. Fuggi , Woodrow P. “Salinity Stress and Salt Tolerance. Biochemistry, Genetics and Molecular Biology.” In *Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*, edited by Arun Shanker and B. Venkateswarlu, ISBN 978-953-307-394-1, Published: September 22, 2011 under CC BY-NC-SA 3.0 license. DOI: 10.5772/22331
- 10 Céccoli G., Ramos J., Ortega J. “Salinity induced anatomical and morphological changes in *Chloris gayana* Kunth roots,” *Biocell*, 35(1) (2011), pp. 9-17.
- 11 Cho U., Seo N. “Oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation,” *Plant Science*, 168 (2004), pp. 113-120.
- 12 Cobbett C.S. “Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification,” *Curr. Opin. Plant Biol.*, 3 (2000), pp. 211-216.
- 13 D’Agostino L., Pietro M., Luccia A.D. “Nuclear aggregates of polyamines,” *IUBMB Life*, 58 (2) (2006), pp. 75-82.
- 14 Degenhardt B., Gimmler H. “Cell wall adaptations to multiple environment stresses in maize root,” *Journal of Experimental Botany*, 51 (2000), pp. 595-603.
- 15 Dixit V., Pandey V., Shymar R. “Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisumsativum* L. cv. Azad),” *J. Exp. Bot.*, 52 (2001), pp. 1101-1109.
- 16 Flores H.E. “Changes in polyamine metabolism in response to abiotic stress.” In *Biochemistry and physiology of polyamines in plants* (Fla., CRC Press.Inc., Boca Raton, 1991), 99-106.

- 17 Fitzgerald F.J., Caffrey J.M., Nesaratnam S.T., McLoughlin P. Copper and lead concentrations in salt marsh plants on the Suir Estuary // Ireland. *Environ Pollut.* - 2003. - Vol. 123. - P. 67-74.
- 18 Fry S.C., Miller J. G., Panwill J.C. "A proposed role for copper ions in cell wall loosening," *Plant and soil.* 247 (2002), pp. 57-67.
- 19 Gomes M.P., Lanza de Sá e Melo Marques T. C. L., Mariana de Oliveira., G. Nogueira., Castro E. M., De Soares Â.M. "Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens*," *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 68(5) (2011), pp. 566-573.
- 20 Ghnaya T., Slama I., Messedi D., Grignon C., Ghorbel M.H., Abdely C. "Effects of Cd²⁺ on K⁺, Ca²⁺ and N uptake in two halophytes *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystallinum*: consequences on growth," *Chemosphere*, 67 (2007), pp. 72-79.
- 21 Helal M., Baibagyshev E., Saber. S. "Uptake of Cd and Ni by spinach, *Spinacea oleracea* (L.) from polluted soil under field conditions as affected by salt water irrigation," *Agronomie*, (1998), pp. 443-448.
- 22 Hernandez L., Cooke D. "Modification of root plasma membrane lipid composition, of cadmium-treated *Pisum sativum*," *Journal of Experimental Botany*, 48 (312) (1997), pp. 1375-1381.
- 23 Huang Y.Z., Zhang G.P., Wu F.B., Chen J.X., Zhou M.X. "Difference in physiological traits among salt-stressed barley genotypes," *Commun Soil Sci Plant Anal*, 37 (2006), pp. 557-570.
- 24 Javed I-ul-H., Wahidand E., Rasul A. "Selection of pearl millet lines for tolerance to increased salinity," *JAPS*, 11 (2001), pp. 18-23.
- 25 Khoshgoftarmansh A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Van der Zee Seatm "Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat," *Soil Sci Soc Am J.*, 70 (2006), pp. 582-589.
- 26 Kholodova V.P., Volkov K.S., Kuznetsov V.V. "Adaptation of the common ice plant to high copper and zinc concentrations and their potential using for phytoremediation," *Russ. J. Plant Physiol.*, 52 (2005), pp. 848-858.
- 27 Khoshgoftarmansh A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Van der Zee Seatm "Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat," *Soil Sci Soc Am J.*, 70 (2006), pp. 582-589.
- 28 Khoshgoftar A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Van der Zee Seatm, Parker D.R. "Salinity and zinc application effects on phytoavailability of cadmium and zinc," *Soil Sci Soc. Am. J.*, 68 (2004), pp. 1885-1889.
- 29 Mateos-Naranjo E., Redondo-Gomez S., Cambrolle J., Figueroa M. E. "Growth and photosynthetic responses to copper stress of an invasive cordgrass," *Marine Environmental Research*, 66 (4) (2008), pp. 459.
- 30 Mattuis J.M. "Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology," *Toxicology*, 153 (2000), pp. 83-104.
- 31 Muehling K. H., Lauchli A. "Interaction of NaCl and Cd stress on compartmentation pattern of cations, antioxidant enzymes and proteins in leaves of two wheat genotypes differing in salt tolerance", *Plant Soil.*, 253 (2003), pp. 219-231.
- 32 Mikovilovi V.S., Dragosavac D. "Environmental impact on morphological and anatomical structure of *Tansy Stevovi*," *African Journal of Biotechnology*, 9(16) (2010), pp. 2413-2421.
- 33 Otte M.L., Bestebroer S.L., Van der Linden J.M., Rozema J., Broekman R.A. "A survey of zinc, copper and cadmium concentrations in salt marsh plants along the Dutch coast," *Environ Pollut.* 72 (2009), pp. 175-189.
- 34 Qados A.M. "Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.)," *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10 (1)(2011), pp. 7-15
- 35 Parida A. K., Das A.B. "Salt tolerance and salinity effects on plants: a review," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60 (3) (2006), pp. 324-349 <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010>
- 36 Ramos J., Perreta M.G., Tivano J.C., Vegetti A.C. "Variaciones anatómicas en la raíz de *Pappophorum philippianum* inducida sporsalinidad," *Phyton USA*, 3(2004), pp. 103-109.
- 37 Rastgoo L., Alemzadeh A., Tale A.M., Tazangi S.E., Eslamzadeh T. "Effects of copper, nickel and zinc on biochemical parameters and metal accumulation in gouan, *Aeluropus littoralis*, *Plant Knowledge Journal Southern Cross Publishing Group*, 1 (2014), pp. 31-38.
- 38 Rastgoo L., Alemzadeh A. "Biochemical responses of Gouan (*Aeluropu slittoralis*) to heavy metals stress," *AJCS*, 5(4) (2011), pp. 375-383.
- 39 Reinhardt D.H., Rost T.L. "Salinity accelerates endodermal development and induces an exodermis in cotton seedlings roots," *Environmental and experimental Botany*, 35 (1995), pp. 563-574.
- 40 Rodrigues F.R., Francisco F.R., Pierre V.A. "Changes in antioxidant enzyme activities in soybean under cadmium stress," *J. Plant Nutr.* 2 (2002), pp. 327-342.
- 41 Romero M.C., Corpas F.J., Zabalza A., Rodrigues S. M. "Differential expression and regulation of antioxidative enzymes by cadmium in plants," *J. Plant Physiol.* 164 (2007), pp. 1346-1357.
- 42 Rauser W.E. "Phytochelatin and related peptides," *Plant physiol.*, 109 (1995), pp. 1141-1149.
- 43 Sairam R.K., Tyagi A. "Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants," *Current Science*, 86(3) (2004), pp. 407-421.
- 44 Sandalio L.M., Dalurzo H.C. Gomez M., Romero-Puetras M.C. "Cadmium induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants," *J. Exp. Bot.*, 52 (2001), pp. P. 2115-2126.
- 45 Seregin I.V., Ivanov V.B. "Fiziologicheskie aspekti toksicheskogo deistvia kadmia i svinca na vysshie rastenia," [Physiological aspects of toxic effect of cadmium and lead], *Fiziologia rastenii*, 48 (2001), pp. 606-630.
- 46 Shao H.B., Chu L.Y., Zhao C.X., Guo Q.J., Liu X.A., Ribaut J.M. "Plant gene regulatory network system under abiotic stress," *Acta Biologica Szegediensis*, 50 (1-2) (2006), pp. 1-9.

- 47 Shao H.B., Chu L.Y., Wu G., Zhang J.H., Lu Z.H., Hu Y.C. "Changes of some anti-oxidative physiological indices under soil water deficits among 10 wheat genotypes at tillering stage," *Colloids Surf Biointerfaces*, 54 (2)(2007), pp. 143-149.
- 48 Smykalova I., Zamechnikova B. "The relationship between salinity and cadmium stress in barley," *Biol Plant.*, 46 (2003), pp. 269–273.
- 49 Sridhar M., Diehl S.V., Han F.X., Monts D.L., Sub Y. "Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian mustard *Brassica juncea*," *Environmental and Experimental Botany*, 54 (2005), pp. 131–141.
- 50 Tuberosa R., Salvi S. "Genomics-based approaches to improve drought tolerance of crops," *Trends in Plant Science*, - 11(8) (2006), pp. 123-131.
- 51 Zornoza P., Vazquez S., Esteban E., Fernandez-Pascual M. "Cadmium stress in nodulated white lupin: strategies to avoid toxicity," *Plan Physiol. Biochem.*, 40 (2002), pp.1003-1009.
- 52 Zurayk R.A., Houry N.F., Talhouk S.N., Baalbaki R.Z. "Salinity-heavy metal interactions in four salt-tolerant plant species," *J. Plant Nutr.*, 24 (2001), pp. 1773–1786.

References

- 1 Akram M., Akhtar S., Javed I.-UL-H., Wahid A., Rasul E. "Anatomical attributes of different wheat accessions/varieties NaCl salinity," *Int. J. Agri. Biol.*, 4(1) (2002), pp. 165-168.
- 2 Aldesuquy H., Haroun S., Abo-Hamed S., El-Saied A.-W. "Involvement of spermine and spermidine in the control of productivity and biochemical aspects of yielded grains of wheat plants irrigated with waste water," *Egyptian journal of basic and applied sciences*, 11 (2014), pp.16 -28.
- 3 Alehina N.A., Balnokin U.V., Gavrilenko V.F., *Fiziologia rastenii [Plant physiology]*. (Moscow, Nauka, 2007), 640 p.
- 4 Atabayeva S.D. "Deistvie medi na aktivnost' okislitelno-vosstanovitelnih fermentov i perekisnoe okislenie lipidov membrane," [Effect of copper on activity of redox enzymes and lipid peroxidation] *Biotechnologia. Nauka i praktika*, 4 (2005), pp. 111-118.
- 5 Atabayeva S., Nurmahanova A., Minocha S., Ahmetova A., Kenzhebayeva S., Aidosova S., Nurzhanova A., Zhardamalieva A., Asrandina S., Alybayeva R., Li T. "The effect of alinity on growth and anatomical attriof barley seedlings (*Hordeum vulgare* L.)," *African Journal of Biotechnology*, 12 (18) (2013), pp. 2366-2377.
- 6 Bunge R., Manousaki E., Kadukova J., Papadantonakus N., Kalogerakis N. "Phytoextraction and phytoexcretion of Cd by the leaves of *Tamarix smyrnensis* growing on saline and non-saline soils," *Environ Res.*, 106 (2008), pp. 326-332.
- 7 Burg M.B., Ferraris J.D. "Intracellular Organic Osmolytes: Function and Regulation," *J Biol Chem.* 283(12) (2008), pp. 7309–7313. doi: 10.1074/jbc.R700042200
- 8 Carillo P., Annunziata M. G., A. Fuggi , Woodrow P. "Salinity Stress and Salt Tolerance. Biochemistry, Genetics and Molecular Biology." In *Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*, edited by Arun Shanker and B. Venkateswarlu, ISBN 978-953-307-394-1, Published: September 22, 2011 under CC BY-NC-SA 3.0 license. DOI: 10.5772/22331
- 9 Céccoli G., Ramos J., Ortega J. "Salinity induced anatomical and morphological changes in *Chloris gayana* Kunth roots," *Biocell*, 35(1) (2011), pp. 9-17.
- 10 Cho U., Seo N. "Oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation," *Plant Science*, 168 (2004), pp. 113-120.
- 11 Cobbett C.S. "Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification," *Curr. Opin. Plant Biol.*, 3 (2000), pp. 211-216.
- 12 D'Agostino L., Pietro M., Luccia A.D. "Nuclear aggregates of polyamines," *IUBMB Life*, 58 (2) (2006), pp. 75-82.
- 13 Degenhardt B., Gimmler H. "Cell wall adaptations to multiple environment stresses in maize root," *Journal of Experimental Botany*, 51 (2000), pp. 595-603.
- 14 Dixit V., Pandey V., Shymar R. "Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad)," *J. Exp. Bot.*, 52 (2001), pp. 1101-1109.
- 15 Flores H.E. "Changes in polyamine metabolism in response to abiotic stress." In *Biochemistry and physiology of polyamines in plants* (Fla., CRC Press, Inc., Boca Raton, 1991), 99-106.
- 16 Fitzgerald F.J., Caffrey J.M., Nesaratnam S.T., McLoughlin P. Copper and lead concentrations in salt marsh plants on the Suir Estuary // Ireland. *Environ Pollut.* - 2003. - Vol. 123. - P. 67–74.
- 17 Fry S.C., Miller J. G., Panwill J.C. "A proposed role for copper ions in cell wall loosening," *Plant and soil*. 247 (2002), pp. 57-67.
- 18 Gomes M.P., Lanza de Sá e Melo Marques T. C. L., Mariana de Oliveira., G. Nogueira., Castro E. M., De Soares Â.M. "Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens*," *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 68(5) (2011), pp. 566-573.
- 19 Ghnaya T., Slama I., Messedi D., Grignon C., Ghorbel M.H., Abdelly C. "Effects of Cd²⁺ on K⁺, Ca²⁺ and N uptake in two halophytes *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystallinum*: consequences on growth," *Chemosphere*, 67 (2007), pp. 72–79.
- 20 Helal M., Baibagyshew E., Saber. S. "Uptake of Cd and Ni by spinach, *Spinacea oleracea* (L.) from polluted soil under field conditions as affected by salt water irrigation," *Agronomie*, (1998), pp. 443–448.
- 21 Hernandez L., Cooke D. "Modification of root plasma membrane lipid composition , of cadmium-treated *Pisum sativum*," *Journal of Experimental Botany*, 48 (312) (1997), pp. 1375-1381.
- 22 Huang Y.Z., Zhang G.P., Wu F.B., Chen J.X., Zhou M.X. "Difference in physiological traits among salt-stressed barley genotypes," *Commun Soil Sci Plant Anal* , 37 (2006), pp..557–570.

- 23 Javed I-ul-H., Wahidand E., Rasul A. "Selection of pearl millet lines for tolerance to increased salinity," JAPS, 11 (2001), pp. 18–23.
- 24 Khoshgoftarmenesh A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Van der Zee Seatm "Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat," Soil Sci Soc Am J., 70 (2006), pp. 582–589.
- 25 Kholodova V.P., Volkov K.S., Kuznetsov V.V. "Adaptation of the common ice plant to high copper and zinc concentrations and their potential using for phytoremediation," Russ. J. Plant Physiol., 52 (2005), pp. 848–858.
- 26 Khoshgoftarmenesh A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Van der Zee Seatm "Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat," Soil Sci Soc Am J., 70 (2006), pp. 582–589.
- 27 Khoshgoftar A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Van der Zee Seatm, Parker D.R. "Salinity and zinc application effects on phytoavailability of cadmium and zinc," Soil Sci Soc. Am. J., 68 (2004), pp. 1885–1889.
- 28 Mateos-Naranjo E., Redondo-Gomez S., Cambrolle J., Figueroa M. E. "Growth and photosynthetic responses to copper stress of an invasive cordgrass," Marine Environmental Research, 66 (4) (2008), pp.459.
- 29 Mattuis J.M. "Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology," Toxicology, 153 (2000), pp. 83-104.
- 30 Muehling K. H., Lauchli A. "Interaction of NaCl and Cd stress on compartmentation pattern of cations, antioxidant enzymes and proteins in leaves of two wheat genotypes differing in salt tolerance", Plant Soil., 253 (2003), pp. 219–231.
- 31 Mikovilovi V.S., Dragosavac D. "Environmental impact on morphological and anatomical structure of Tansy Stevovi," African Journal of Biotechnology, 9(16) (2010), pp. 2413-2421.
- 32 Otte M.L., Bestebroer S.L., Van der Linden J.M., Rozema J., Broekman R.A. "A survey of zinc, copper and cadmium concentrations in salt marsh plants along the Dutch coast," Environ Pollut. 72 (2009), pp, 175–189.
- 33 Qados A.M. "Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.)," Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 10 (1)(2011), pp. 7–15
- 34 Parida A. K., Das A.B. "Salt tolerance and salinity effects on plants: a review," Ecotoxicology and Environmental Safety, 60 (3) (2006), pp. 324–349 <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010>
- 35 Ramos J., Perreta M.G., Tivano J.C., Vegetti A.C. "Variaciones anatómicas en la raíz de *Pappophorum philippianum* inducida sporsalinidad," Phytom USA, 3(2004), pp. 103-109.
- 36 Rastgoo L., Alemzadeh A., Tale A.M., Tazangi S.E., Eslamzadeh T. "Effects of copper, nickel and zinc on biochemical parameters and metal accumulation in *Gouan*, *Aeluropus littoralis*, Plant Knowledge Journal Southern Cross Publishing Group, 1 (2014), pp. 31-38.
- 37 Rastgoo L., Alemzadeh A. "Biochemical responses of *Gouan* (*Aeluropu slittoralis*) to heavy metals stress," AJCS, 5(4) (2011), pp. 375-383.
- 38 Reinhardt D.H., Rost T.L. "Salinity accelerates endodermal development and induces an exodermis in cotton seedlings roots," Environmental and experimental Botany, 35 (1995), pp. 563-574.
- 39 Rodrigues F.R., Francisco F.R., Pierre V.A. "Changes in antioxidant enzyme activities in soybean under cadmium stress," J. Plant Nutr. 2 (2002), pp. 327-342.
- 40 Romero M.C., Corpas F.J., Zabalza A., Rodrigues S. M. "Differential expression and regulation of antioxidative enzymes by cadmium in plants," J. Plant Physiol. 164 (2007), pp. 1346-1357.
- 41 Rauser W.E. "Phytochelatin and related peptides," Plant physiol., 109 (1995), pp. 1141-1149.
- 42 Sairam R.K., Tyagi A. "Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants," Current Science, 86(3) (2004), pp. 407-421.
- 43 Sandalio L.M., Dalurzo H.C. Gomez M., Romero-Puetras M.C. "Cadmium induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants," J. Exp. Bot., 52 (2001), pp. P. 2115-2126.
- 44 Seregin I.V., Ivanov V.B. "Fiziologicheskie aspekti toksicheskogo deistvia kadmia i svinca na vysshie rastenia," [Physiological aspects of toxic effect of cadmium and lead], Fiziologia rastenii, 48 (2001), pp. 606-630.
- 45 Shao H.B., Chu L.Y., Zhao C.X., Guo Q.J., Liu X.A., Ribaut J.M. "Plant gene regulatory network system under abiotic stress," Acta Biologica Szegediensis, 50 (1-2) (2006), pp.1-9.
- 46 Shao H.B., Chu L.Y., Wu G., Zhang J.H., Lu Z.H., Hu Y.C. "Changes of some anti-oxidative physiological indices under soil water deficits among 10 wheat genotypes at tillering stage," Colloids Surf Biointerfaces, 54 (2)(2007), pp. 143-149.
- 47 Smykalova I., Zamechnikova B. "The relationship between salinity and cadmium stress in barley," Biol Plant., 46 (2003), pp. 269–273.
- 48 Sridhar M., Diehl S.V., Han F.X., Monts D.L., Sub Y. "Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian mustard *Brassica juncea*," Environmental and Experimental Botany, 54 (2005), pp. 131–141.
- 49 Stepanenko A. "Medlennoe ubiistvo ozera"[Slow killing of the lake]. Oasis, 15 January, 2006 <http://www.neweurasia.info/cgi-bin/datacgi/database.cgi?file=News&report=SingleArticleRu2005 &ArticleID=0004720>
- 50 Tuberosa R., Salvi S. "Genomics-based approaches to improve drought tolerance of crops," Trends in Plant Science,- 11(8) (2006), pp. 123-131.
- 51 Zornoza P., Vazquez S., Esteban E., Fernandez-Pascual M. "Cadmium stress in nodulated white lupin: strategies to avoid toxicity," Plan Physiol. Biochem., 40 (2002), pp.1003-1009.
- 52 Zurayk R.A., Khoury N.F., Talhouk S.N., Baalbaki R.Z. "Salinity-heavy metal interactions in four salt-tolerant plant species," J. Plant Nutr., 24 (2001), pp. 1773–1786.

С.Д. Атабаева*¹, А.С. Нурмаханова¹, С.Ш. Асрандина¹, С.С. Кенжебаева¹

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

*E-mail: sauleat@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ КАДМИЯ НА РАСТЕНИЯ

С развитием тяжелой промышленности уровень загрязнения окружающей среды ионами кадмия растет. Источниками загрязнения кадмием являются предприятия горнодобывающей промышленности, металлургические заводы. Актуальность темы возрастает в связи с широким применением в сельском хозяйстве фосфорных удобрений и пестицидов, в состав которых входит кадмий. В данной статье рассматриваются источники загрязнения почвы ионами кадмия. В статье описываются факторы, влияющие на поглощение ионов кадмия растениями, раскрываются механизмы токсического действия кадмия на структуру и свойства клеточных мембран, механизмы воздействия свободных радикалов, вызванных окислительным стрессом в условиях загрязнения почвы ионами кадмия, на структуру белков и липидов, а также действие кадмия на рост и клеточное деление. В статье приводятся данные о влиянии минеральных элементов на поглощение кадмия растениями, о молекулярных механизмах поглощения кадмия растениями, о белках-транспортерах кадмия и других минеральных элементов, как железо, цинк, кальций, которые конкурируют с ионами кадмия в поглощении их растениями. В статье обсуждаются механизмы устойчивости растений к действию кадмия, роль глутатиона и фитохелатинов в механизме детоксикации кадмия, роль сигнальной системы в ответной реакции растений на действие тяжелых металлов.

Ключевые слова: кадмий, растения, свойства мембран, окислительный стресс, механизмы устойчивости.

С.Д. Атабаева*¹, А.С. Нурмаханова¹, С.Ш. Асрандина¹, С.С. Кенжебаева¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Экология мәселелері ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

*E-mail: sauleat@yandex.ru

Кадмийдің өсімдіктерге әсер ету ерекшеліктері

Өндірістің дамуына байланысты қоршаған ортаның кадмий иондарымен ластануы да жоғарылап барады. Кадмиймен ластау көздеріне тау-кен өндірістері, металлургиялық зауыттар жатады. Ауыл шаруашылығында құрамына кадмий кіретін фосфорлық тыңайтқыштар мен пестицидтерді қолдану да тақырыптың өзектілігін арттырады. Бұл мақалада тақырыптың өзектілігі ашылып, топырақтың кадмий иондарымен ластану көздері қарастырылады. Мақалада өсімдіктердің кадмий иондарын сіңіруіне әсер ететін факторлар, кадмийдің клеткалық мембрананың құрылысы мен қасиеттеріне улылығы әсерінің механизмдері, кадмий иондарымен өсіру салдарынан болған ластану жағдайларындағы тотықтырушы стрестердің әсерінен пайда болған бос радикалдардың белоктар мен липидтердің құрылымына әсер ету механизмін, сонымен қатар кадмийдің өсу мен клеткалық бөлінуге әсері сипатталады. Мақалада минералды элементтердің өсімдіктердің кадмийді сіңіруіне әсері туралы, оның молекулалық механизмдері туралы, кадмийдің және басқа элементтердің (темір, цинк, кальций және т.б.) тасымалдаушылары туралы көрсеткіштер келтірілген. Бұл мақалада өсімдіктердің кадмийге тұрақтылығы, кадмийді детоксикациялау механизміндегі глутатион мен фитохелатиндердің рөлі, ауыр металдардың әсеріне деген өсімдіктердің жауап реакциясындағы сигналды жүйенің рөлі сипатталады.

Түйін сөздер: кадмий, өсімдіктер, мембраналар қасиеті, тотықтырушы стресс, тұрақтылық механизмдері.

S.D. Atabayeva¹, A.S. Nurmahanova¹, S.S. Asrandina¹, S.S. Kenzhebayaeva¹

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Research Institute of Ecology Problems, Almaty, Kazakhstan
E-mail: sauleat@yandex.ru

The Peculiarities of cadmium effect on plants

With the development of industry, pollution of the environment by cadmium ions is growing. The sources of cadmium contamination are mining enterprises, metallurgical plants. The relevance of the topic is growing with the widespread use of phosphorus fertilizers and pesticides in agriculture, which include cadmium. This article reveals the relevance of the topic, and examines the sources of soil contamination with cadmium ions. The article describes the factors affecting the absorption of cadmium ions on the absorption of cadmium by plants, the mechanisms of the toxic effect of cadmium on the structure and properties of cell membranes, the mechanisms of the action of free radicals caused by oxidative stress in the presence cadmium in the growth medium, the structure of proteins and lipids, and the effect of cadmium on growth and cell division. The paper presents data on the effect of mineral elements on the absorption of cadmium by plants, on the molecular mechanisms of cadmium uptake by plants, on cadmium transporters and other mineral elements, such as iron, zinc, calcium and their role in the absorption of cadmium by plants. The article describes the mechanisms of plant resistance to cadmium, The role of glutathione and phytochelatins in the cadmium detoxification mechanism, the role of the signal system in the response of plants to the action of heavy metals.

Key words: cadmium, plants, properties of membranes, oxidative stress, mechanisms of resistance.

Введение

Кадмий (Cd) в незагрязненных почвах присутствует в следовых количествах. Тем не менее, индустриальная деятельность человека и сельскохозяйственная практика увеличивают уровень содержания кадмия в почве. Функционирование металлургических предприятий, применение фосфорных удобрений и пестицидов, которые в своем составе содержат кадмий, способствуют его накоплению в почве (Kromblekou 2012: 2871; Atabayeva 2016: 184). Повсеместно используемые удобрения и пестициды могут содержать большие количества этого металла, который продолжительное время поступает в почву. Степень загрязнения кадмием почвы, удобряемой фосфорными удобрениями, может достигать 300 мг/кг сухого веса (Sheppard 2009: 919; Tirado 2012:10; Yargholi 2014: 519). Большая часть Cd, содержащаяся в почве, доступна для растений, так как растворимая фракция этого металла достигает до 35% от общего содержания. Причиной высокой токсичности кадмия является его высокая подвижность в почве, что увеличивает биодоступность этого металла для растений. Также отмечается большая доступность Cd по сравнению с другими тяжелыми металлами, такими, как Zn, Cu, Pb, которые имеют более высокий биологический коэффициент абсорбции (Chaney 2001: 288).

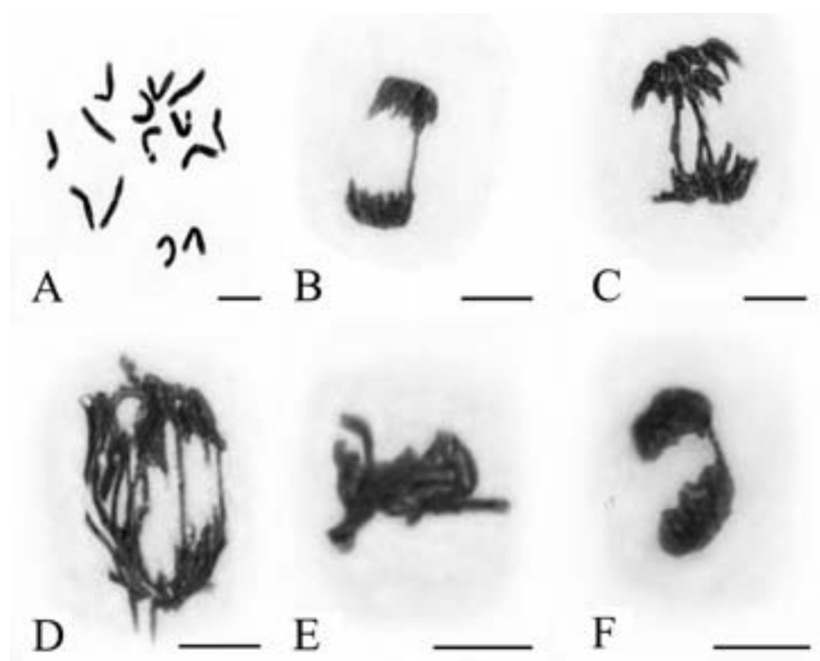
Механизм действия тяжелых металлов, в том числе и кадмия, в растительном организ-

ме чрезвычайно сложен, это схематично можно представить следующей схемой: тяжелые металлы → клеточные мембраны → клетка → орган → система органов → организм → экологическая система. При действии кадмия снижается урожайность растений, наблюдается нарушение физиологических и биохимических процессов – снижение количества пигментов (Vassiliev 2013: 132), нарушение фотосинтеза, эффективности водопотребления, минерального питания, метаболизма сахаров (Zhao 2006: 647; Nazar 2012: 1477). Поступление тяжелых металлов в клетку растения осуществляется путем проникновения их ионов через клеточные мембраны. Мембраны клеток являются первичной мишенью действия тяжелых металлов. Изменение проницаемости мембран – одно из проявлений ответных реакций растений на внешнее воздействие, которое свидетельствует о структурной перестройке мембран (Vassiliev 2013: 132).

Наряду с многочисленными нарушениями жизненно важных процессов, происходящих в растительном организме под действием неблагоприятных факторов, ионы кадмия вызывают окислительный стресс в растениях. Свободные радикалы могут разрушать протеины, аминокислоты (АК) и нуклеиновые кислоты (НК) и вызывать перекисное окисление липидов (ПОЛ) (Hendry 1992: 273; Smirnoff 1993: 30; Cho 2005: 115). Кадмий, наряду с другими тяжелыми металлами, вызывает увеличение продуктов реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК), ко-

торые являются индексом перекисидации липидов, следовательно, окислительного стресса. Перекисное окисление липидов (ПОЛ) мембран разрушительно действует на их функции и целостность и может продуцировать необратимое повреждение в функции клеток. В наших исследованиях, проведенных на сортах пшеницы, различающихся по устойчивости к кадмию, было показано увеличение уровня перекисного окисления липидов у сортов пшеницы при выращивании растений в среде, содержащей ионы кадмия. У устойчивых сортов пшеницы уровень ПОЛ увеличивался в меньшей степени по сравнению с неустойчивыми (Атабаева 2014: 167).

Кадмий вызывает ингибирование роста, причиной которого является снижение митотической активности, индукция хромосомных aberrаций. Кадмий вызывал хромосомные aberrации, включая С-митоз, хромосомные фрагменты, анафазные мостики, слияние хромосом, что указывает на генотоксическое действие кадмия (Zou 2012: 132). С-митоз наблюдался в корневых кончиках всех обработанных кадмием групп ячменя. Вызываемый низкими концентрациями кадмия (1 и 10 мкМ) С-митоз являлся основным типом хромосомной aberrации с высокой степенью уплотнения (Zou 2012:133) (рисунок 1).



С-метафаза (1 мкМ Cd, 48 ч) (А), хромосомные мостики (10 мкМ Cd, 24 ч) (В–С), липкие хромосомные мостики (50 мкМ Cd, 24ч) (D), склеившиеся хромосомы в метафазе (100 мкМ Cd, 24 ч) (E), склеившиеся хромосомы в телофазе (50 мкМ Cd, 48 ч) (F); масштаб линейки = 10 мкМ

Рисунок 1 – Действие кадмия (Cd) на морфологию хромосом клеток кончиков корней ячменя (Zou, 2012: 134)

Митотический индекс клеток корней при действии кадмия сильно снижался у растений *Allium sera* L. Кадмий снижал митотический индекс в корневых клетках, что коррелировало со степенью снижения роста корней. Это указывает на то, что кадмий снижает рост клеток из-за ингибирования клеточного деления (Zou, 2012: 134).

Fusconi с сотр. (2007: 14) установили, что нарушения в митотическом цикле могут происходить за счет ингибирования синтеза ДНК или G2-фазы в клеточном цикле, препятствуя клет-

ке вступать в митоз. Было выявлено, что концентрации кадмия ниже 100 μМ не вызывали изменения митотического индекса, что указывает на критичность данной концентрации для деления клеток (Jang 2009: 369).

Используя Cd-чувствительный реагент Leadmium™Green AM, было установлено, что в течение 1 ч экспозиции корней при концентрации 0,5 мМ кадмий локализуется в зоне растяжения корней ячменя. У устойчивых генотипов кадмий накапливался в апексе корней (Сао 2014: 616).

Кадмий ингибирует клеточное деление и рост растяжением через прямое или опосредованное действие на метаболизм ауксина. Установлено, что фермент GH3 ауксин-амидосинтаза или ауксин конъюгат-синтаза отвечает за связывание ауксинов с аминокислотами в условиях стресса, вызывая таким образом снижение активной формы ауксина для подавления процессов роста (Park 2007: 306). Было установлено, что у растений тополя ионы кадмия вызывают снижение содержания свободных форм ауксина и увеличивают активность пероксидазы, которая повышает лигнификацию клеточных стенок в условиях стресса (Elobeid 2012: 417). Кадмий увеличивал концентрацию кальция, известного как вторичные мессенджеры, в сигнальной системе. Это способствовало стимулированию синтеза кальмодулин-подобных белков, которые взаимодействуют с ионами кальция и участвуют в передаче сигналов при стрессе (DalCorso 2010: 664).

Мочковатая корневая система, способствующая увеличению поглощающей поверхности корней (Hendry 1992: 272), хелатирующие агенты, такие, как органические кислоты ризосферных микроорганизмов и фитосидерофоры, способствуют поглощению Cd растениями (Masuda 2009: 156). Низкие коэффициенты диффузии Cd в водный раствор показывают, что поглощение Cd корнями зависит от интенсивности транспирации, с увеличением которой повышается скорость поглощения кадмия корнями растений (Sisvanto 2013: 134). Применение фосфорных удобрений увеличивало концентрацию Cd в растениях. С увеличением ионной силы почвенного раствора сорбция Cd частицами почвы снижается (Серегин 2001: 609). Цинк (Zn), присутствующий в фосфорных удобрениях, конкурирует с Cd, что увеличивает концентрацию Cd в почвенном растворе (Francois 2009: 126). Следовательно, количество накапливаемого в растениях Cd зависит от различных факторов, таких как содержание кадмия в почве, биодоступность, вид растения, а также от характеристики почв, включая ризосферу.

Увеличение содержания кадмия в почве нарушает поглощение минеральных элементов корнями растений. Кадмий при поглощении растениями конкурирует с ионами цинка, меди, железа. Исследования на молекулярном уровне генов белков-транспортеров металлов, таких как Zn^{2+} и Fe^{2+} , установили, что те же белки-транспортеры могут переносить ионы Cd в корнях (Verret 2009: 308). Установлено, что переносчи-

ки железа OsIRT1, OsIRT2 (Nakanishi 2006: 466) и цинка OsZIP1 (Zhao 2002: 536) могут служить переносчиками кадмия также.

Установлено, что в растениях сверхэкспрессия генов белков-транспортеров AtNramp1, AtNramp3 и AtNramp4, являющихся транспортерами Zn, Mn, Fe, Co и Ni из семейства Nramp (natural resistance – associated macrophage protein), повышала чувствительность к кадмию (Thomine 2000:4993).

У растений существует ряд механизмов устойчивости к тяжелым металлам, в том числе и к кадмию. Эти механизмы можно подразделить на две группы: 1) ограничение поступления металлов в растение и цитозоль через накопление преимущественно в корневой системе и изолирование в вакуоли; 2) изменения метаболизма клеток, направленные на снижение токсического действия металлов и их выведение из организма растений. Прочно связанные с биомолекулами ионы металлов могут депонироваться в определенных органах, что ограничивает их транспорт и влияние на жизнедеятельность растения. Данный механизм детоксикации снижает негативное действие тяжелых металлов (Серегин 2001: 612).

В соответствии с одной из гипотез основная роль в выработке устойчивости принадлежит связыванию металлов клеточными стенками в корнях и накоплению в вакуоли (Dai 2012: 3779).

Эффективным механизмом детоксикации большинства ионов металлов является связывание их органическими кислотами и тиолами в цитоплазме с последующим выводом образовавшихся комплексов в вакуоль. Глутатион играет важную роль в антиоксидантной защите растений. Глутатион является предшественником фитохелатинов, которые способны связывать тяжелые металлы (Gupta1991: 306) (Рисунок 2). Определение SH-групп в клетках растений служит одним из интегральных показателей ответных реакций растений на действие тяжелых металлов (Yadav 2010: 17).

Специфичными в отношении связывания ионов металлов считаются богатые цистеином белки-металлотионеины (MT), синтезирующиеся в клетках животных организмов и растений в ответ на воздействие тяжелых металлов (Grennan 2011: 1756).

MT – металлсвязывающие белки, получили свое название в связи с высоким содержанием металла, могут достигать 20% молекулярной массы. Металлсвязывающие белки синтезируются в норме в незначительном количестве.

Их содержание в клетке резко возрастает при действии ТМ и снижается в случае уменьшения концентрации ТМ в питательном субстрате. Сера в них присутствует, как правило, в виде тиолатов и составляет 10-13%. Причем повышенные концентрации ТМ в среде стимулируют не только синтез МТ, но и связывание этими белками большей части поступивших в клетку ионов металлов (Ahner 1995: 649).

Первый класс (МТ1) – металлсвязывающие белки позвоночных. В металлсвязывающем домене молекула МТ1 содержит 20 остатков цистеина, расположение которых всегда постоянно для этого класса.

Второй класс (МТ2) – полипептиды, сходные по строению с МТ1, но не имеющие столь консервативного положения остатков цистеина. Они распространены у беспозвоночных животных, растений, грибов, цианобактерий и некоторых других прокариот, морских водорослей и дрожжей.

Третий класс (МТ3) – фитохелатины (ФХ), кадастины, глутамил-пептиды, т.е. полипептиды некоторых водорослей, высших растений и грибов, содержащих γ -глутамилцистеиниловые остатки, нехарактерные для первых двух классов, отличающиеся от прочих МТ ферментативным способом синтеза.

ФХ – это соединения с общей формулой $(\gamma\text{-Глу-Цис})_n\text{-Гли}$, где n максимально равно 11, но чаще изменяется от двух до пяти. По этому признаку МТ3 разделяют на две группы – с низким и высоким молекулярным весом. Аминотерминальная аминокислота в структуре МТ3 может меняться: помимо глицина (ФХ или кадастины) это может быть серин (гидроксиметил-ФХ), β -аланин (гомо-ФХ), а также глутамин (Глу) и цистеин (Цис). Соотношение ФХ и их производных зависит от вида растения, а также от соотношений металлов в почве или питательном растворе (Grennan 2011: 1757). Например, у *Oriza sativa* L. устойчивость к Cd обеспечивается гидроксиметил-ФХ и кадастинами, но при увеличении концентрации металла соотношение сдвигается в сторону последних. У *Vigna angularis* обнаружены лишь гомо-ФХ (Oven 2001: 1275).

Особенностью МТ растений является наличие большого промежутка длиной около 40 аминокислотных остатков, в том числе ароматических, разделяющего два металлсвязывающих домена. Длина такого промежутка у остальных МТ составляет менее 10 аминокислотных остатков и не содержит ароматических

аминокислот (Cobbett 2002:159). У *Arabidopsis thaliana* L. Биосинтез ФХ начинается с активации металлом транскрипции генов, кодирующих глутатионредуктазу (ГР) и ферментов, участвующих в биосинтезе глутатиона: γ -глутамилцистеинсинтетазы (γ -Глу-Цис-синтетаза) и глутатионсинтетазы (ГС). Глутатион служит основным субстратом для образования ФХ, а ключевой фермент, активность которого является решающей в процессе биосинтеза – ФХ-синтаза. У *Triticum aestivum* L. синтез ФХ из глутатиона может осуществляться без промежуточных стадий. Катализатор этого процесса – ФХ-синтаза. Специфическим активатором фермента является в основном Cd, но в этой роли могут выступать и некоторые другие ТМ. В порядке убывания специфичности их располагают в ряд: Ag, Bi, Pb, Zn, Co, Hg, Au (Cobbett 2002: 161).

Механизм детоксикации ионов металлов ФХ включает несколько стадий: 1) активацию ФХ-синтазы ионом металла; 2) образование комплекса МТ3 с тяжелыми металлами; 3) перенос комплекса в вакуоль (Лебедева 1998:43). Причем считается, что МТ3 с низкой молекулярной массой транспортируют Cd в вакуоль, где он аккумулируется в виде комплекса с высокомолекулярными МТ3 или органической кислотой. Нарушение хотя бы одной из стадий детоксикации приводит к снижению толерантности организма по отношению к тяжелым металлам (Inouhe 2001:1029).

Например, повреждения гена ФХ-синтазы либо ГС приводят к гиперчувствительности организмов по отношению к Cd. Такие мутанты обнаружены у *Schizosachcaromyces pombe* (Oven 2001: 1276), *Vigna angularis* (Inouhe 2001: 1030). Наоборот, сверхэкспрессия этих генов увеличивает толерантность растений, что продемонстрировано на клеточных культурах *Lycopersicon esculentum* (Gupta 1995: 307). Нарушение работы ферментов, участвующих в обмене серы, и снижение серусодержащей аминокислоты – Цис, необходимой для синтеза глутатиона (Dominguez 2001: 9297), тоже влияет на устойчивость растений к Cd. С увеличением степени полимеризации растет степень сродства МТ3 к иону металла (Delhaize 1998: 703), а следовательно, эффективность детоксикации. Действительно, толерантность к тяжелым металлам повышается с увеличением степени полимеризации МТ3 и насыщением координационной валентности сульфиданионами, т.е. с образованием дополнительных связей с S²⁻ (Oven 2001: 1278). В свою очередь, возрастание доли молекул с высокой

степенью полимеризации происходит при увеличении концентрации Cd и времени воздействия (Grennan 2011: 1751). Формирование комплексов в значительной степени зависит также от pH

раствора. В кислой среде металл замещается на водород и, следовательно, снижается эффективность детоксикации тяжелых металлов (Delhaize 1998: 703).

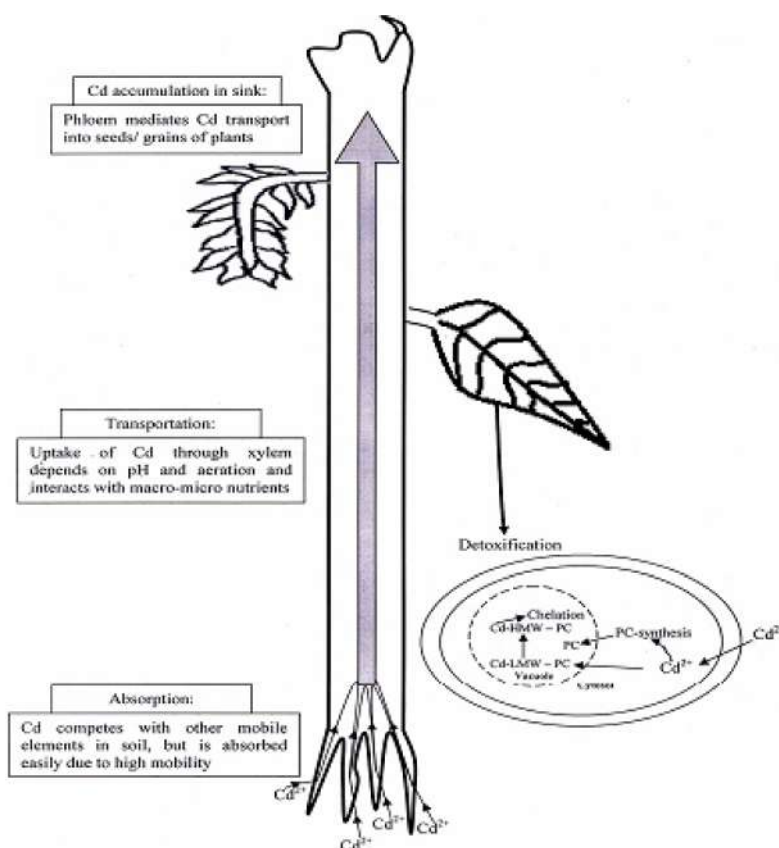


Рисунок 2 – Поглощение, транспорт, накопление и детоксикация кадмия в растениях (Nazar 2012:1478)

Соотношение концентраций элемента, находящегося в растении в прочно связанном и подвижном состоянии, обуславливает, очевидно, не только степень влияния данного иона на метаболизм, но также определяет клеточные структуры и связанные с их функцией процессы, подверженные максимальному воздействию со стороны токсиканта. Причиной большей устойчивости или чувствительности определенных видов или сортов растений может являться более безопасная компартиментация ионов металла в органеллах клетки. Содержание тяжелых металлов в клетках растений далеко отражает их содержание в цитоплазме и устойчивость растений к их действию может быть обусловлена эффективностью их исключения из цитоплазмы путем связывания хелатирующими веществами и изолированием их в вакуолях и клеточных стенках.

Прочно связанные с биомолекулами ионы металлов могут депонироваться в определенных органах, что ограничивает их транспорт и влияние на жизнедеятельность растения. Этот процесс, относимый к механизмам детоксикации, снижает биологическое действие тяжелых металлов.

Таким образом, степень негативного влияния кадмия на растения является результатом взаимодействия множества факторов: степени загрязнения среды кадмием, изменения физиолого-биохимических процессов, антагонистических взаимоотношений между элементами, функционирования транспортных систем и белков-транспортёров металлов, степени активации защитных реакций растительного организма.

В связи с повсеместным присутствием ионов кадмия в почве в результате активной хо-

зяйственной деятельности человека существует опасность загрязнения данным металлом сельскохозяйственных культур. Необходимы исследования по выявлению устойчивых к кадмию сельскохозяйственных культур, учитывая эндогенные и экзогенные факторы, которые определяют степень токсичности кадмия для каждого вида растений.

Литература

- 1 Атабаева С.Д., Жардамалиева А., Нурмаханова А., Кенжебаева С.С., Асрандина С.Ш., Влияние действия ионов кадмия на уровень ПОЛ и содержание хлорофиллов у сортов пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Вестник КазНУ. – 2014. – №1/2 (60). – С. 167-171
- 2 Серегин И.В., Иванов В.Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. – 2001. – №48. – С. 606-630.
- 3 Лебедева А.Ф., Саванина Я.В., Барский Е.Л. Устойчивость цианобактерий и микроводорослей к действию тяжелых металлов. Роль металлсвязывающих белков// Вест. МГУ. – 1998. – №2. – С. 42-49.
- 4 Ahner B.A., Morel F.M.M. "Phytochelatin production in marine algae," *Limnol. Oceanograph.* 40 (4) (1995), pp. 649-665.
- 5 Atabayeva S. "Heavy Metals Accumulation Ability of Wild Grass Species from Industrial Areas of Kazakhstan". In *Phytoremediation*, edited A.A.Ansari et al., 157-208. Springer, 2016.
- 6 Cao F.B., Chen F., Sun H. Y., Zhang G.P., Chen Z.H., Wu F.B. "Genome-wide transcriptome and functional analysis of two contrasting genotypes reveals key genes for cadmium tolerance in barley," *BMC Genomics*, 15 (2014), pp. 611-625.
- 7 Cho U., Seo N. "Oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation," *Plant Science*, 168 (2004), pp.113-120.
- 8 Chaney R., Reeves P.G., Angle J.S. "Rice Plant Nutritional and Human Nutritional characteristics roles in human Cd toxicity". In *Plant nutrition: Food security and sustainability of agroecosystems through basic and applied research*, edited by W.J.Horst. 288-289, Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 2001. Paper presented at The Int. Plant Nutrition Colloquium, Hannover, Germany, July 27-Aug 3, 2001).
- 9 Cobbett C., Goldsbrough P. "Phytochelatin and metallothioneins: roles in heavy metal detoxification and homeostasis," *Annu Rev Plant Biol.*, 53 (2002), pp. 159-82.
- 10 Dai H.-P., Shan C., Wei Y., Liang J.-G., Yang T.-X., W.-Q. Sa, Wei A.-Z. "Subcellular localization of cadmium in hyperaccumulator *Populus × canescens*," *African Journal of Biotechnology*, 11(16) (2012), pp. 3779-3787 DOI: 10.5897/AJB11.3491
- 11 DalCorso G., Farinati S., Furini A. "Regulatory networks of cadmium stress in plants," *Plant Signal Behav.*, 5(6) (2010), pp. 663–667. Doi: 10.4161/psb.5.6.11425
- 12 Delhaize E., Jackson P.J., Lujan L.D. "Poly (g-glutamylcysteinyl) glycine synthesis in *Datura innoxia* and binding with cadmium," *Plant Physiol.*, 89 (1989), pp. 700-706.
- 13 Dominguez J.R., Gutierrez-Alcala G., Romero L.C. "The cytosole O-acetylserine (thiol) lyase gene is regulated by heavy metals and can function in cadmium tolerance," *J. Biol. Chem.*, 276 (2001), pp. 9297-9302.
- 14 Grennan A.K. "Metallothioneins, a diverse protein family," *Plant Physiol.*, 155(2011), pp. 1750–61.
- 15 Elobeid M., Gobel C., Feussner I., Polle A. "Cadmium interferes with auxin physiology and lignification in poplar," *Journal of Experimental Botany*, 63 (3) (2012), pp. 1413–1421, doi:10.1093/jxb/err384
- 16 Francois M., Grant C., Lambert R., Sauve S. "Prediction of cadmium and zinc concentration in wheat grain from soils affected by the application of phosphate fertilizers varying in Cd concentration," *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. – 83(2009), pp. 125–133.
- 17 Fusconi A., Gallo C., Camusso W. "Effects of cadmium on root apical meristems of *Pisum sativum* L.: cell viability, cell proliferation and microtubule pattern as suitable markers for assessment of stress pollution," *Mutation Research-Genet Toxicology Environmental Mutagenesis*, 632 (2007), pp. 9–19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2007.03.012>
- 18 Grant C.A., Monreal M.A., Irvine R.B., Mohr R.M., McLaren D.L., Khakbazan M. "Preceding crop and phosphorus fertilization affect cadmium and zinc concentration of flaxseed under conventional and reduced tillage," *Plant and Soil*, 333(2010), pp. 337–350.
- 19 Gupta S.C., Goldsborough P.B. "Phytochelatin accumulation and cadmium tolerance in selected tomato cell lines," *Plant Physiol.*, 97 (1991), pp. 306-312.
- 20 Hendry G.A.F., Baker A.J., Ewart C.F. "Cadmium tolerance and toxicity, oxygen radical processes and molecular damage in cadmium-tolerant and cadmium sensitive clones of *Holcus lanatus* L.," *Acta Bot. Neerl.*, 41 (1992). pp. 271-281.
- 21 Inouhe M., Ito R., Ito S. "Azuki bean cells are hypersensitive to cadmium and do not synthesize phytochelatin," *Plant Physiol.*, 123(2000), pp. 1029-1036.
- 22 Inouhe M., Ito R., Ito S. "Azuki bean cells are hypersensitive to cadmium and do not synthesize phytochelatin," *Plant Physiol.*, 123 (2000), pp. 1029-1036.
- 23 Jiang W.S., Liu D.H., Xu P. "Cd-induced system of defence in the garlic root meristematic cells," *Biologia Plantarum*, 53 (2009), pp. 369–372.
- 24 Kpombekou A.K., Tabatabai M.A. "Metal contents of phosphate rocks," *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25 (1994), pp. 2871–2882.
- 25 Liu D. "Effects of cadmium stress on root tip cells and some physiological indexes in *Allium cepa* var. *Agrogarum* L.," *Acta Biologica cracoviensis Series Botanica*, 54 (2012), pp. 129-141.
- 26 Masuda H., Usuda K., Kobayashi T., Ishimaru Y., Kakei Y., Takahashi M., Higuchi K., Nakanishi H., Mori S., Nishizawa N.K. "Overexpression of the barley nicotianamine synthase gene HvNAS1 increases iron and zinc concentrations in rice grains," *Rice*, 2 (2009), pp.155-166.

- 27 Nazar R., Iqbal N., Masood A., Khan M.I.R., Syeed S., Khan N.A. "Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in its alleviation," *AJPS*, 3 (2012), pp. 1476–1489.
- 28 Nakanishi H, Ogawa I, Ishimaru Y, Mori S, Nishizawa NK. "Iron deficiency enhances cadmium uptake and translocation mediated by the Fe²⁺ transporters OsIRT1 and OsIRT2 in rice," *Soil Science and Plant Nutrition*, 52 (2006), pp. 464–469.
- 29 Oven M., Raith K., Neubert H.H. "Homo-phytochelatins are synthesized in response to cadmium in Azukibeans," *Plant Physiol.*, 126(2001), pp. 1275-1280.
- 30 Papoyan A., Kochian L.V. "Identification of *Thlaspi caerulescens* genes that may be involved in heavy metal hyperaccumulation and tolerance. Characterization of a novel heavy metal transporting ATPase," *Plant Physiology*.- 136 (2004), pp. 3814–3823.
- 31 Park J.E., Park J.Y., Kim Y.S., Staswick P.E., Jeon J., Yun J., Kim S.Y., Kim J.M., Lee Y.H., Park C.M. "GH3-mediated auxin homeostasis links growth regulation with stress adaptation response in Arabidopsis," *Journal of Biological Chemistry*, 282 (2007), pp. 306-307.
- 32 Sheppard S.C., Grant C.A., Sheppard M.I., De Jong R., Long J. "Risk indicator for agricultural inputs of trace elements to Canadian soils", *J. Environ. Qual.* 38 (2009), pp. 919–932.
- 33 Siswanto D., Suksabye P., Thiravetyan P. "Reduction of Cadmium Uptake of Rice Plants Using Soil Amendments in High Cadmium Contaminated Soil: A Pot Experiment," *J. Trop. Life. Science*, 3(2) (2013), pp.132–137.
- 34 Thomine S., Wang R., Ward J. M., Crawford N. M., and Schroeder J. I. "Cadmium and iron transport by members of a plant metal transporter family in Arabidopsis with homology to Nramp Genes," *PNAS*, 97(9)(2000), pp. 4991-4996
- 35 Tirado R., Allsop M. "Phosphorus in agriculture: problems and solutions," *Greenpeace Research Laboratories, Technical Report (Review) - 2012. 02-2012 (greenpeace.org)*. 35 p.
- 36 Vassilev A., Lidon F. "Cd-induced membrane damages and changes in soluble protein and free amino acid contents in young barley plants," *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23(2) (2011), pp.130–136.
- 37 Verret F., Gravot A., Auroy P., Leonhardt N., David P., Nussaume L., Vavasseur A., Richaud P. "Overexpression of AtHMA4 enhances root-to-shoot translocation of zinc and cadmium and plant metal tolerance," *FEBS Letters*, 576 (2004), pp. 306–312.
- 38 Yadav S.K. "Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants," *South African Journal of Botany* , 76 (2010), pp.167–179
- 39 Yargholi B., Azarneshan S. "Long-term effects of pesticides and chemical fertilizers usage on some soil properties and accumulation of heavy metals in the soil (case study of Moghan plain's (Iran) irrigation and drainage network)," *IJACS*, 7-8 (2014), pp. 518-523.
- 40 Zhao F.J., Jiang R.F., Dunham S.J., McGrath S.P. "Cadmium uptake, translocation and tolerance in the hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*," *New Phytologist*, 172 (2006), pp. 646–654.

References

- 1 Ahner B.A., Morel F.M.M. "Phytochelatin production in marine algae," *Limnol. Oceanograph.* 40 (4) (1995), pp. 649-665.
- 2 Atabayeva S.D., Zhardamaliev A., Nurmahanova A., Kenzhebayeva S.S., Asrandina S.Sh., "Vlianie deistvia ionov kadmia na uroven' POL I soderzhanie chlorophyllov u sortov psheinci (Triticum aestivum L.)" [Effect of cadmium on lipid peroxidation level and chlorophyll content in wheat (Triticum aestivum L.)], *Vestnik KazNU*, 1/2 (60) (2014), pp. 167-171.
- 3 Atabayeva S. "Heavy Metals Accumulation Ability of Wild Grass Species from Industrial Areas of Kazakhstan". In *Phytoremediation*, edited A.A.Ansari et al., 157-208. Springer, 2016.
- 4 Cao F.B., Chen F., Sun H. Y., Zhang G.P., Chen Z.H., Wu F.B. "Genome-wide transcriptome and functional analysis of two contrasting genotypes reveals key genes for cadmium tolerance in barley," *BMC Genomics*, 15 (2014), pp. 611-625.
- 5 Cho U., Seo N. "Oxidative stress in Arabidopsis thaliana exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation," *Plant Science*, 168 (2004), pp.113-120.
- 6 Chaney R., Reeves P.G., Angle J.S. "Rice Plant Nutritional and Human Nutritional characteristics roles in human Cd toxicity". In *Plant nutrition: Food security and sustainability of agroecosystems through basic and applied research*, edited by W.J.Horst. 288-289, Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 2001. Paper presented at The Int. Plant Nutrition Colloquium, .Hannover, Germany, Luly 27-Aug 3, 2001).
- 7 Cobbett C., Goldsbrough P. "Phytochelatin and metallothioneins: roles in heavy metal detoxification and homeostasis," *Annu Rev Plant Biol.*, 53 (2002), pp. 159-82.
- 8 Dai H.-P., Shan C., Wei Y., Liang J.-G., Yang T.-X., W.-Q. Sa, Wei A.-Z. "Subcellular localization of cadmium in hyperaccumulator *Populus × canescens*," *African Journal of Biotechnology*, 11(16) (2012), pp. 3779-3787 DOI: 10.5897/AJB11.3491
- 9 DalCorso G., Farinati S., Furini A. "Regulatory networks of cadmium stress in plants," *Plant Signal Behav.*, 5(6) (2010), pp. 663–667. Doi: 10.4161/psb.5.6.11425
- 10 Delhaize E., Jackson P.J., Lujan L.D. "Poly (g-glutamylcysteinyl) glycine synthesis in Daturainnoxia and binding with cadmium," *Plant Physiol.*, 89 (1989), pp. 700-706.
- 11 Dominguez J.R., Guttierrez-Alcala G., Romero L.C. "The cytosole O-acetylserine (thiol) lyase gene is regulated by heavy metals and can function in cadmium tolerance," *J. Biol. Chem.*, 276 (2001), pp. 9297-9302.
- 12 Grennan A.K. "Metallothioneins, a diverse protein family," *Plant Physiol.*, 155(2011), pp. 1750–61.
- 13 Elobeid M., Gobel C., Feussner I., Polle A. "Cadmium interferes with auxin physiology and lignification in poplar," *Journal of Experimental Botany*, 63 (3) (2012), pp. 1413–1421, doi:10.1093/jxb/err384
- 14 Francois M., Grant C., Lambert R., Sauve S. "Prediction of cadmium and zinc concentration in wheat grain from soils affected by the application of phosphate fertilizers varying in Cd concentration," *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. – 83(2009), pp. 125–133.

- 15 Fusconi A., Gallo C., Camusso W. "Effects of cadmium on root apical meristems of *Pisum sativum* L.: cell viability, cell proliferation and microtubule pattern as suitable markers for assessment of stress pollution," *Mutation Research-Genet Toxicology Environmental Mutagenesis*, 632 (2007), pp. 9–19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2007.03.012>
- 16 Grant C.A., Monreal M.A., Irvine R.B., Mohr R.M., McLaren D.L., Khakbazan M. "Preceding crop and phosphorus fertilization affect cadmium and zinc concentration of flaxseed under conventional and reduced tillage," *Plant and Soil*, 333(2010), pp. 337–350.
- 17 Gupta S.C., Goldsborough P.B. "Phytochelatin accumulation and cadmium tolerance in selected tomato cell lines," *Plant Physiol.*, 97 (1991), pp. 306–312.
- 18 Hendry G.A.F., Baker A.J., Ewart C.F. "Cadmium tolerance and toxicity, oxygen radical processes and molecular damage in cadmium-tolerant and cadmium sensitive clones of *Holcus lanatus* L.," *Acta Bot. Neerl.*, 41 (1992), pp. 271–281.
- 19 Inouhe M., Ito R., Ito S. "Azuki bean cells are hypersensitive to cadmium and do not synthesize phytochelatin," *Plant Physiol.*, 123(2000), pp. 1029–1036.
- 20 Inouhe M., Ito R., Ito S. "Azuki bean cells are hypersensitive to cadmium and do not synthesize phytochelatin," *Plant Physiol.*, 123 (2000), pp. 1029–1036.
- 21 Jiang W.S., Liu D.H., Xu P. "Cd-induced system of defence in the garlic root meristematic cells," *Biologia Plantarum*, 53 (2009), pp. 369–372.
- 22 Kpombekou A.K., Tabatabai M.A. "Metal contents of phosphate rocks," *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25 (1994), pp. 2871–2882.
- 23 Lebedeva A.F., Savanina Y.V., Barskyi E.L. "Ustoichivost' cyanobakterii i mikrovdoroslei k deistviu tyazhelyh metallov. Rol' metallosvyazivaushih belkov," [The tolerance of cyanobacterium and microalga to the effect of heavy metals. The role of metal-binding proteins] *Vestnik MGU*, 2 (1998), pp. 42–49.
- 24 Liu D. "Effects of cadmium stress on root tip cells and some physiological indexes in *Allium cepa* var. *Agrogarum* L.," *Acta Biologica Croatica Series Botanica*, 54 (2012), pp. 129–141.
- 25 Masuda H., Usuda K., Kobayashi T., Ishimaru Y., Kakei Y., Takahashi M., Higuchi K., Nakanishi H., Mori S., Nishizawa N.K. "Overexpression of the barley nicotianamine synthase gene HvNAS1 increases iron and zinc concentrations in rice grains," *Rice*, 2 (2009), pp. 155–166.
- 26 Nazar R., Iqbal N., Masood A., Khan M.I.R., Syeed S., Khan N.A. "Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in its alleviation," *AJPS*, 3 (2012), pp. 1476–1489.
- 27 Nakanishi H., Ogawa I., Ishimaru Y., Mori S., Nishizawa N.K. "Iron deficiency enhances cadmium uptake and translocation mediated by the Fe²⁺ transporters OsIRT1 and OsIRT2 in rice," *Soil Science and Plant Nutrition*, 52 (2006), pp. 464–469.
- 28 Oven M., Raith K., Neubert H.H. "Homo-phytochelatin are synthesized in response to cadmium in Azuki beans," *Plant Physiol.*, 126(2001), pp. 1275–1280.
- 29 Papoyan A., Kochian L.V. "Identification of *Thlaspi caerulescens* genes that may be involved in heavy metal hyperaccumulation and tolerance. Characterization of a novel heavy metal transporting ATPase," *Plant Physiology*, 136 (2004), pp. 3814–3823.
- 30 Park J.E., Park J.Y., Kim Y.S., Staswick P.E., Jeon J., Yun J., Kim S.Y., Kim J.M., Lee Y.H., Park C.M. "GH3-mediated auxin homeostasis links growth regulation with stress adaptation response in *Arabidopsis*," *Journal of Biological Chemistry*, 282 (2007), pp. 306–307.
- 31 Seregin I.V., Ivanov V.B. "Fisiologicheskie aspekti toksicheskogo deistviya kadmia i svintsa na vysshierasteniya," [Physiological aspects of toxic effect of cadmium and lead on plants] *Fisiologiya rastenii*, 48(2001): 606–630.
- 32 Sheppard S.C., Grant C.A., Sheppard M.I., De Jong R., Long J. "Risk indicator for agricultural inputs of trace elements to Canadian soils," *J. Environ. Qual.* 38 (2009), pp. 919–932.
- 33 Siswanto D., Suksabye P., Thiravetyan P. "Reduction of Cadmium Uptake of Rice Plants Using Soil Amendments in High Cadmium Contaminated Soil: A Pot Experiment. *The Journal of tropical life science*," *J. Trop. Life. Science*, 3(2) (2013), pp. 132–137.
- 34 Thomine S., Wang R., Ward J. M., Crawford N. M., and Schroeder J. I. "Cadmium and iron transport by members of a plant metal transporter family in *Arabidopsis* with homology to Nramp Genes," *PNAS*, 97(9)(2000), pp. 4991–4996
- 35 Tirado R., Allsop M. "Phosphorus in agriculture: problems and solutions," *Greenpeace Research Laboratories, Technical Report (Review) - 2012. 02-2012* (greenpeace.org). 35 p.
- 36 Vassilev A., Lidon F. "Cd-induced membrane damages and changes in soluble protein and free amino acid contents in young barley plants," *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23(2) (2011), pp. 130–136.
- 37 Verret F., Gravot A., Auroy P., Leonhardt N., David P., Nussaume L., Vavasseur A., Richaud P. "Overexpression of AtHMA4 enhances root-to-shoot translocation of zinc and cadmium and plant metal tolerance," *FEBS Letters*, 576 (2004), pp. 306–312.
- 38 Yadav S.K. "Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatin in heavy metal stress tolerance of plants," *South African Journal of Botany*, 76 (2010), pp. 167–179
- 39 Yargholi, B. Azarneshan S. "Long-term effects of pesticides and chemical fertilizers usage on some soil properties and accumulation of heavy metals in the soil (case study of Moghan plain's (Iran) irrigation and drainage network)," *IJACS*, 7-8 (2014), pp. 518–523.
- 40 Zhao F.J., Jiang R.F., Dunham S.J., McGrath S.P. "Cadmium uptake, translocation and tolerance in the hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*," *New Phytologist*, 172 (2006), pp. 646–654.

А.А. Жубанова*¹, Н.Ш. Акимбеков¹, Г.К. Кайырманова¹, К.Т. Тастамбек¹, С. Цяо¹

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан
*E-mail: azhar_1941@mail.ru

МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ УГЛЯ, ВЛИЯНИЕ ЕГО ДОБЫЧИ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЗНЫХ СТРАНАХ: ОБЗОР

Уголь – самый распространенный вид энергоресурсов на нашей планете. Реализация разработанного комплекса мероприятий должна способствовать снижению экологической нагрузки угледобывающих предприятий на окружающую среду. Еще одним аспектом негативно-го действия поверхностной добычи угля являются неблагоприятные последствия этого для окружающей среды, такие как полное исчезновение многих видов существующих видов растений, вытеснение или уничтожение видов многих диких животных, вследствие ухудшения среды их обитания, качества воздуха и т.п.

Таким образом, деятельность по добыче и транспортировке угля должна полностью основываться на рациональном воздействии на окружающую среду, поскольку добыча угля нарушает практически все элементы ландшафта на земной поверхности и, кроме того, при извлечении угля появляются новые структуры, такие как породные отвалы. Растительный покров удаляется и перегружается либо перемещается в сторону. Пыль, вибрации, выхлопные газы и дизельные запахи нарушают чувствительные способности человеческого организма. При разработке технологии добычи угля необходимо учитывать, что для улучшения экологической ситуации в регионе и снижения вредных последствий горно-шахтных работ для человека многие виды воздействия на окружающую среду и человека должны быть минимизированы.

Ключевые слова: экология, уголь, газ, ресурс, добыча, окружающая среда.

А.А. Жұбанова*¹, Н.Ш. Акимбеков¹, Г.К. Кайырманова¹, Қ.Т. Тастамбек¹, С. Цяо¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан
*E-mail: azhar_1941@mail.ru

Әлемдік көмір қоры, әр мемлекеттердегі оларды өндірудегі қоршаған ортаның экологиясына зияны: шолу

Көмір – әлемдегі ең кең таралған энергия қоры. Өзірленген іс-шаралар кешені көмір өндіретін кәсіпорындарының қоршаған ортаға экологиялық жүктемесінің азаюына әсер етуі тиіс. Тағы бір аспектісі – беттік әдіспен көмір өндірудің қоршаған ортаға жағымсыз әсер етуінің салдарынан тіршілік ету ортасының, ауа сапасының және т.б. жағдайлардың нашарлауынан көптеген өсімдіктер мен жабайы жануарлардың түрлері жойылып бара жатыр.

Осылайша, көмірді өндіру және тасымалдау бойынша жұмыстар толығымен қоршаған ортаға ұтымды әсер етуге негізделуі тиіс, өйткені көмірді өндіру кезінде Жер беткі қабаты ландшафтының элементтері толығымен бұзылады, сонымен қатар көмірді шығарып алу кезінде жыныс үйінділері секілді жаңа құрылымдар пайда болады. Өсімдік жамылғысы жойылады немесе басқа жағына ауысады. Шаң, діріл, бөлінетін газдар мен дизельді иістер адам организмінің сезімталдық қабілетін бұзады. Көмір өндіру технологияларын дайындаған кезде аймақтың экологиялық жағдайын жақсарту және адамға тау-кен-шахталық жұмыстардың зиянды салдарын жою үшін қоршаған ортаға және адамға тиетін әсердің көптеген түрлері азайтылуы тиіс.

Түйін сөздер: экология, көмір, газ, ресурс, өндіру, қоршаған орта.

A.A. Zhubanova¹, N.Sh. Akimbekov¹, G.K. Kaiyrmanova¹, K.T. Tastambek¹, X. Qiao¹

¹Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan

*E-mail: azhar_1941@mail.ru

World coal reserves the impact of mining on the ecology of the environment in different countries: overview

Coal is the most abundant form of energy on our planet. Implementation of the developed complex of measures should contribute to reducing environmental burden of coal enterprises on the environment. Another aspect of the negative effects of surface coal mining are adverse effects on the environment, such as the complete disappearance of many species of different species of plants, displacement or destruction of many types of wild animals, due to the deterioration of their habitat, air quality, etc.

Thus, the mining activities and transportation of coal should be based entirely on a rational impact on the environment, because coal mining disrupts virtually all of the landscape elements on the earth's surface and, in addition, when extracting coal there are new structures such as waste dumps. The vegetation cover is removed and reloaded or moved to the side. Dust, vibration, exhaust fumes and diesel smells violate the delicate sensibilities of the human body. With the development of technology of coal mining is necessary to consider that to improve the environmental situation in the region and reduce the harmful effects of mining works for humans, many types of impact on the environment and humans should be minimized.

Key words: ecology, coal, gas, resource, mining, environment.

В последние годы во всем мире наблюдается значительное снижение добычи угля. Мировая добыча его составляет 4,7 млрд. т. в год. Это связано с тем, что в ряде стран добыча угля становится нерентабельной, т.к. наиболее богатые и сравнительно неглубоко залегающие пласты, в основном, отработаны и многие старые шахты закрываются как убыточные. Кроме того, уголь в настоящее время уступает место другим видам энергетического сырья – нефти и газу (Biochem. and Biotechnol 1994: 935-952).

В настоящее время первое место по добыче угля занимает Китай, за ним следуют США, Австралия и Россия. Значительное количество угля добывается в Германии, Польше, ЮАР, Индии, на Украине и в Казахстане (Japanese Research 1994: 154).

Так, в США ископаемый уголь – важнейший и наиболее распространенный источник энергии в США. Страна располагает самыми большими в мире промышленными запасами угля (всех типов), которые оцениваются в 444,8 млрд. т., общие запасы в стране превышают 1,13 трлн. т., прогнозные ресурсы – 3,6 трлн. т. Крупнейший поставщик угля – штат Кентукки, за ним следуют Вайоминг и Западная Виргиния, Пенсильвания, Иллинойс, Техас, Виргиния, Огайо, Индиана и Монтана. Примерно половина запасов высокосортного угля сосредоточена в Восточной провинции, протянувшейся с севера на юг от северо-западной Пенсильвании до северной Алабамы. Эти высококачественные угли камен-

ноугольного периода используются для производства электроэнергии и получения металлургического кокса, потребляемого при выплавке железа и стали. К востоку от этого угленосного пояса в Пенсильвании находится угольный бассейн площадью ок. 1300 кв. км, на который приходится почти вся добыча антрацита в стране. Самые крупные запасы угля размещаются на севере Центральных равнин и в Скалистых горах. В угольном бассейне Паудер-Ривер (шт. Вайоминг) угольные пласты мощностью ок. 30 м разрабатываются открытым способом гигантскими экскаваторами-драглайнами, тогда как в восточных районах страны даже мало-мощные (ок. 60 см) пласты часто доступны для выемки лишь подземным способом. На бурых углях Северной Дакоты работает крупнейшее в стране предприятие по газификации угля. Запасы бурых и каменных углей верхнемелового и третичного возраста в западных районах Северной и Южной Дакоты, а также в восточных районах Монтаны и Вайоминга многократно превышают объем угля, добытого до сих пор в США. Крупные запасы каменных углей мелового возраста имеются в межгорных осадочных бассейнах провинции Скалистых гор (в штатах Монтана, Вайоминг, Колорадо, Юта). Далее к югу угольный бассейн продолжается в пределах штатов Аризона и Нью-Мексико. Небольшие угольные месторождения разрабатываются в штатах Вашингтон и Калифорния. Почти 1,5 млн. т. угля ежегодно добывается на Аляске. За-

пасов каменного угля США при современных темпах его потребления должно хватить на несколько сотен лет. Потенциальным источником энергии является метан, содержащийся в угольных пластах; его запасы в США оцениваются более чем в 11 трлн. м³ (Dawn, Anderson and Brehmer, 2007).

Угольные залежи Канады сосредоточены в основном в восточных и западных провинциях, где добывается ок. 64 млн. т. битуминозных и 11 млн. т. бурых углей в год. Залежи высококачественных углей каменноугольного возраста имеются в Новой Шотландии и Нью-Брансуике, более молодых углей не столь высокого качества – в пределах продолжающихся к северу угленосных бассейнов Великих равнин и Скалистых гор в Саскачеване и Альберте. Высококачественные нижнемеловые угли залегают на западе Альберты и в Британской Колумбии. Они интенсивно разрабатываются в связи с растущим спросом на коксующийся уголь металлургическими заводами, расположенными на Тихоокеанском побережье страны (Olsson G., 1989 : 1027-1030).

Добыча угля в Центральной и Западной Европе в 1995 г. составляла 1/9 от мировой. Высококачественный уголь, добываемый на Британских островах, имеет в основном каменноугольный возраст. Большая часть месторождений угля находится в южном Уэльсе, на западе и севере Англии и на юге Шотландии. В пределах континентальной Европы уголь добывают примерно в 20 странах, главным образом на Украине и в России. Из угля, добываемого в Германии, около 1/3 составляет высококачественный коксующийся уголь Рурского бассейна (Вестфалия); в Тюрингии и Саксонии и в меньшем количестве в Баварии в основном добывают бурый уголь. Промышленные запасы каменного угля в Верхнесилезском угольном бассейне на юге Польши занимают второе место после запасов Рурского бассейна. В Чехии также имеются промышленные запасы каменных и бурых углей (Pietropaolo V., 1990: 339-340).

Важными угледобывающими странами в Азии являются Индия (278 млн. т. в год), Северная Корея (50 млн. т.), Турция (53,2 млн. т.), Таиланд (19,3 млн. т.).

В России на основе сжигания угля производится в два раза меньше энергии, чем в результате сжигания нефти и газа. Однако уголь продолжает играть важную роль в энергетике. В 1995 свыше 260 млн. т. угля было использовано в качестве топлива для ТЭС и в сталелитейной промышленности. Примерно 2/3 ископаемых

углей в России составляют каменные, а 1/3 – бурые. Важное промышленное значение имеют также Челябинский и Кизеловский бассейны на Урале, Сучанский на Дальнем Востоке и ряд мелких месторождений в Забайкалье. Донецкий угольный бассейн с высококачественными коксующимися углями и антрацитом лишь частично заходит на территорию Ростовской области РФ, а в основном расположен на Украине. Среди буроугольных бассейнов выделяются Ленский, Канско-Ачинский, Тунгусский, Кузнецкий, Таймырский, Подмосковский (Khalid A.M., 1990: 469- 480).

На Украине, кроме Донбасса, имеется Львовско-Волынский каменноугольный бассейн, в Казахстане – крупное Экибастузское каменноугольное месторождение и Тургайский буроугольный бассейн, в Узбекистане – Ангренское месторождение бурых углей.

Африка довольно бедна месторождениями ископаемых углей. Только в ЮАР (в основном на юге и юго-востоке Трансвааля) каменный уголь добывается в значительном количестве (ок. 202 млн. т. в год) и в небольшом объеме – в Зимбабве (4,9 млн. т. в год) [16].

Австралия – один из крупнейших в мире производителей угля, экспорт которого в страны Тихоокеанского бассейна постоянно растет. Добыча угля здесь превышает 277 млн. т в год (80% битуминозного, 20% бурого угля). Наибольший объем добычи угля приходится на Квинсленд (угленосный бассейн Боуэн), за ним следуют Новый Южный Уэльс (месторождение в долине р. Хантер, Западное и Южное прибрежное), Западная Австралия (месторождения в окрестностях Банбери) и Тасмания (месторождение Фингал). Кроме того, уголь добывают в Южной Австралии (Ли-Крик) и Виктории (угленосный бассейн Латроб-Вэлли) (Молчанов А.Е., 1997: 126-130).

Среди ведущих мировых держав только Япония не располагает большими запасами угля. Хотя уголь – самый распространенный вид энергоресурсов, на нашей планете имеются обширные территории, где угольных месторождений нет. Угли различаются по теплотворной способности: она самая низкая у бурого угля (лигнита) и самая высокая у антрацита (твердого блестящего черного угля). Мировая добыча угля составляет 4,7 млрд. т. в год. Однако во всех странах в последние годы проявляется тенденция к снижению его добычи, поскольку он уступает место другим видам энергетического сырья – нефти и газу. В ряде стран добыча угля становится нерентабельной в связи с отработкой

наиболее богатых и сравнительно неглубоко залегающих пластов. Многие старые шахты закрываются как убыточные. Первое место по добыче угля занимает Китай, за ним следуют США, Австралия и Россия. Значительное количество угля добывается в Германии, Польше, ЮАР, Индии, на Украине и в Казахстане.

Самые крупные запасы ископаемого угля сосредоточены в Китае, где на этот вид энергетического сырья приходится 76% потребляемого топлива. Общие ресурсы угля на территории Китая превышают 986 млрд. т, примерно половина их находится в Шэньси и Внутренней Монголии. Большие запасы имеются также в провинциях Аньхой, Гуйчжоу, Шиньси и в Нинся-Хуэйском автономном районе. Из общего количества 1,3 млрд. т угля, добытого в Китае в 1995, около половины приходится на 60 тыс. мелких угольных копей и разрезов местного значения, другая половина – на крупные государственные шахты, такие, как мощный разрез Аньтайбао в провинции Шэньси, где ежегодно добывается до 15 млн. т сырого (необогащенного) угля.

Доказанные запасы угля в Китае, по состоянию на конец 2009 г., составляют 114,5 млрд. т. По данному показателю страна занимает 3 место в мире, уступая только США и России и концентрируя 13,9% мировых запасов (Тайц Е.М., 1971: 120).

Китай является мировым лидером по добыче угля. В 2009 г. объем угледобычи в стране составил 3,05 млрд. т, что эквивалентно 45,6% мировой добычи. В период 2000-2009 гг. среднегодовой прирост добычи угля в стране составил 9,9%. Всего за указанный период объем добычи угля в Китае увеличился в 2,3 раза.

Добыча угля ведется на территории 27 регионов, эксплуатируется около 16 тыс. шахт и разрезов, из них 90% приходится на объекты малой мощности. Главным угледобывающим регионом является провинция Шаньси, где расположены крупнейшие государственные угольные шахты. На провинции Шаньси и Шэньси, а также западную часть автономного района Внутренняя Монголия приходится свыше 45% добычи угля в Китае. Крупнейшим угольным месторождением Китая является Шэньфу-Дуншен, расположенное на границе Внутренней Монголии и провинции Шэньси (Попов В.Э., 1985: 94).

В число основных угледобывающих регионов страны также входят: восток Нинся-Хуэйского автономного района, западные районы провинций Хэнань и Шаньдун, центральная часть Хэбея, провинции Юньнань и Гуйчжоу. Угольная промышленность Китая фрагментирована:

на три крупнейшие государственные компании приходится лишь 15% национальной добычи угля. «Shenhua Coal», крупнейшая угольная компания мира, добывает только 9% всего угля в Китае. В отрасли действуют тысячи мелких компаний, принадлежащих городским и сельским администрациям, на которые приходится около 40% добычи угля в стране. Проводится политика, направленная на консолидацию отрасли и закрытие мелких неэффективных предприятий (Трубецкой К., 1994: 8-10).

Республика Корея является крупнейшим импортером как антрацитов (56,2%), так и коксующихся (58%) и энергетических (41,5%) углей из Китая. Промышленности Китая является «China National Coal Import and Export Corporation».

Китай рассматривает проекты по подводной добыче угля в заливе Бохай у побережья провинции Шаньдун (проект «Бэйцзао»). Запасы месторождения оцениваются в 800 млн. т угля.

По объему потребления угля Китай занимает 1-е место в мире – около 47% мирового потребления. На уголь приходится до 71% потребляемых в стране первичных энергоресурсов. Внутренние потребности в угле практически полностью обеспечиваются за счет собственной добычи. Основными потребителями угля в Китае являются предприятия электроэнергетики (55%), коксохимической промышленности (17%), цементной промышленности (7%), население (4%). Одними из наиболее приоритетных направлений использования угля является производство синтетического жидкого топлива (СЖТ) (Кирилин В.А., 1990: 128).

В 2008 г. во Внутренней Монголии был построен первый в Китае завод по производству СЖТ из угля мощностью 1,2 млн. т топлива в год. К 2015 г. планируется увеличение установленной мощности завода до 12 млн. т в год. Оператором проекта является «Shenhua Group». К 2015 г. «Shenhua Group» планирует производить 30 млн. т СЖТ, перерабатывая 100 млн. т угля ежегодно.

Экспорт и импорт угля. В 2009 г. Китай являлся крупным нетто-импортером угля. При экспорте 22,4 млн. т импорт достиг рекордного значения в 125,8 млн. т. Рост импортных поставок обусловливается конкурентоспособностью импортных углей в южных районах Китая (основном промышленном центре страны), по сравнению с углями, добываемыми в северных регионах (в т.ч. вследствие недостаточной развитости железнодорожной инфраструктуры для транспортировки угля) на фоне снижения мировых цен на уголь вследствие мирового экономи-

ческого кризиса. Рост импорта угля Китаем и сокращение экспорта, помимо роста внутреннего спроса, также связаны с целенаправленно проводимой государственной энергетической политикой. Так с 1 июня 2007 г. отменена импортная пошлина на уголь, параллельно с этим введена 5% экспортная пошлина. Крупнейшими экспортными портами Китая являются Циньхуандао, Тангшан и Кангжоу. Основные порты, обслуживающие импорт угля, расположены на юге страны в провинции Гуандун (Липович В.Г., 1988: 336).

Основным поставщиком антрацитов в Китай является Вьетнам (70,1%), коксующихся углей – Австралия (65,8%), энергетических углей – Австралия (40,7%) и Индонезия (33,8%). По итогам 2009 г. Китаем было импортировано 125,8 млн. т углей, в т.ч. 38,0 млн. т энергетических, 34,4 млн. т коксующихся и 34,3 млн. т антрацитов. Импорт углей характеризуется высокой концентрацией основных потоков: на 4 крупнейших поставщиков приходится 87,5% суммарного объема поставок. В частности, в 2009 г. в Китай было поставлено 43,9 млн. т угля из Австралии, 30,3 млн. т – из Индонезии, 24,1 млн. т – из Вьетнама и 11,8 млн. т – из России. В число экспортеров угля в Китай с объемом поставок свыше 1 млн. т в год входили Монголия (6,0 млн. т), Канада (4,1 млн. т) и Республика Корея (3,6 млн. т). Объем экспорта углей Китаем в 2009 г. снизился до 22,4 млн. т, в т.ч. экспорт энергетических углей составил 18,5 млн. т, антрацитов – 3,2 млн. т, коксующихся углей – 0,6 млн. т. Поставки в 3 соседние страны обеспечивают 94,7% валового объема экспорта. В частности, в 2009 г. Китаем было экспортировано 9,9 млн. т угля в Республику Корея, 6,4 млн. т – в Японию и 4,9 млн. т – на Тайвань. Республика Корея является крупнейшим импортером как антрацитов (56,2%), так и коксующихся (58%) и энергетических (41,5%) углей из Китая (Kuntasal Q., 1995: 155-171).

Угольная промышленность по воздействию на окружающую среду является одной из наиболее сложных отраслей горнодобывающей промышленности. Негативными воздействиями предприятий этой отрасли являются:

- загрязнение сточных вод производственными и хозяйственными стоками, нарушение гидрологического режима поверхностных и подземных вод;
- изъятие из землепользования и нарушение земель, загрязнение их отходами добычи и переработки угля;
- загрязнение воздушного бассейна выбросами горно-транспортного оборудования, про-

мышленных и коммунальных котельных, аспирационных систем, горящих породных отвалов (Egglesfon B., 1994: 3-4).

Немаловажное значение имеют те обстоятельства, что с течением времени увеличивается площадь нарушенных земель и одновременно с этим происходит уменьшение площади земель, восстанавливаемых и передаваемых на баланс местных органов власти. К тому же ликвидация убыточных и нерентабельных предприятий зачастую проводится без рекультивации нарушенных земель, что также отрицательно сказывается на экологической обстановке в угледобывающих регионах.

Одним из главных направлений снижения отрицательного воздействия на природную среду отходов производства является их использование. Отходы добычи и обогащения угля могут использоваться в качестве топлива, добавок к сырью для производств строительных материалов, грунтового материала при строительстве дорог и другие цели.

Закрытие нерентабельных шахт и разрезов сопровождается изменением характера проявления негативных процессов, действовавших при эксплуатации шахт, и активизации некоторых из них.

К таким процессам относятся:

- кардинальное изменение гидродинамической обстановки в зоне влияния закрываемых шахт;
- свободные изливы шахтных вод на поверхность, сброс которых в водные объекты приводит к изменению их гидрологического режима, загрязнению минеральными солями, тяжелыми металлами и другими вредными веществами;
- вытеснение метана и других вредных газов из выработанного пространства и угольного массива при затоплении шахт, сопровождающееся загазированием пониженных участков местности, подвальных помещений производственных и жилых зданий и сооружений.

На поверхности земли остаются выведенные из эксплуатации накопители твердых и жидких отходов производства, к которым относятся: терриконы; плоские породные отвалы; шламонакопители; гидроотвалы; отстойники и техногенные водоемы, занимающие обширные территории и являющиеся интенсивными источниками загрязнения подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха; нарушенные, загрязненные и деградированные земли, которые не могут быть использованы и подлежат восстановлению. Характер этих негативных процессов складывается под влиянием природно-экологических, горно-

геологических, горнотехнических факторов и в каждом из угольных регионов имеет свои специфические особенности.

Проектами ликвидации шахт и разрезов предусмотрен целый комплекс технических мероприятий, направленных на устранение негативных экологических последствий этих мероприятий (Beckmann F.H., 1987: 1-20).

Для снижения негативного воздействия действующих предприятий отрасли на окружающую среду также разработан комплекс специальных мероприятий, в число которых входит и снижение сброса загрязненных сточных вод за счет повышения качества их очистки.

Реализация разработанного комплекса мероприятий должна способствовать снижению экологической нагрузки угледобывающих предприятий на окружающую среду.

Еще одним аспектом негативного действия поверхностной добычи угля являются неблагоприятные последствия этого для окружающей среды, такие как полное исчезновение многих видов существующих видов растений, вытеснение или уничтожение видов многих диких животных, вследствие ухудшения среды их обитания, качества воздуха и т.п.

Крайне неблагоприятным последствием добычи для окружающей среды является также то, что при открытой добыче угля шахтами остаются участки земли, которые больше невозможно использовать, а их реабилитация может только смягчить некоторые из этих проблем. К примеру, большое количество кислоты, находящейся в хвостохранилищах, может протекать в водооток и водоносные горизонты, создавая экологические последствия, влияющие на здоровья человека. Кроме того, во всем мире поверхностная добыча угля полностью уничтожает существующие виды растительности, разрушает генетический профиль почвы, вытесняет или уничтожает диких животных и среды их обитания, ухудшает качество воздуха, изменяет текущий процесс землепользования, а также в некоторой степени, постоянно изменяет общий профиль земной

поверхности. Процессы движения, хранения и перераспределения земли могут разрушить сообщество микроорганизмов и питательных веществ. Как правило, нарушение почв и связанные с работой шахт виды воздействий в данных условиях способствуют эрозии. Удаление почвенного покрова из такого района изменяет или уничтожает множество природных почвенных свойств, а также может снизить его производительность в сельском хозяйстве.

Удаление растительного покрова, проведение мероприятий, связанных со строительством дорог, перевозкой, хранением верхнего слоя почвы приводят к увеличению большого количества пыли вокруг горных работ. Пыль ухудшает качество воздуха в непосредственной близости, может оказать неблагоприятное воздействие на растительный и животный мир, и может представлять угрозу здоровью и безопасности для работников и жителей близлежащих районов.

Таким образом, деятельность по добыче и транспортировке угля должна полностью основываться на рациональном воздействии на окружающую среду, поскольку добыча угля нарушает практически все элементы ландшафта на земной поверхности и, кроме того, при извлечении угля появляются новые структуры, такие как породные отвалы. Растительный покров удаляется и перегружается либо перемещается в сторону. Пыль, вибрации, выхлопные газы и дизельные запахи нарушают чувствительные способности человеческого организма. При разработке технологии добычи угля необходимо учитывать, что для улучшения экологической ситуации в регионе и снижения вредных последствий горно-шахтных работ для человека многие виды воздействия на окружающую среду и человека должны быть минимизированы.

Казахстан обладает значительными запасами угля, развитой угледобывающей промышленностью, что требует развития исследований в области изучения экологических последствий промышленной добычи угля и путей их нивелирования.

Литература

- 1 New research findings in biotechnology for fuels and chemical conduction: 15th Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals. Appl. Biochem. and Biotechnol., (1994): 935-952.
- 2 Japanese Research Organisation employs bacteria to desulphurise coal, (1994): 154.
- 3 Dawn, Anderson and Brehmer. Coal mining. Environmental impacts., 2007.
- 4 Orsi N., Rossi G., Trois P., Valenti P., Zeccihin A. Coal biodesulfurization: Design criteria of a pilot plant: Bioprocess. Fossil Fuels 4th Workshop Bioprocess. (1991): 211-230.
- 5 Battle will enhance organic sulfur removal. (1990): 8.

- 6 Olsson G., Larsson L., Karlsson H. T., Hoist O. Benefication of coal by microbial desulfurization // Int. Conf Coal Sei.,Tokio, 2 (1989): 1027-1030.
- 7 Pietropaolo V., Danzet P., Orsi N. Microbial organic desulphurization of sulcis coal. № 5. 39 (1990): 339-340.
- 8 Kilbane J. J., Bielaga B.A. Toward sulphur-free fuels № 12 (1990): 747-751.
- 9 Srivastava F., Campbell I.M., Blaustem B.D. Coal bioprocessing: a research-needs assessment. №12 (1989): 45-53.
- 10 Khalid A.M., Bhattacharyya D., Hsieh M., Aleem M.H. A'Proc. and Util. Biological desulfurization of coal. (1989): 469-480.
- 11 Kimura K. Bioprocessing of coal: Microorganisms for coal processing № 51 (1990): 17-18.
- 12 Bioprocessing of Fossil Fuel: Bioprocess. Fossil Fuels 4th Work-shop on Bioprocessing of Fossil Fuels, Tysons Comer, № 2-3 (1991): 1-11, 99-303.
- 13 Biological method for coal comminution: Пат. 5490634 США, МКИ В 02 С 19/00 Jain Mahendra K., Narayan Ramani, Han Ohantaek; Michigan Biotechnology Istitute.-№ 16119; Заявл. 10.02.93.
- 14 Schilling H.D. Long-tenn perspectives for coal - energy needs vems environments protection. № 9 (1997): 346-348.
- 15 Щадов М.И. Уголь: проблемы угледобычи и использования. (1986): 2-11.
- 16 Chadwick J. Coal in Europe. № 6 (1995): 350-358.
- 17 Молчанов А.Е. Кленин В.Г. Современное состояние и перспективы углеобогащения // Уголь. – № 7-8. (1997):126-130.
- 18 Тайц Е.М., Равич Б.М., Андреева И.А. Получение окускованного бездымного топлива и кокса. (1971): 120 с.
- 19 Попов В.Э., Звягинцева И.М., Кузьмин А.П. и др. Угольные бассейны Сибири. (1985): 94.
- 20 Трубецкой К., Гурянов В. Формирование и реализация государственной научно-технической политики в России в области добычи и переработки твердого топлива. № 12 (1994): 8-10.
- 21 Заварзин Г.А., Биогаз и малая энергетика (1987): 66-79.
- 22 Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./ Под ред. В.Г. Дебабова.-М. (1987): 411.
- 23 Стадников Г.Л. Физические методы в исследовании углей. - М.: АН СССР, (1957): 87.
- 24 Кирилин В.А. Энергетика. Главные проблемы. – М. (1990): 128.
- 25 Липович В.Г., Калабин Г.А., Калечиц И.В. и др. Химия и переработка угля. (1988): 336.
- 26 United states coal news // Engineering and Mining Journal. – № 3 (1995): 160-167.
- 27 Молчанов А.Е. Кленин В.Г. Современное состояние и перспективы углеобогащения. № 7-8. (1997): 126-130.
- 28 Yuring B. EERC sees possible future for brown coal. – №6 (1995): 6-7.
- 29 Kuntal Q. Health risk assessment for coal-fired power plant operationa. (1995): 155-171.
- 30 British firm introduces star grading system for coal. Coal Int.- № 6 (1994): 201-203.
- 31 CIL to set up 11 briquette units. Chem. Weekly. № 34 (1991): 86.
- 32 Eggesfon B., Decampli K. Polish effort getsoff ground. №43 (1994): 3-4.
- 33 CRE experts to visit Bulgaria // McGraw-Hill's Coal Tech. Int. № 25 (1994): 6.
- 34 Beckmarm F.H.,Wagner A. ANCIT-fonned coke and formed blend cokes by hot briquetting. (1987): 1-20.

References

- 1 New research findings in biotechnology for fijels and chemical conduction: 15th Symposiumon Biotechnology for Fuels and Chemicals. Appl. Biochem. and Biotechnol., (1994): 935-952.
- 2 Japanese Research Organisation employs bacteria to desulphurise coal, (1994): 154.
- 3 Dawn, Anderson and Brehmer. Coal mining. Environmental impacts., 2007.
- 4 Orsi N., Rossi G., Trois P., Valenti P., Zeccihin A. Coal biodesulfurization: Desing criteria of a pilot plant: Bioprocess. Fossil Fuels 4th Workshop Bioprocess. (1991): 211-230.
- 5 Battle will enhance organic sulfiir removal. (1990): 8.
- 6 Olsson G., Larsson L., Karlsson H. T., Hoist O. Benefication of coal by microbial desulfurization // Int. Conf Coal Sei.,Tokio, 2 (1989): 1027-1030.
- 7 Pietropaolo V., Danzet P., Orsi N. Microbial organic desulphurization of sulcis coal. № 5. 39 (1990): 339-340.
- 8 Kilbane J. J., Bielaga B.A. Toward sulphur-free fuels № 12 (1990): 747-751.
- 9 Srivastava F., Campbell I.M., Blaustem B.D. Coal bioprocessing: a research-needs assessment. №12 (1989): 45-53.
- 10 Khalid A.M., Bhattacharyya D., Hsieh M., Aleem M.H. A'Proc. and Util. Biological desulfurization of coal. (1989): 469-480.
- 11 Kimura K. Bioprocessing of coal: Microorganisms for coal processing № 51 (1990): 17-18.
- 12 Bioprocessing of Fossil Fuel: Bioprocess. Fossil Fuels 4th Work-shop on Bioprocessing of Fossil Fuels, Tysons Comer, № 2-3 (1991): 1-11, 99-303.
- 13 Biological method for coal comminution: Пат. 5490634 США, МКИ В 02 С 19/00 Jain Mahendra K., Narayan Ramani, Han Ohantaek; Michigan Biotechnology Istitute.-№ 16119; Заявл. 10.02.93.
- 14 Schilling H.D. Long-tenn perspectives for coal - energy needs vems environments protection. № 9 (1997): 346-348.
- 15 Shchadov M. I. Coal: problems of coal production and use. (1986): 2-11.
- 16 Chadwick J. Coal in Europe. No. 6 (1995): 350-358.
- 17 Molchanov, A. E., Klenin V. G. current status and prospects of coal // Coal. № 7-8. (1997):126-130.
- 18 Taitis E. M., Ravich B. M., Andreeva I. A. production of agglomerates smokeless fuel and coke. (1971): 120 s.
- 19 V. E. Popov, I. M. Zvyagintsev, A. P. Kuzmin, and others. the Coal basins of Siberia. (1985): 94.

- 20 Trubetskoy, K., Goranov V. Formation and realization of state scientific-technical policy in Russia in the field of extraction and processing of solid fuels. No. 12 (1994): 8-10.
- 21 Zavarzin G. A., Biogas and small hydropower (1987): 66-79.
- 22 Sasson A. Biotechnology: achievements and hopes]. s angl./ Under the editorship of V. G. Debabov.-M. (1987): 411.
- 23 Stadnikov G. L. Physical methods in the study of coals.- M.: USSR Academy of Sciences, (1957): 87.
- 24 Kirilin V. A. Power. The main problems of the.-M. (1990): 128.
- 25 V. G. Lipovich, G. A. Kalabin, I. V. kalechits says. Chemistry and processing of coal. (1988): 336.
- 26 United states coal news // Engineering and Mining Journal. No. 3 (1995): 160-167.
- 27 Molchanov, A. E., Klenin V. G. current status and prospects of coal preparation. № 7-8. (1997): 126-130.
- 28 Yuring B. EERC sees possible future for brown coal. No. 6 (1995): 6-7.
- 29 Q. Kuntasal Health risk assessment for coal-fired power plant operationa. (1995): 155-171.
- 30 British firm introduces star system for grading coal. Coal Int.- № 6 (1994): 201-203.
- 31 CIL to set up 11 briquette units. Chem. Weekly. No. 34 (1991): 86.
- 32 Eggesfon V. Decampli K. Polish effort getsoff the ground. No. 43 (1994): 3-4.
- 33 CRE experts to visit Bulgaria // McGraw-Hill's Coal Tech. Int. No. 25 (1994): 6.
- 34 Beckmarm F. H.,Wagner A. ANCIT-fonned coke and blend cokes formed by hot briquetting. (1987): 1-20.

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**

**S.Zh. Kolumbayeva*¹, A.V. Lovinskaya¹,
T.M. Shalakhmetova¹, M.A. Suvorova¹, N. Voronova¹**

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Almaty, Kazakhstan
*E-mail: S_kolumb@mail.ru

THE ANTIMUTAGENIC POTENTIAL OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS OF INULA BRITANNICA L. FAMILY COMPOSITAE

Cytogenetic and mutagen-modified effects of biologically active compounds (BAC) of *Inula britannica* L. extracts from both shoots and roots parts were investigated testing on count chromosome abnormalities of cells of barley root meristem. It was established that plant extracts in concentrations 50.0 and 100.0 mg/l decrease the level of spontaneous mutagenesis in root meristem of barley.

The combined exposure of seeds to methyl methanesulfonate (MMS) and extracts independently on treatment sequence result in statistically significant reduce of MMS-induced mutagenesis. The data obtained testify to the presence of antimutagenic effect in studied extracts. There was revealed no differences in gene protective effect of whether aboveground or underground parts of *I. britannica* despite on greater content of BAC in underground part.

Key words: *Inula britannica*, biologically active compound, extract, mutagen, antimutagen, chromosomal aberration.

С.Ж. Колумбаева*¹, А.В. Ловинская¹, Т.М. Шалахметова¹, М.А. Суворова¹, Н. Воронова¹

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан
*E-mail: S_kolumb@mail.ru

Антимутагенный потенциал биологически активных веществ из растений *Inula britannica* L. семейства *Compositae*

Изучена цитогенетическая и мутаген-модифицирующая активность комплекса биологически активных веществ (БАВ) в экстрактах надземной и подземной частей растений *Inula britannica* с использованием теста по учету хромосомных aberrаций в клетках корневой меристемы семян ячменя. Установлено, что растительные экстракты в концентрациях 50,0 и 100,0 мг/л не проявили мутагенной активности, а, наоборот, несколько снизили уровень спонтанного мутагенеза в корневой меристеме ячменя. В результате комбинированного воздействия метилметансульфоната (ММС) и растительных экстрактов вне зависимости от последовательности обработки происходило статистически значимое снижение уровня индуцированного ММС мутагенеза (указать проценты). Полученные результаты демонстрируют наличие антимутагенных свойств у изучаемых экстрактов. Нами не обнаружено статистически значимых различий в генопротекторной активности экстрактов из подземной и надземной частей девясила британского, несмотря на большее содержание БАВ в подземной части растений.

Ключевые слова: девясил британский, биологически активные вещества, экстракт, мутаген, антимутаген, хромосомные aberrации.

С.Ж. Колумбаева^{*1}, А.В. Ловинская¹, Т.М. Шалахметова¹, М.А. Суворова¹, Н. Воронова¹

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

*E-mail: S_kolumb@mail.ru

***Inula britannica* L. туыс *Compositae* өсімдігінің биологиялық белсенді заттарының антимутагендік потенциалы**

Inula britannica өсімдігінің жер асты және жер үсті бөлімдерінен алынған биологиялық белсенді заттардың (ББЗ) цитогенетикалық және мутаген-модифицирлеуші белсенділігі арпа ұрық тамыршаларының меристемалық аймағындағы хромосомалық аберрацияларды анықтау тесті көмегімен зерттелді. Өсімдік сығындылары 50,0 және 100,0 мг/л концентрацияда мутагендік белсенділік көрсетпеді, керісінше арпа ұрық тамыршаларының меристемалық аймағындағы спонтанды мутагенездің деңгейін төмендеткені анықталды. Метилметансульфонат (ММС) пен өсімдік сығындыларының аралас әсер етуі нәтижесінде ММС индуцирленген мутагенез деңгейі төмендеді. Алынған нәтижелер зерттеліп отырған сығындылардың антимутагендік қасиеттері екендігін көрсетеді. Жер асты бөлімінде ББЗ мөлшер жоғары болғанына қарамастан, жер асты және жер үсті бөлімдерінен алынған сығындылардың генопротекторлық белсенділігінің статистикалық маңызды айырмашылықтары анықталмады.

Түйін сөздер: британдық андыз, биологиялық белсенді заттар, экстракт, мутаген, анти-мутаген, хромосомдық аберрациялар.

Introduction

The modern period of biosphere development is characterized by global pollution of environment caused by intensive economical activity. Thus the mutagenic factors of various kinds persist in humane environment a lot of which has ability to increase the optimal level of mutation that is established throughout evolutionary process for every species including human beings. The radical method to cease chemical mutagenesis is to eliminate compounds with enhanced mutagenic potential out of environment. However it is not possible for several reasons and there still is human activity related to direct contact with chemical and physical mutagens. Therefore the search for pharmaceutical substances for protection of hereditary structures from various genotoxicants and prophylaxis of mutagenesis is of great interest (Vasilyeva, 2009: 659-662; Zasukhina, 2008: 464-473; Goncharova, 2005: 19-32).

Intensive researches on mutagenesis may lead to the creation of new methods of prophylaxis of hereditary diseases and congenital malformations. Recently the biologically active compounds (BAC) were at the focus of antimutagenic investigations. The majority of BAC have low toxicity and allergenicity (Durnev, 2008: 307-312; Uzun, 2007: 1903-1908; Cariño-Cortés, 2007: 691-697; Sarac, 2014: 60-64; Kumar, 2014: 815-826; Agabeili, 2012: 267-273). All BAC are related to products of secondary metabolism whereas proteins, carbohydrates and fats are considered to be primary metabolic products. But BAC exactly determine the probability of organism survival in extreme conditions. Phytocompounds

are intensively studied as factors playing the key role in prophylaxis of main chronic diseases. They influence metabolic processes and participate in detoxication of xenobiotics account for cancer and mutagenesis. BAC are able to bind free radicals and reactive metabolites of foreign compounds, inhibit xenobiotic-activating enzymes and activate enzymes of detoxication (Petrov, 2008: 224).

Plants are the source of various biologically active compounds among them are vitamins, polyphenols, glycopeptides, aminoacids, sulfides, saponins, polysaccharides, terpenoids, isoflavones, indoles etc. the majority of BAC have antimutagenic, antioxidant, anticancerogenic and immunomodulating activity (Al-Jaber, 2011: 293-307; Rice-Evans, 2001: 797-807; Havsteen, 2002: 67-202; Lin, 2008: 634-646; Middleton, 2000: 673-751; Lotito, 2000: 151-157; Hernes, 2001: 3109-3122; Milner, 2001: 1027-1031; Sprygin, 2006: 81-90; Miller, 2000: 312S-319S; Ajith, 2008: 24-28; Manjula, 2006: 113-116; Farghalaly, 2009: 1-7; Sram, 2012: 39-49; Santos-Cervantes, 2007: 71-77).

Among the plants of Kazakhstan more than 100 herb species are considered to be medicinal. Gender *Inula* family *Compositae* is the focus of interest comprising high contents of polysaccharides, aminoacids, vitamins, tannins, saponin and flavonoids known to possess antioxidant effect (Mamurova, 2009: 105-107). Since it is well known that a lot of antioxidants have antimutagenic activity the aim of current study was to research antimutagenic effect of *Inula britannica* L. (fam. *Compositae*) extracts from both shoot and root parts that are source of biologically active compounds.

Materials and methods

The seeds of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) Baisheshek variety attributed to Almaty region was used as the test object for the current research. The barley initially has low frequency of spontaneous mutation and at the same time is highly susceptible to chemical exposure, thus it is of great interest as test object of the indication of xenobiotics impact (Geras'kin, 2008: 55-56).

To assess antimutagenic activity of BAC in extracts of aboveground or underground parts of *Inula britannica* L., сем. *Compositae* the aqueous solutions were used in concentrations 50.0 and 100.0 mg/l. The positive control was aqueous solution of methyl methanesulfonate in concentration 5.0 mg/l, the distilled water was used as negative control. Seeds were treated (soaked) in appropriate solution for 4 hours, then washed, slightly dried and germinated in Petri dishes on filter paper wetted with dH₂O at $t = 25 \pm 1^\circ\text{C}$ in incubator.

Mutagenic and antimutagenic effects of plant extracts studied were determined using test on chromosomal aberrations count (metaphase method). To prepare temporary crushed cytological preparations and to carry out cytogenetic analysis the traditional methods were used (Pukhal'skiy, 2004: 33). For cytogenetic analysis 3 hours prior to first fixation sprouting seed were transferred in 0.01% colchicine solution to accumulate metaphase plates. Main roots were fixed in the mixture of ethyl alcohol and ice acetic acid (3:1). Roots were subjected to cool hydrolysis with diluted HCl (1:1) and stained with 0.54% aqueous solution of acid fuchsin sulfite. In all variants 4 fixations were carried out with 3 hour interval. Stained roots were washed out in three portions of freshly prepared sulphureous water after that the enzymatic maceration was conducted with cytase for 40-60 min for the degradation of extracellular matrix and cell wall. Cytological preparations were placed in freezing camera at $-74 \pm 1^\circ\text{C}$ for 24 h. Then the frozen preparation was released from covering slide and processes in the raw of alcohols of ascending strength for dehydration and obtaining constant preparations.

The analysis of chromosomal aberrations in the cell of root embryonic meristem was conducted using digital microscope Olympus BX 43F (Olympus, Japan). In analysis there were included not only the total number of aberrations but all types of chromosomal aberrations. In each test variant 400 to 500 metaphases were calculated.

Statistic data processing was carried out with standard methods using Student's test. In all cases the mean and standard deviation were calculated (Lakin, 1990: 352).

Results and discussion

Recently it was established that extracts of both shoot and root parts of *I. britannica* containing biologically active compounds do not possess mutagenic effect when testing on barley seeds as test-object. Mutation level in barley seeds treated with plant extracts does not exceed control indices (Kolumbayeva, 2016: 134-145). It is well known, that many antioxidants including some BAC possess antimutagenic activity. Therefore we had conducted the experimental research of antimutagenic activity of extracts of *Inula britannica* (table). The frequency of aberrant cells in negative control group was 1.67% (spontaneous mutation level). The comparative analysis of the frequency of aberrant cells and chromosome aberrations per 100 metaphases in barley seeds treated with whether dH₂O or BAC extracts has not revealed any statistically significant differences. Moreover studied concentrations of BAC had even slightly decreased the level of spontaneous mutagenesis. That is under the treatment with extracts of overground parts of elecampane in concentrations 50.0 and 100.0 mg/l the frequency of aberrant cells was 1.35% and 1.32% correspondingly that is in 1.24 beneath the control level, however this difference is not significant statistically. Similarly were the results of treatment with extracts of underground parts of elecampane. The obtained results thus are the additional evidence of the absence of mutagenic activity of studied extracts of elecampane. For the positive control the methyl methanesulfonate (MMS), widely used in experiments alkylating agent of direct action was chosen as representing well documented mutagenic activity in sort-time standard tests both *in vivo* and *in vitro* (Khudolei, 1999: 374-375; Natarajan, 2005: 312-317). Methyl methanesulfonate high frequently induced structural mutations in root meristem of barley. The level of aberrant cells was 6.56%, that is statistically exceeds the control level in 3.9 times ($p < 0.01$). The number of chromosomal rearrangements per 100 metaphases was 7.43 that in 4.45 higher than in control ($p < 0.001$) and is determined by the presence of more than one (2-3) chromosomal aberration in a single cell.

Table – The frequency and spectrum of chromosomal aberrations induced in barley seeds treated with *Inula britannica* extracts and methyl methanesulfonate

Variants	1. cells studied, total	1. frequency of aberrant cells (M ± m%)	Number of chromosomal aberrations per 100 metaphase cell		
			1. aberrations, total	2. chromosomal type	3. chromatid type
Water (negative control)	540	1.67 ± 0.55	1.67 ± 0.55	0.74 ± 0.37	0.93 ± 0.41
MMS, 5.0 mg/l (positive control)	579	6.56 ± 1.03***	7.43 ± 1.09***	3.11 ± 0.72**	4.32 ± 0.84***
<i>I. britannica</i> , extract of underground part					
BAC, 50.0 mg/l	520	1.35 ± 0.51	1.35 ± 0.51	0.77 ± 0.38	0.58 ± 0.33
BAC + MMS	570	2.81 ± 0.69**	2.98 ± 0.71**	1.23 ± 0.46*	1.75 ± 0.55*
MMS + BAC	535	3.36 ± 0.78*	3.55 ± 0.80*	2.06 ± 0.61	1.50 ± 0.53**
BAC, 100.0 mg/l	530	1.32 ± 0.50	1.32 ± 0.50	0.75 ± 0.37	0.57 ± 0.33
BAC + MMS	510	2.35 ± 0.67**	2.75 ± 0.72**	1.57 ± 0.55	1.18 ± 0.48**
MMS + BAC	525	2.86 ± 0.73**	3.05 ± 0.75**	1.71 ± 0.57	1.33 ± 0.50**
<i>I. britannica</i> , extract of aboveground part					
BAC, 50.0 mg/l	550	1.45 ± 0.51	1.45 ± 0.51	0.91 ± 0.40	0.55 ± 0.32
BAC + MMS	580	3.45 ± 0.76*	3.62 ± 0.78**	1.72 ± 0.54	1.90 ± 0.57*
MMS + BAC	580	3.62 ± 0.78*	3.62 ± 0.78**	1.90 ± 0.57	1.72 ± 0.54*
BAC, 100.0 mg/l	560	1.43 ± 0.50	1.43 ± 0.50	0.89 ± 0.40	0.54 ± 0.31
BAC + MMS	520	2.69 ± 0.71**	3.08 ± 0.76**	1.54 ± 0.54	1.54 ± 0.54*
MMS + BAC	540	3.15 ± 0.75*	3.33 ± 0.77**	1.85 ± 0.58	1.48 ± 0.52*
Note - * - p<0.05; ** - p<0.01; *** - p< 0.001 as compared to the control group; • - p<0.05; ** - p<0.01 as compared to methyl methanesulfonate					

The spectrum of chromosomal aberrations induced by MMS was wide and represented in all variants by rearrangements of both chromosomal and chromatid types. As well the high frequency was recorded for the anaphases with chromosomes separation and movement to the cell poles. It is known that fragmentation and pulverization of chromosomes occur under the mutagen exposure. The fragments may be single, paired or multiple. Those that lack centromeres do not participate in metaphase and consequently do not move toward the mitotic poles in anaphase. The massive chromosomes fragmentation (pulverization) is characterized by chromosomes chaotic spreading in cytoplasm and ceases its participation in metaphase. As the result the part of chromosome fragments may be included in daughter nucleus or resorbed or form separate micronucleus. The separate fragment may also reunite by their ends, such a reunions are stochastic and lead to the chromosomal aberrations (Kovalova, 2013: 33-41).

The concurrent exposure of barley seeds to MMS and plant extracts leads to alteration of genotoxic effect of MMS, the extent of those depends on the consistency of seeds treatment (table). That is, preliminary treatment of seeds with BAC of underground plant part in concentration 50.0 mg/l statistically reduces the frequency of MMS induced chromosomal aberrations (in 2.3 times; p<0.01). At the same time the number of structural mutations per 100 metaphases decreased by 2.5 times (p<0.01). The reverse combination of seeds treatment (MMS+BAC) also leads to statistically significant decrease of the level of induced mutagenesis. The general frequency of aberrant cells decreased by 1.95 times (p<0.05), and the number of chromosomal aberrations per 100 metaphases reduced in 2.1 times (p<0.05). The decrease of this indices at BAC+MMS variant takes place due to rearrangements of both chromosomal (p<0.05) and chromatid (p<0.05) types. The reverse combination of seeds treatment was characterized

by the significant decrease of structural chromatid rearrangements only ($p < 0.01$). Similar results were obtained when using plant extracts in concentration 100.0 mg/l, but the alteration of mutagenic effect of MMS towards decrease was more pronounced. The frequency of aberrant cells and the number of chromosomal aberration per 100 metaphase statistically decrease by 2.8 ($p < 0.01$) and 2.7 times ($p < 0.01$) correspondingly when testing the variant BAC+MMS. The BAC treatment following MMS exposure also reduces this indices in 2.3 ($p < 0.01$) and 2.4 ($p < 0.01$) times, correspondingly. In both variants decrease was due to structural mutations of chromatid type ($p < 0.01$). The preliminary BAC treatment decreases the frequency of chromatid aberrations by 3.7 times ($p < 0.01$) and those following exposure - by 3.2 ($p < 0.01$) times. It was established, based on comparative analysis no statistically significant differences in the level of MMS induced mutagenesis upon pre- or post-exposure BAC treatment. The extracts of aboveground parts of *I. britannica* as well had been shown the ability to reduce the mutagenic effect of methyl methanesulfonate. Extracts pre-treatment in concentration 50.0 mg/l causes the lowering

of the frequency of aberrant cells in 1.9 ($p < 0.05$) and the number of structural rearrangements per 100 metaphases in 2.1 ($p < 0.01$) times. The BAC treatment following exposure reduces mutagenic effect of MMS as well – the frequency of aberrant cells decreases in 1.8 ($p < 0.05$) and the number of structural rearrangements in 2.1 ($p < 0.01$) times and those reducing is mainly due to rearrangements of chromatid type. In the variant BAC+MMS the frequency of chromatid aberrations decrease by 2.8 time ($p < 0.05$) and in reverse variant - by 2.9 ($p < 0.05$) time.

Comparative analysis had revealed no statistically significant differences in the level of MMS induced mutagenesis in concentrations 50.0 mg/l and 100.0 mg/l, also there was no differences in the activity of extracts of underground or aboveground parts of *I. britannica*.

Thus the extracts of *I. britannica* have significant antimutagenic activity against MMS in all concentrations used and upon all variants of treatment. The maximum of activity was observed during BAC treatment preliminary MMS exposure and was 62.99% and 58.55% for the underground or aboveground parts, correspondingly (figure).

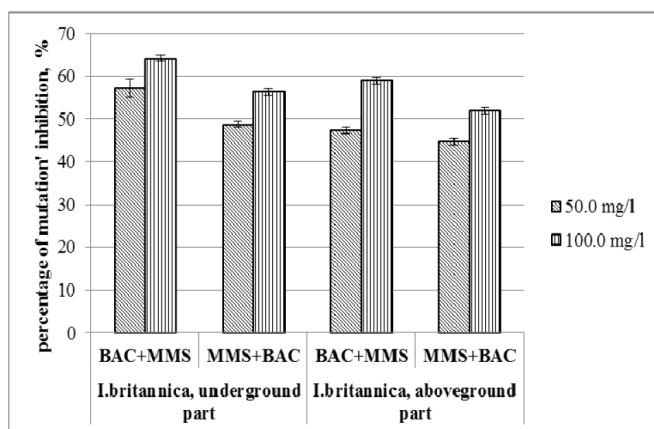


Figure – The percentage of mutation' inhibition (antimutagenic activity against MMS) of BAC from underground or aboveground parts of *I. britannica*

The MMS that is considered to be classic mutagen ($C_2H_6O_3S$) was selected to be positive control. This is monofunctional alkylating agent of direct action transferring only on CH_3 -group. MMS leads to alkylation of purine bases and that to transitions and represents mutagenic activity in standard short-time tests *in vivo* и *in vitro*, induces SOS-response in umu-test on *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 and point mutations in bacteria without metabolic activation. In *Drosophila* MMS causes recessive

somatic mutations and sex-linked lethal mutations. It was also shown the increase in the frequency of sister chromatid exchange and chromosomal aberrations, as well as neoplastic transformation in rodents cell culture. *In vivo* methyl methanesulfonate causes mutations in mice gametes and DNA damage, sister chromatid exchanges, chromosomal aberrations in somatic cells of rodents. In human cell culture MMS induces one-chain breaks and unplanned DNA synthesis, gene mutations, micronuclei and sister chro-

matid exchanges . MMS also represents toxic and mutagenic activity in various plant test-systems inducing chromosomal changes in root meristem of *Hordeum vulgare*, *Vicia faba*, *Arabidopsis thaliana*. MMS represents extraordinary wide spectrum of genetic activity in various test-systems which defines its choice as positive control in current experimental research (Khudolei, 1999: 374–375; Natarajan, 2005: 312-317).

Recently it was shown, that preliminary administration of various vitamin complexes to rats exposed to chemical mutagens leads to reduced DNA susceptibility to chemical impact . The thesis that preliminary induction of metabolic enzymes *in vivo* leads to weakening of effects of direct mutagens was theoretically grounded and experimentally confirmed by Sycheva L.P. and Zhurkov V.S. (Sycheva, 2003: 87-91).

It may be considered that antimutagenic effect of *I.britannica* extracts containing the complex of biologically active compounds is determined whether by activation or recovery of reparatory systems in a cell damaged by mutagen. Besides the ability of BAC to inhibit free radical processes induced by MMS and to stimulate chromosome reparation as well participates in antimutagenic activity of *I.britannica* extracts

Conclusion

The herbal extracts are considered to be the most of perspective preparations directing for leveling effects of mutagens. Antimutagenic effect of plant preparations is due to the high content of such compounds as vitamins, pigments, aminoacids, phenols and polyphenols majority of which possess antimutagenic activity (Al-Jaber, 2011: 293–307; Rice-Ev-

ans, 2001: 797–807; Havsteen, 2002: 67–202; Lin, 2008: 634–646; Middleton, 2000: 673–751; Lotito, 2000: 151–157; Hernes, 2001: 3109–3122; Milner, 2001: 1027–1031; Sprygin, 2006: 81-90; Miller, 2000: 312S–319S; Ajith, 2008: 24-28; Manjula, 2006: 113-116; Farghalaly, 2009: 1-7; Sram, 2012: 39– 49; Santos-Cervantes, 2007: 71-77). All classes of biologically active compounds are represented in extracts of *Inula britannica*.

Cytogenetic researches had revealed that extracts of underground and aboveground parts of *Inula* in concentrations 50.0 and 100.0 mg/l did not show any mutagenic activity and moreover reduced the level of spontaneous mutagenesis in root meristem of barley. When combined with MMS independently of the treatment sequence the plant extracts significantly reduced MMS induced mutagenesis. The obtained results demonstrate the presence of antimutagenic effect of studied extracts. There was revealed no significant difference in gene protective activity whether of aboveground or underground parts of *Inula* despite the latter contains more BAC.

It is well known that reparation of DNA damages is enzymatic process depending on the level of cell metabolism. It may be supposed that the BAC complex in *Inula* extracts intensifies the enzymatic reparation of DNA in a cell decreasing thus the level of MMS induced mutagenesis. The results of current research focused on the investigation of BAC of *I.britannica* extracts in modulation of cytogenetic activity of methyl methanesulfonate in plant test system may be extrapolated so that to presume their antimutagenic activity in mammals. The researches directed to confirm this presumption are initiated.

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

Литература

- 1 Агабейли Р.А. Антимутагенная активность масла плодов *Fagus Orientalis* (Fagaceae) // Растительные ресурсы. – 2012. – Т. 48, № 2. – С. 267-273
- 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 Дурнев А.Д. Методические аспекты исследований по модификации химического мутагенеза // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2008. – Т. 146, № 9. – С. 281-287.
- 6 Засухина Г.Д. Адаптивный ответ общебиологическая закономерность: факты, гипотезы, вопросы // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. 48, № 4. – С. 464-473.
- 7 Ковалева О.А., Безденежных Н.А., Кудрявец Ю.И. Нехромосомный цитогенетический анализ соматических клеток млекопитающих // Biopolymers and Cell. – 2013. – Т. 29, № 1. – С.33-41.

- 8 Колумбаева С.Ж., Ловинская А.В., Ахтаева Н.З., Литвиненко Ю.А., Воронова Н., Илиясова А.И., Аликул А. Токсическая и мутагенная активность биологически активных веществ из растений *Inula britannica* L. семейства Compositae // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2016. – Т. 69, №4. – С. 134-145.
- 9 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с. – ISBN 5-06-000471-6.
- 10 Мамурова А., Мухитдинов Н., Абидкулова К. Фитохимическое изучение трех видов *Inula* из Казахстана // Вісник Київського національного Університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різномарншття. – 2009. – С. 105-107.
- 11 Петров О.Ю., Александров Ю.А. Медико-биологические и нравственные аспекты полноценного питания: учебное пособие. – 2-е изд., доп. / Мар гос. унт; О.Ю. Петров, Ю.А. Александров. – Йошкар Ола, 2008. – 224 с.
- 12 Пухальский А.С., Соловьева А.А., Юрцев С.Н. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по цитологии и цитогенетике растений. – М.: МСХА, 2004. – 165 с.
- 13 Спрыгин В.Г., Кушнырева Н.Ф. Природные олигомерные проантоцианидины – перспективные регуляторы метаболических нарушений // Вестник ДВО РАН. – 2006. – № 2. – С. 81-90.
- 14 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.
- 15 Худoley В.В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 1999. – С. 374–375. ISBN: 5-7997-0170-4.
- 16 Ajith T.A., Ann M., Thomas J., “Evaluation of comparative and combined antimutagenic potential of vitamin C and vitamin E using histidine mutant *Salmonella typhimurium* strains” // Indian Journal of Clinical Biochemistry 23 (2008): 24-28.
- 17 Al-Jaber N.A., Awaad A.S., Moses J.E., “Review on some antioxidant plants growing in Arab world” // Journal of Saudi Chemical Society 15 (2011): 293–307.
- 18 Cariño-Cortés R., Hernández-Ceruelos A., Torres-Valencia J.M., González-Avila M., Arriaga-Alba M., Madrigal-Bujaidar E., (2007) “Antimutagenicity of *Stevia pilosa* and *Stevia eupatoria* evaluated with the Ames test”, *Toxicology in Vitro* 21 (2007): 691–697.
- 19 Farghalaly A.A., Abo-Zeid M.A.M., “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.
- 20 Havsteen B.H., “The biochemistry and medical significance of the flavonoids”, *Pharmacol. Ther* 96 (2002): 67–202.
- 21 Hernes P.J., Benner R., Cowie G.L., Goni M.A., Bergamaschi B.A., Hedges J.I., “Tannin diagnosis in mangrove leaves from a tropical estuary: a novel molecular approach”, *Geochim. Cosmochim* 65 (2001): 3109–3122.
- 22 Kumar K.H., Razaek S., Nallamuthu I., Khanum F., “Phytochemical analysis and biological properties of *Cyperus rotundus* L.”, *Industrial Crops and Products* 52 (2014): 815– 826.
- 23 Lin Y., Shi R., Wang X., Shen H.-M., “Luteolin, a flavonoid with potential for cancer prevention and therapy”, *Curr. Cancer Drug Targets* 8 (2008): 634–646.
- 24 Lotito S.B., Fraga C.G., “Ascorbate protects (+)-catechin from oxidation both in pure chemical system and human plasma”, *Biol. Res.* 33 (2000): 151–157.
- 25 Manjula S.H.D., Benjamin S., Bairy K.L., “Modulatory effect of vitamin C on genotoxic effect of endosulfan in developing albino rats”, *Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics* 5 (2006): 113-116.
- 26 Middleton E.Jr., Kandaswami C., Theoharides T.C., “The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer”, *Pharmacol. Rev.* 52 (2000): 673–751.
- 27 Miller H.E., Rigelhof F., Marquart L., Prakash A., Kanter M., “Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables”, *J. Am. Coll. Nutr.* 19 (2000): 312S–319S.
- 28 Milner J.A., “A historical perspective on garlic and cancer”, *J. Nutr.* 131 (2001): 1027–1031.
- 29 Natarajan A.T. “Chemical mutagenesis: From plants to human”, *Current science* 89 (2005): 312-317.
- 30 Rice-Evans C., “Flavonoid antioxidants”, *Curr. Med. Chem* 8 (2001): 797–807.
- 31 Santos-Cervantes M.E., Ibarra-Zazueta M.E., Loarca-Piña G., Paredes-López O., Delgado-Vargas F., “Antioxidant and antimutagenic activities of *Randia echinocarpa* fruit”, *Plant Foods Hum Nutr.* 62 (2007): 71-77.
- 32 Sarac N., Sen B., “Antioxidant, mutagenic, antimutagenic activities, and phenolic compounds of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis*”, *Industrial Crops and Products* 53 (2014): 60– 64.
- 33 Sram R.J., Binkova B., Rossner P.Jr., “Vitamin C for DNA damage prevention”, *Mutation Research / Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 733 (2012): 39– 49.
- 34 Uzun F., Kalender S., Durak D., Demir F., Kalender Y., “Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E”, *Food and Chemical Toxicology* 47 (2007): 1903-1908.

References

- 1 Agabeili R.A., “Antimutagennaia aktivnost’ masla plodov *Fagus Orientalis* (Fagaceae)” [“Antimutagenic activity of oil fruits *Fagus Orientalis* (Fagaceae)”], *Rastitel’nye resursy* 48 (2012): 267-273. (In Russian)
- 2 Ajith T.A., Ann M., Thomas J., “Evaluation of comparative and combined antimutagenic potential of vitamin C and vitamin E using histidine mutant *Salmonella typhimurium* strains”, *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 23 (2008): 24-28.
- 3 Al-Jaber N.A., Awaad A.S., Moses J.E., “Review on some antioxidant plants growing in Arab world”, *Journal of Saudi Chemical Society* 15 (2011): 293–307.
- 4 Cariño-Cortés R., Hernández-Ceruelos A., Torres-Valencia J.M., González-Avila M., Arriaga-Alba M., Madrigal-Bujaidar E., (2007) “Antimutagenicity of *Stevia pilosa* and *Stevia eupatoria* evaluated with the Ames test”, *Toxicology in Vitro* 21 (2007): 691–697.

- 5 Durnev A.D., "Methodological aspects of studies of chemical mutagenesis modification", *Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 146 (2008): 307-312.
- 6 Farghalaly A.A., Abo-Zeid M.A.M., "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.
- 7 Geras'kin S.A., Sarapul'tseva E.A. *Biologicheskii kontrol' okruzhaiushchei sredy. Geneticheskii monitoring [Biological control of environment. Genetic monitoring]*. Moscow: Akademiia, 2010 (In Russian).
- 8 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)
- 9 Havsteen B.H., "The biochemistry and medical significance of the flavonoids", *Pharmacol. Ther* 96 (2002): 67-202.
- 10 Hernes P.J., Benner R., Cowie G.L., Goni M.A., Bergamaschi B.A., Hedges J.L., "Tannin diagnosis in mangrove leaves from a tropical estuary: a novel molecular approach", *Geochim. Cosmochim* 65 (2001): 3109-3122.
- 11 Khudolei V.V., *Kantserogeny: kharakteristiki, zakonomernosti, mekhanizmy deistviia [Carcinogens: Characteristics, patterns, mechanisms of action]*. St. Petersburg: NII Khimii SPbGU, 1999.
- 12 Kolumbayeva S.Zh., Lovinskaya A.V., Akhtaeva N.Z., Litvinenko Iu.A., Voronova N., Iliiasova A.I., Alikul A., *Toksicheskaya i mutagennaya aktivnost' biologicheskii aktivnykh veshchestv iz rasteniy Inula britannica L. semeystva Compositae [Toxic and mutagenic effect of biologically active substances from Inula britannica L. (family Compositae), Kaznu Bulletin. Biology series* 69 (2016): 134-145 (In Russian).
- 13 Kovalova O.A., Bezdeneznykh N.O., Kudryavets Yu.I., *Nekhromosomnyy tsitogeneticheskii analiz somaticheskikh kletok mlekpitayushchikh [Nonchromosomal cytogenetic analysis of mammal somatic cells]*, *Biopolimers and Cell* 29 (2013): 33-41.
- 14 Kumar K.H., Razack S., Nallamuthu I., Khanum F., "Phytochemical analysis and biological properties of *Cyperus rotundus* L.", *Industrial Crops and Products* 52 (2014): 815-826.
- 15 Lakin G.F. *Biometrija [Biometrics]*. Moscow: Vysshaya shkola, 1990 (In Russian).
- 16 Lin Y., Shi R., Wang X., Shen H.-M., "Luteolin, a flavonoid with potential for cancer prevention and therapy", *Curr. Cancer Drug Targets* 8 (2008): 634-646.
- 17 Lotito S.B., Fraga C.G., "Ascorbate protects (+)-catechin from oxidation both in pure chemical system and human plasma", *Biol. Res.* 33 (2000): 151-157.
- 18 Mamurova A., Mukhitdinov N., Abidkulova K. *Fitokhimicheskoe izuchenie trekh vidov Inula iz Kazakhstana [Phytochemical study of three species of Inula from Kazakhstan]*, *Visnik Kiivs'kogo natsional'nogo Universitetu imeni Tarasa Shevchenka. Introduktsiya ta zberzhenya roslinnogo riznomarnshttya* (2009): 105-107 (In Russian)
- 19 Manjula S.H.D., Benjamin S., Bairy K.L., "Modulatory effect of vitamin C on genotoxic effect of endosulfan in developing albino rats", *Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics* 5 (2006): 113-116.
- 20 Middleton E.Jr., Kandaswami C., Theoharides T.C., "The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer", *Pharmacol. Rev.* 52 (2000): 673-751.
- 21 Miller H.E., Rigelhof F., Marquart L., Prakash A., Kanter M., "Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables", *J. Am. Coll. Nutr.* 19 (2000): 312S-319S.
- 22 Milner J.A., "A historical perspective on garlic and cancer", *J. Nutr.* 131 (2001): 1027-1031.
- 23 Natarajan A.T. "Chemical mutagenesis: From plants to human", *Current science* 89 (2005): 312-317.
- 24 Petrov O.Yu., Aleksandrov Yu.A. *Mediko-biologicheskie i нравstvennye aspekty polnotsennogo pitaniya [Medico-biological and moral aspects of nutrition]*. Yoshkar-Ola: Mari State University, 2008 (In Russian)
- 25 Pukhal'skiy A.S., Solov'eva A.A., Yurtsev S.N. *Rukovodstvo k laboratorno-prakticheskim zanyatiyam po tsitologii i tsitogenetike rasteniy [The guide to laboratory-practical studies on cytology and cytogenetics of plants]*. Moscow: MSKhA, 2004 (In Russian).
- 26 Rice-Evans C., "Flavonoid antioxidants", *Curr. Med. Chem* 8 (2001): 797-807.
- 27 Santos-Cervantes M.E., Ibarra-Zazueta M.E., Loarca-Piña G., Paredes-López O., Delgado-Vargas F., "Antioxidant and antimutagenic activities of *Randia echinocarpa* fruit", *Plant Foods Hum Nutr.* 62 (2007): 71-77.
- 28 Sarac N., Sen B., "Antioxidant, mutagenic, antimutagenic activities, and phenolic compounds of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *Orientalis*", *Industrial Crops and Products* 53 (2014): 60-64.
- 29 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).
- 30 Sram R.J., Binkova B., Rossner P.Jr., "Vitamin C for DNA damage prevention", *Mutation Research / Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 733 (2012): 39-49.
- 31 Sycheva L.P., Zhurkov V.S., Rakhmanin Yu. A., *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.
- 32 Uzun F., Kalender S., Durak D., Demir F., Kalender Y., "Malathion-induced testicular toxicity in male rats and the protective effect of vitamins C and E", *Food and Chemical Toxicology* 47 (2007): 1903-1908.
- 33 Vasilyeva I.M., Shagirova Zh.M., Sinelshikova T.A., Mavletova D.A., Kuzmina N.S., Zasukhina G.D., "Protection of radio-sensitive human cells against the action of heavy metals by antimutagens and adapting factors: Association with genetic and protein polymorphisms", *Russian Journal of Genetics* 45 (2009): 659-662.
- 34 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)

И.С. Савицкая^{*1}, А.С. Кистаубаева¹, Д.Х. Шокатаева¹, А.У. Исаева², А.Б. Жабакова¹

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

²НИИ экологии и биотехнологии Южно-Казахстанского ГУ им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан

*E-mail: rirasava_2006@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИООКИСЛЕНИЯ СЕРЫ РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТИ ТИОНОВЫМИ БАКТЕРИЯМИ

Наличие в Казахстане значительной площади щелочных засоленных почв, низкая эффективность ныне применяемых мелиорантов и огромное количество накопленной серы требуют разработки инновационной технологии мелиорации щелочных засоленных почв с применением серы. Предполагается, что рациональное решение проблемы мелиорации щелочных засоленных почв элементарной серой может быть осуществлено ускорением интенсивности ее окисления путем внесения активных штаммов сероокисляющих бактерий в почву или увеличением дисперсности частиц серы. Цель исследования – изучить возможность повышения мелиоративной эффективности элементарной серы на содово-засоленных почвах путем применения сероокисляющих микроорганизмов. Задачи: определить популяционный уровень тионовых бактерий и интенсивность окисления элементарной серы различной дисперсности в содово-засоленных почвах; определить эффективность биоокисления частиц элементарной серы различной дисперсности монокультурами и ассоциациями тионовых бактерий. Число тиобацилл в почве определяли путем внесения почвенной суспензии в тиосульфатную среду, содержащую 0,01% бромкрезол красный. Культивирование серобактерий осуществлялось в среде Баалсруда. В ходе культивирования сероокисляющих микроорганизмов контролировали изменение концентрации субстрата-тиосульфата, а также продуктов биоокисления – сульфатов. Определение уровня биоокисления серы монокультурами и ассоциациями тионовых бактерий проводили в модельных экспериментах в течение 12 недель. В образцы содово-засоленных почв вносили элементарную серу разной дисперсности в количестве 400 мг/100 г почвы и 50-мл инокулята 96-часовой культуры. Уровень биоокисления определяли по двум параметрам: pH почвы и количество сульфат-иона в опытных (инокулированных штаммами *Thiobacillus*) и контрольных (без серы) образцах. pH почвенной суспензии определяли стеклянным электродом на pH-метре FisherAccumet 320. Тиосульфат определяли методом цианолиза. Количество сульфат-иона определяли комплексонометрически по ГОСТ 26423-85. Показано, что после внесения мелкодисперсной серы, количество тионовых бактерий в почвенных образцах бактерий в 1,8 раза больше, чем после обработки грубой дисперсной формой. Содержание сульфата к концу срока наблюдения (90 дней) в случае использования мелкодисперсной серы (0,005-0,05 мм) в 5 раз больше, нежели при внесении крупнодисперсной. В модельных экспериментах установлено, что параллельное внесение в почву биомассы тионовых бактерий и мелкодисперсной серы приводит к повышению ее биоокислительной активности. Через 12 недель после интродукции монокультур или ассоциации из трех штаммов содержание сульфат-иона в 100 г почвенных образцов достигает 35 мг, а pH поверхности почвы снижается до 6,8. Результаты работы будут использованы для разработки технологии ускоренной мелиорации щелочных засоленных почв элементарной серой.

Ключевые слова: биоокисление, тионовые бактерии, мелиорация почв.

И.С. Савицкая*¹, А.С. Кистаубаева¹, Д.Х. Шокатаева¹, А.У. Исаева², А.Б. Жабакова¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан МУ экология және биотехнология ғылыми-зерттеу институты, Шымкент қ., Қазақстан

*E-mail: irasava_2006@mail.ru

Дисперстілігі әртүрлі күкірттің күкірт бактерияларымен биототығуының тиімділігі

Қазақстанда сілтілі сорланған топырақтың көп болуы, қолданылатын мелиоранттардың тиімділігінің төмен болуы және күкірттің көп мөлшерде жинақталуы күкіртті қолдану арқылы сілтілі тұзданған топырақ мелиорациясының инновациялық технологияларының өңделуі үлкен қажеттіліктер туындайды. Сілтілі тұзданған топырақ мелиорациясының мәселелерін қарапайым күкіртпен шешу оның тотығу процесінің белсенділігін топыраққа белсенді күкірт тотықтырушы бактериялардың штамдарын енгізу арқылы немесе күкірт бөлшектерінің дисперстілігін жоғарылату арқылы жүзеге асырылады. Зерттеудің мақсаты – содалы-сорланған топырақты күкірт тотықтырушы микроорганизмдерді қолдану арқылы қарапайым күкірттің мелиоративтік тиімділігін жоғарылату мүмкіншілігін зерттеу. Міндеттері: тионды бактериялардың популяциялық деңгейін және содалы-сорланған топырақтағы дисперстілігі әртүрлі күкірттің тотығу белсенділігін анықтау; дисперстілігі әртүрлі қарапайым күкірт бөлшектерінің монодақылдармен және тионды бактериялардың содалы-сорланған топырақтағы ассоциациясы мен биототығуының белсенділігін анықтау. Топырақтағы тиобациллалардың санын топырақ суспензиясын 0,01% қызыл бромкрезолдан тұратын тиосульфатты ортаға енгізу арқылы анықталды. Күкіртті бактерияларды культивирлеу Баалсруда ортасында жүргізілді. Күкірт тотықтырушы микроорганизмдерді дақылдау барысында тиосульфат-шикізаттың концентрациясының, сонымен қатар биототығу өнімдері-сульфаттың өзгеруі бақыланды. Күкірттің монодақылдармен және тионды бактериялардың биототығу деңгейін анықтау 12 апта бойы модельді тәжірибелермен жүргізілді. Содалы-сорланған топыраққа дисперстілігі әртүрлі қарапайым күкіртті 400 мг/100 г мөлшерде және 96 сағат дақылдан 50 мл инокулят енгізілді.

Биототығу деңгейі екі параметр бойынша анықталды: топырақтың рН және зерттеу (*Thiobacillus* штамдарымен инокулденген) мен бақылау үлгілеріндегі сульфат-ионның мөлшері. Топырақ суспензиясының рН-ы FisherAccumet 320 рН метрде әйнекті электродта анықталды. Тиосульфатты цианолиз әдісімен анықталды. Сульфат-ионның мөлшері комплексонометриялы ГОСТ 26423-85 бойынша анықталды. Аз дисперсиялы күкіртті енгізген соң топырақ үлгілеріндегі тионды бактериялардың саны жоғары дисперсиялық формамен өңдегенмен салыстырғанда 1,8 есе жоғары екені анықталды. Сульфаттың мөлшері зерттеу жұмысының соңында (90 күн), аз дисперсті күкіртті қолданғанда (0,005-0,05 мм) 5 есе жоғары болды. Модельді зерттеулерде топыраққа тионды бактериялардың биомассасы мен аз дисперсті күкіртті енгізуді параллельді жүргізу әсерінен биототығу белсенділігі жоғарылайтыны анықталды. Монодақылдар мен үш штамның ассоциациясының интродукциясынан 12 аптадан соң 100 г топырақтағы сульфат-ионның мөлшері 35 мг, ал топырақ бетінің рН 6,8 болады. Жұмыс нәтижелері сілтілі-сорланған топырақтың мелиорациясын қарапайым күкіртті пайдалану арқылы технологиясын өңдеуде қолданылады.

Түйін сөздер: биототығу, тионды бактериялар, топырақ мелиорациясы.

I.S. Savitskaya*¹, A.S. Kistaubaeva¹, D.H. Shokatayeva¹, A.U. Isayeva², A.B. Zhabakova¹

¹Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Ecology and Biotechnology of South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

*E-mail: irasava_2006@mail.ru

The efficiency of bio-oxidation of sulfur of various dispersions by thiobacteria

The presence of a large area of alkaline saline soils in Kazakhstan, low efficiency of currently applied ameliorants and huge amount of accumulated sulfur requires the development of an innovative technology for reclamation of alkaline saline soils using sulfur. It is assumed that a rational solution to the problem of amelioration of alkaline saline soils by elemental sulfur can be achieved by accelerating the intensity of its oxidation by introducing active strains of sulfur-oxidizing bacteria into soil or by increasing the dispersity of sulfur particles.

The purpose of study was to investigate the possibility of increasing the meliorative efficiency of elemental sulfur on soda-saline soils by using sulfur-oxidizing microorganisms. Tasks: to determine the

population level of thiobacteria and intensity of oxidation of elemental sulfur of various dispersity in soda-saline soils; to determine the efficiency of biooxidation of particles of elemental sulfur of various dispersity by monocultures and associations of thiobacteria in samples of soda-saline soils.

The number of thiobacilli in soil was determined by applying a soil suspension to a thiosulfate medium containing 0.01% bromocresol red. Cultivation of sulfur bacteria was carried out in Baalsruda medium. During the cultivation of sulfur-oxidizing microorganisms, the change in concentration of thio-sulphate substrate, as well as the biooxidation products – sulfates, was monitored. The determination of bio-oxidation level of sulfur by monocultures and associations of thiobacteria was carried out in model experiments for 12 weeks. Elemental sulfur of different dispersity in amount of 400 mg/100 g of soil and a 50-ml inoculum of a 96-hour culture were added to the samples of soda-saline soils. The biooxidation level was determined by two parameters: soil pH and amount of sulfate ion in test (inoculated with *Thiobacillus* strains) and control (without sulfur) samples. The pH of soil suspension was determined by a glass electrode on a FisherAccumet 320 pH meter. The thiosulfate was determined by cyanolysis. The amount of sulphate ion was determined in accordance with GOST 26423-85. It is shown that after application of finely dispersed sulfur, the amount of thiobacteria in soil samples of bacteria is 1.8 times greater than after treatment with a coarse dispersed form. The content of sulfate at the end of observation period (90 days) in case of using finely dispersed sulfur (0.005–0.05 mm) is 5 times greater than when applying a coarse dispersion sulfur. In model experiments it was established that parallel introduction of biomass of thiobacteria and finely dispersed sulfur into the soil leads to an increase in its biooxidative activity. Twelve weeks after the introduction of monocultures or an association of three strains, the sulfate ion content in 100 g of soil samples reaches 35 mg, and the pH of soil surface is reduced to 6.8. The results of work will be used for development of a technology for accelerated reclamation of alkaline saline soils with elemental sulfur.

Key words: biooxidation, thiobacteria, melioration of soil.

Введение

Широкое распространение щелочных засоленных почв в структуре почвенного покрова Казахстана, особенно среди наиболее плодородных земель (луговых и лугово-сероземных), обуславливает необходимость постоянного поиска перспективных способов их мелиорации. Существующие технологии отличаются дороговизной и низкой эффективностью. Основным приемом мелиорации засоленных почв является промывка на фоне искусственного дренажа (Бакалай 2011:73). Этот прием достаточно хорошо разработан и применяется ныне повсеместно (Follet 2001:557). Однако, он неприемлем для щелочных содово-засоленных почв, что связано с их крайне низкой водопроницаемостью и слабой растворимостью соды (Prather 2008:782-786). Существующая в республике традиционная технология мелиорации содово-засоленных почв (они, как правило, щелочные) с применением гипса или фосфогипса из-за высокообъемности их внесения (15-40 т/га), медленным взаимодействием с почвой из-за покрытия поверхности их кристаллов гумусово-глинисто-карбонатной пленкой значительно снижает их первоначальную скорость взаимодействия с почвой, что обуславливает ее недостаточную эффективность. В связи с этим возникает необходимость поиска новых экономических и экологических видов мелиорантов для щелочных засоленных почв.

Таковым может явиться побочный продукт нефтегазопереработки – элементарная сера, доля которой в массе сырой Казахстанской нефти составляет 10-18%. Казахстан по объему накопленной серы (8 млн. тонн) занимает второе место в мире, уступая Ирану. Поэтому проблема утилизации серы является весьма актуальной для республики. Таким образом, наличие значительной площади щелочных засоленных почв, низкая эффективность ныне применяемых мелиорантов и огромного количества накопленной серы требует разработки инновационной технологии мелиорации щелочных засоленных почв с применением серы.

Однако, сера является медленно действующим мелиорантом. Установлено, что в первый год только ~25% внесенной серы переходит в ее оксидные формы (Weiz 1975:40-49). Для получения полного мелиоративного эффекта от внесенной серы (100% переход серы в ее оксидные формы) требуется не менее трех-четырёх лет (Nor 2007:736-741). Решение данной проблемы может быть осуществлено путем ускорения окисления элементарной серы почвенными сероокисляющими микроорганизмами (Muzyer 2008:441-454). Причем, целесообразно использовать микроорганизмы, выделенные из содово-засоленных почв целевого региона, поскольку интродукция штаммами эндогенной микрофлоры обеспечивает их существование и функционирование в соответствующей экологической нише (Luptakova 2007:17-22).

На наш взгляд, рациональное решение проблемы мелиорации щелочных засоленных почв элементарной серой может быть осуществлено ускорением интенсивности ее окисления либо путем внесения активных штаммов сероокисляющих бактерий в почву, либо увеличением дисперсности частиц серы. Эти два приема могут быть использованы как в отдельности, так и в сочетании. В этой связи цель исследования – изучить возможность повышения мелиоративной эффективности элементарной серы на содово-засоленных почвах путем применения сероокисляющих микроорганизмов. Для ее осуществления необходимо было определить популяционный уровень тионовых бактерий и интенсивность окисления элементарной серы различной дисперсности в содово-засоленных почвах. Вторая задача предусматривала определение эффективности биоокисления частиц элементарной серы различной дисперсности монокультурами и ассоциациями тионовых бактерий в образцах содово-засоленных почв.

Методы

Объекты исследований:

- образцы содово-засоленных почв юго-востока РК;
- элементарная сера различной дисперсности: 0,25-0,5 мм; 0,1-0,25 мм; 0,005-0,05 мм;
- штаммы серобактерий *Thiobacillus thiooxidans* 31; *Thiobacillus thiooxidans* 13 из коллекции кафедры биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби и *Thiobacillus ferrooxidans Thio A-1*, полученный из НИИ экологии и биотехнологии Южно-Казахстанского ГУ им. М. Ауэзова и их ассоциация.

Определение содержания тиобацилл в почве.

Число тиобацилл в почве было определено с помощью процедуры вычисления наиболее вероятного числа. Готовили десятикратные разведения 1 г почвы в физрастворе. 1 мл суспензии почвы из каждого разведения вносили в пробирку, заполненную 4 мл неорганической тиосульфатной среды (рН 5.0), содержащей 0,01% индикатор бромкрезол красный и противогрибковый антибиотик циклогексимид (140 мг/л). Пробирки инкубировали 20-90 дней при 30°C. Количество тиобацилл определяли колориметрически на спектрофотометре «Hitachi 200-20» по интенсивности изменения цвета среды на желтый, так как тиосульфат окисляется в серную кислоту. Наиболее вероятное число вычисляли по специальным таблицам.

Получение биомассы сероокисляющих бактерий.

Культивирование серобактерий осуществлялось в среде Баалсруда следующего состава (г/л): $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – 1,0; KNO_3 – 2,0; NH_4Cl – 0, 5; NaHCO_3 – 1,0; MgCl_2 – 0,5; K_2PO_4 – 2,0; FeSO_4 – 0,01; H_2O – 1 л; рН 7.0. Бактерии культивировались в жидкой среде на качалке при 160 об/мин и при температуре 28°C.

Исследование процесса биологического окисления модельного субстрата (тиосульфата)

Экспериментальные исследования процессов биологического окисления модельного субстрата (тиосульфата) при развитии сероокисляющих микроорганизмов проводили в условиях периодического культивирования в колбах на термостатируемом перемешивающем устройстве (скорость вращения 60 об/мин, температура 28°C).

В ходе культивирования сероокисляющих микроорганизмов на питательной среде контролировали изменение концентрации субстрата-тиосульфата, а также продуктов биоокисления – сульфатов. Тиосульфат определяли методом цианолиза. Количество сульфат-иона определяли комплексонометрически по ГОСТ 26423-85. В качестве контроля химического окисления восстановленных соединений серы параллельно анализировали концентрацию основного субстрата в среде без внесения микроорганизмов.

Определение уровня биоокисления серы монокультурами и ассоциациями тионовых бактерий в модельных экспериментах.

Исследования проводили в лабораторных условиях в течение 12 недель. Для их осуществления образцы содово-засоленных почв из целевого региона помещали в специальные горшки слоем до 20 см. В каждый вносили элементарную серу разной дисперсности в количестве 400 мг/100 г почвы. Первый набор из 10 образцов был использован в качестве контроля. Второй набор инокулировали штаммами бактерий *Thiobacillus ferrooxidans Thio A-1*; *Thiobacillus thiooxidans* 31; *Thiobacillus thiooxidans* 13. На каждый вариант опыта – 10 экспериментальных систем. Каждый инокулят содержал 50-мл 96-часовой культуры, растущей на модифицированной среде Баалсруда, в которой SO_4^{2-} соли были заменены на эквимолярную концентрацию солей хлорида. Уровень увлажненности всех образцов поддерживался добавлением дистиллированной воды два раза в неделю.

Уровень биоокисления определяли по двум параметрам: рН почвы и количество сульфат-иона в опытных (инокулированных штаммами *Thiobacillus*) и контрольных (без серы) образцах.

Пробы для анализа отбирали еженедельно. Уровень pH поверхности почвы определялся смешиванием 1 г поверхностной почвы с 2 мл дистиллированной воды. pH суспензии определяли стеклянным электродом на pH-метре Fisher Accumet 320.

Результаты и обсуждение

Изучением мелиоративной эффективности серы на щелочных засоленных почвах занимаются в разных странах. Результаты этих исследований показали, что окисление элементарной серы в почве происходит при участии популяций сероокисляющих микроорганизмов (Friedrich 2001:2873-2882; Foti 2007:2093-2100). Эти бактерии, широко распространены в почвах, они окисляют серу до сульфатов, делая её доступной для растений, которые не могут усваивать элементарную серу (Rabus 2006:659-768; Thauer 2007:1-37). Образующая ими серная кислота подкисляет почву, способствуя конверсии некоторых важных для растений элементов в доступную форму (Vidyalakshmi 2009:270-278).

Проблемой повышения окисляемости элементарной серы в почве продолжительное время занимаются в Летбриджской сельскохозяйственной опытной станции (Канада). Канадскими учеными развивается новое направление в области мелиорации солонцов и содово-засоленных почв – совместное внесение элементарной серы с наиболее активными штаммами тионовых бактерий (McCready 2002a:13-31). Ими выявлены видовые особенности сероокисляющих бактерий (McCready 2002b:105-110) и установлена более высокая окисляющая способность (окисление 84% внесенной в почву серы за 12 недель) *Thiobacillus thioparus*, чем *Thiobacillus thiooxidans* (Chapman 1990:479-482).

В последние годы этой проблемой занимаются исследователи в Индии и Новой Зеландии. Ими проводится изучение серы и сероокисляющих бактерий для повышения плодородия почв не только как мелиоранта на щелочных засоленных почвах, но и как элемента серного питания растений на незасоленных почвах (Germida 2003:101-114). В работах этих ученых отмечено, что сероокисляющие бактерии играют ключевую роль в цикле серы в почвенной экосистеме. Как показали исследования, элементарная сера в почве оказывает значительный эффект на доминантные последовательности *soxB* гена хемолитотрофных бактерий *Thiobacillus*, эффект был замечен на 6 день после внесения серы (Tothna 2014).

В настоящее время в Индии и Китае учреждены специальные институты «The sulfur institute» (TSI), изучающие проблемы использования серы в растениеводстве. По их утверждению сера является четвертым важным элементом питания растений после азота, фосфора и калия, к тому же позволяющая регулировать pH почвенной среды (Behara 2014:1-5). В частности TSI Китая при содействии 10-ти крупных нефтяных компаний мира изучены 11 миллионов гектар территории перспективных регионов 18-ти провинций и определены площади, требующие применения серы. В Китае занимаются изолированием и идентификацией сероокисляющих бактерий (Luo 2013: 1393).

В Казахстане также в последние годы начаты исследования возможности использования элементарной серы для мелиорации щелочных засоленных почв (Kubenkulov 2013:1245-1252). Установлено, что сера в почве с участием сероокисляющих микроорганизмов по схеме $S^0 \rightarrow SO_2^{2-} \rightarrow SO_3^{2-}$ медленно переходит в ее ди- и триоксидные формы, где последний, соединяясь с водой ($SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$), образует идеальный мелиорант для щелочных почв – серную кислоту. При этом мелиоративный процесс – переход щелочных солей (Na_2CO_3 и $NaHCO_3$) в нейтральные (Na_2SO_4 , $MgSO_4$ и $CaSO_4$) по сравнению с методом орошения почв слабым раствором серной кислоты, благодаря постепенному переходу серы в серную кислоту, протекает в мягких условиях. Интенсивность окисления серы зависит от влажности, температуры, аэрации и pH почвенной среды (Bernardez 2013:1861-1869). В связи с этим создание оптимальных параметров этих показателей позволит заметно повысить интенсивность окисления серы, а дополнительное внесение в почву штаммов сероокисляющих бактерий значительно повысить эффективность ее окисления.

Однако, обычная комовая сера неудобна в применении. Элементарная сера является химически устойчивым веществом и бактериальное окисление ее до сульфатов, несмотря на катализирующее действие сероокисляющих бактерий, происходит медленно (Janssen 2001:85-90). Скорость окисления элементарной серы бактериями, происходящая по ферментативному механизму при прикреплении клеток к поверхности серы, значительно меньше, чем скорость её образования при окислении сульфидов, поэтому элементарная сера остается в твердых остатках биоокисления (биокеках). Следует отметить, что различные материалы, которые смешиваются с

серой могут изменить уровни ее биоокисления. Обнаружено увеличение уровня окисления при смешивании элементарной серы с фосфатной породой (Ullah 2014:550-556).

Элементарная сера должна быть окислена до сульфатов, чтобы быть биологически доступной для растений. Окисление занимает время и контролируется несколькими факторами, такими как температура и влажность (Germida 2003:101-114). В теплых районах окисление частиц происходит быстрее (Vidyalakshmi 2010:73-77).

Однако, пожалуй, одним из основных факторов, влияющих на интенсивность бактериального окисления, является размер частиц (Lee 1988:179-186). Крупные частицы окисляются медленнее. Например, лишь половина массы гранул серы размером 1- 2 мм превращается в сульфат через 5 лет. Гранулы размером менее 250 мкм окисляются намного быстрее (Priyanka 2014:28-34). Таким образом, скорость, с которой происходит преобразование элементарной серы в сульфаты, определяется двумя основными факторами: микробиологическими показателями почвы и физически-

ми свойствами источника S^0 , такими как его размеры. Большинство сельскохозяйственных почв содержат микроорганизмы, которые способны окислять S^0 (Shinde 1996:291-295). Наиболее важной группой сероокисляющих микроорганизмов является группа бактерий, принадлежащих к роду *Thiobacillus* (García-de-la-Fuente R. 2011:1481). Количество этих бактерий определяет степень, до которой S^0 преобразуется в SO_4 в почвах (Sen 2001; Bole 2006:347-356; Beech 2007:459-482).

В связи с этим было изучено влияние размера частиц вносимой в почву элементарной серы на содержание в ней бактерий рода *Thiobacillus*, поскольку они осуществляют биоокисление элементарной серы в сульфат. Для этого в почвенные образцы вносили серные гранулы различной дисперсности. К первой группе относится обработка мелкодисперсной элементарной серой, которая содержит частицы величиной $<0,25$ мм в диаметре. Ко второй группе относится обработка грубыми частицами элементарной серы, размер частиц в которых составляет $>0,25$ мм в диаметре (рис. 1).

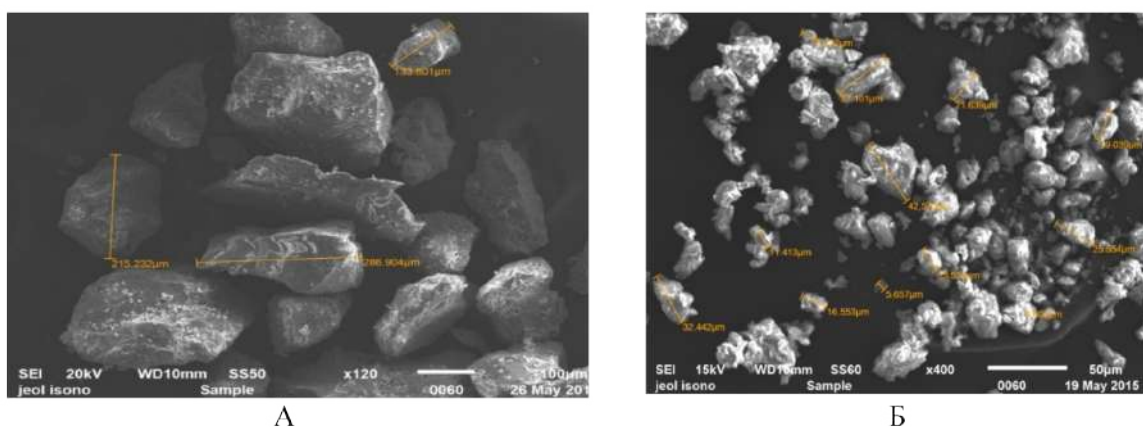


Рисунок 1 – Электронограмма частиц элементарной серы различной дисперсности
А – грубодисперсная сера; Б – высокодисперсная (микронизированная) сера

Количество тиобацилл определяли через 20, 60 и 90 дней после внесения в почвы частиц серы различной дисперсности. Результаты этого эксперимента представлены на рисунке 2.

Количество тионовых бактерий в почве до обработки элементарной серой был низким, однако оно достоверно увеличивается после ее добавления. Причем, при внесении мелкодисперсной элементарной серы количество

бактерий было значительно больше, чем после обработки грубой дисперсной формой. Это свидетельствует о том, что для мелиорации содово-засоленных почв лучше всего использовать мелкодисперсные частицы $< 0,05$ мм в диаметре.

Биоокисление серы бактериями заканчивается образованием сульфата. Поэтому было определено его содержание в почвенных образцах в тех же опытных вариантах (табл. 1).

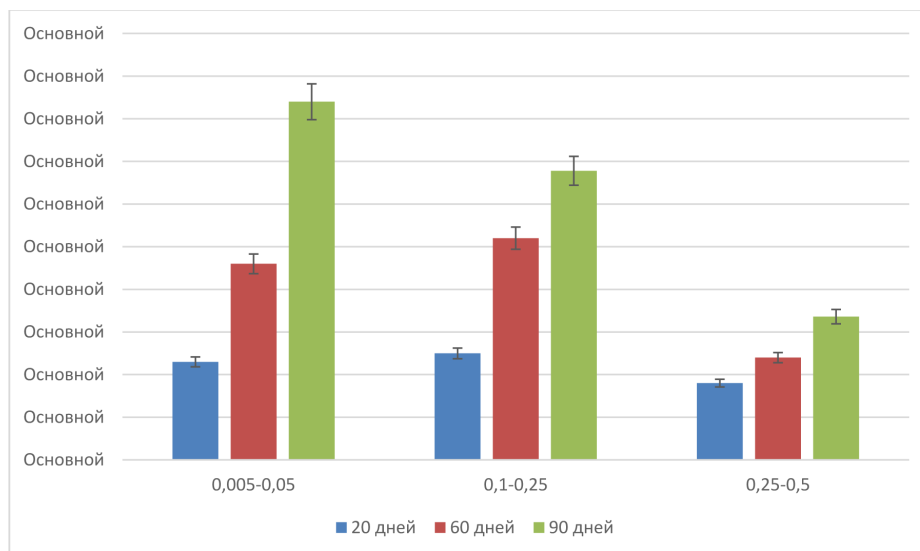


Рисунок 2 – Содержание тиобацилл в образцах почвы после внесения частиц серы различной дисперсности

Таблица 1 – Содержание сульфат-ионов (мкг/100 г почвы) после внесения частиц серы различной дисперсности

Дисперсность	Размер частиц	Дни после внесения элементарной серы		
		20 дней	60 дней	90 дней
Мелкодисперсная сера	0,005-0,05 мм	11±0,5	120±6	240±12
	0,1-0,25 мм	9±0,4	70±3	90±4
Крупнодисперсная сера	0,25-0,5 мм	8±0,4	30±1	50±2

Сера в мелкодисперсной форме окисляется быстрее, чем более грубые частицы. В лабораторных опытах показано, что содержание сульфата к концу срока наблюдения в случае использования наиболее мелкодисперсной серы (0,005-0,05 мм) в 5 раз больше, нежели при внесении крупнодисперсной. Следовательно, частицы элементарной серы с размером <0,05 мм оптимальны для применения, поскольку содержание тионовых бактерий в почве и количество ионов сульфата увеличивается после внесения в почву частиц серы минимальных размеров.

Поскольку элементарная сера, внесенная в почву, превращается в сульфат с помощью микробного окисления бактериями *Thiobacillus*, следовало ожидать, что скорость окисления S⁰ может быть заметно увеличена путем интродукции в почву бактерий рода *Thiobacillus*. На кафедре биотехнологии КазНУ им. аль-Фараби имеется коллекция штаммов сероокисляющих бактерий, из которых надо было отобрать наиболее активные.

На первом этапе отбора штаммы высевали штрихом на тиосульфат-агар с индикатором бромк-

резолом красным. Если штамм способен окислять тиосульфат, то окраска среды меняется на желтый по ходу штриха. В результате отобрано 7 активных штаммов: *Thiobacillus ferrooxidans* Thio A-1, 16, 24; *Thiobacillus thiooxidans* 5, 31; *Thiobacillus denitrificans* 1; *Thiobacillus thioparus* 13.

Среди них был проведен скрининг по уровню биоокислительной активности. Для этого были исследованы особенности окисления модельного субстрата (тиосульфата), который вносили в жидкую питательную среду для культивирования бактерий. Анализ основан на изменении цвета среды с малинового в желтый, по мере снижения уровня pH изолятами бактерий (в среде также присутствует индикатор). В процессе культивирования цвет среды меняется и начинает постепенно желтеть, соответственно снижается уровень pH. Если штамм «работает», то после 8 дней культивирования среда полностью меняет цвет с малинового на желтый. По интенсивности окраски можно определить содержание серосодержащих компонентов в ней и степень биоокисления субстрата исследуемы-

ми штаммами. Штаммы *Thiobacillus ferroxidans* Thio A-1, *Thiobacillus thiooparus* 13, *Thiobacillus thiooxidans* 31 характеризуются большим накоплением сульфата в культуральной жидкости – до 4100- 4800 мг/л, КОЕ 10^5 /мл. При этом субстрат не обнаруживался уже на шестые сутки культивирования.

Биомассу этих штаммов, а также ассоциацию из них использовали для интродукции почвенных образцов, в которые была внесена сера различ-

ной дисперсности. Для получения биомассы сероокисляющих бактерий из наиболее активных штаммов, их выращивали в жидкой среде с тиосульфатом (0,75 г/л). Культивирование осуществляли в течение 7 дней на орбитальном шейкере при 160 об/мин и при температуре 28°C.

Биомассу каждого из штаммов смешивали в соотношении 1:1. Микроскопически контролировали присутствие в ассоциации каждого из штаммов (рис. 3).

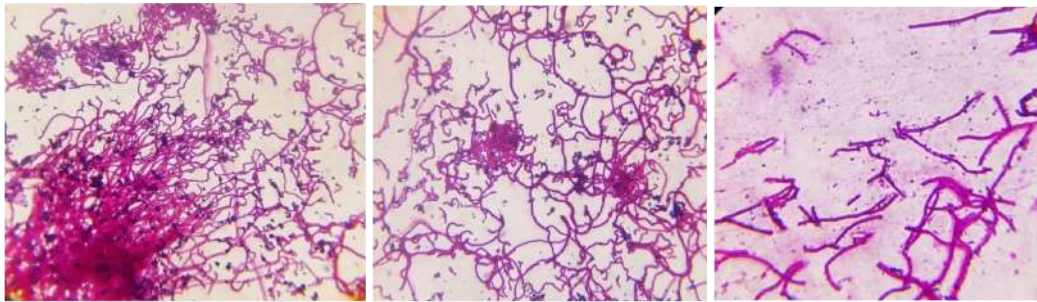


Рисунок 3 – Морфология ассоциаций штаммов сероокисляющих бактерий

Перед внесением в почву биомассу концентрировали центрифугированием до 10^7 КОЕ/мл. Влияние размера частиц вносимой в почву серы на интенсивность ее окисления в условиях интродукции почвы тионовыми бактериями

оценивали по двум ключевым критериям. Во-первых, определяли содержание сульфат-иона в контрольных (без серы) и опытных вариантах. Во-вторых, определяли pH в почвенных вытяжках (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание сульфатов и изменение pH в образцах содово-засоленных почв после интродукции в них сероокисляющих бактерий

Дисперсность частиц S ⁰	SO ₄ ²⁻ мг/100 г почвы				pH			
	<i>Thiobacillus ferroxidans</i> Thio A-1	<i>Thiobacillus thiooxidans</i> 31	<i>Thiobacillus thiooparus</i> 13	Ассоциация	<i>Thiobacillus ferroxidans</i> Thio A-1	<i>Thiobacillus thiooxidans</i> 31	<i>Thiobacillus thiooparus</i> 13	Ассоциация
500 -250 мкм	13,5±1,30	14,1±1,25	14,3±0,70	15±0,70	7,5	7,0	6,9	7,1
250-100 мкм	19,2 ±0,22	17,6±1,21	18,4±1,28	28±0,22	7,5	7,4	7,4	7,3
50-5 мкм	28,9±1,42	26,5±0,35	27,3±0,23	35±0,22	7,0	7,8	6,9	6,9
Без серы	1,5±0,4	1,6±0,32	2,0±0,01	1,9±0,35	8,1	8,3	8,0	8,2

Как следует из полученных данных, при использовании интродуцированных в почву штаммов в ней повышается концентрация сульфат-ионов, образуемых при окислении элемент-

ной серы. Значение pH в почве через 12 недель становится нейтральным или слабокислым, т.е. происходит подкисление за счет образования кислоты из серы. При уменьшении дисперсно-

ти частиц внесенной в почвенные образцы элементарной серы скорость ее окисления возрастает, что, вероятно, происходит из-за лучшего прикрепления к ней микроорганизмов. Наиболее эффективное окисление серы осуществлял штамм *Thiobacillus thioparus* 13, а также ассоциация из трех штаммов.

Заключение

Настоящее исследование было предпринято с целью проверки рабочей гипотезы о том, что повышения мелиоративной эффективности серы можно достичь путем внесения активных штаммов сероокисляющих бактерий в почву или увеличением дисперсности частиц серы. Анализ результатов исследований позволяет прийти к заключению, что скорость биоокисления элементарной серы можно существенно ускорить следующими способами:

- увеличением популяционного уровня микроорганизмов, окисляющих элементарную серу, прежде всего бактерий рода *Thiobacillus*;
- использованием для мелиорации мелкодисперсной элементарной серы;
- применением ассоциаций видов и культур бактерий, окисляющих элементарную серу с наибольшей скоростью.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. После обработки мелкодисперсной элементарной серой количество тионовых бактерий в почвенных образцах бактерий в 1,8 раза больше, чем после обработки грубой дисперсной формой. Содержание сульфата к концу срока наблюдения (90 дней) в случае использования мелкодисперсной серы (0,005-0,05 мм) в 5 раз больше, нежели при внесении крупнодисперсной.

2. В модельных экспериментах установлено, что параллельное внесение в почву биомассы тионовых бактерий и мелкодисперсной серы приводит к повышению ее биоокислительной активности. Через 12 недель после интродукции монокультур или ассоциации из трех штаммов содержание сульфат-иона в 100 г почвенных образцов достигает 35 мг, а pH поверхности почвы снижается до 6,8.

Результаты работы будут использованы для разработки технологии ускоренной мелиорации щелочных засоленных почв элементарной серой. Разработанная инновационная технология будет предложена Министерству сельского хозяйства РК, крестьянским хозяйствам, а так же нефтеперерабатывающим компаниям, занимающимся хранением и утилизацией серы.

Работа проделана в рамках Гранта №4932/ГФ4 «Разработка технологии мелиорации щелочных засоленных почв элементарной серой», финансируемого МОН РК.

Литература

- 1 Бакалай Г.Т., Докучаева Л.М., Юркова Р.Е., Усанина Т.В., Андреева Т.П., Долина Е.В., Стратинская Э.Н., Шалашова О.Ю. Способы мелиорации орошаемых солонцовых почв // Обзор, ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2011. – С.73.
- 2 Follet R. H., Fertilizers and soil amendments (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, 2001), 557.
- 3 Prather R.J., Goertzen J.O., Rhoades J.D., “Frenkel H. Efficient Amendment Use in Sodic Soil Reclamation”, Soil Sci. Soc. Am. Journal 42 (2008): 782-786.
- 4 Weiz R.G., “The oxidation of elemental sulfur and sulphides in soil”, Melachlan. Sydney Univ. Press. (1975): 40-49.
- 5 Nor Y.M., Tabatabai M.A., “Oxidation of Elemental Sulfur in Soils”, Soil Sci. Soc. Am. Journal 41 (2007): 736-741.
- 6 Muyzer G., Stams A.J.M., “The ecology and biotechnology of sulphate-reducing bacteria”, Nature Reviews Microbiology 6 (2008): 441-454.
- 7 Luptakova A., “Importance of sulphate-reducing bacteria in environment”, Nova Biotechnologica 7 (2007): 17-22.
- 8 Friedrich C.G., Rother D., Bardischewsky F., Quentmeier A., Fischer J., “Oxidation of reduced inorganic sulphur compounds by bacteria: emergence of common mechanism”, Appl. Environ. Microbiol. 67 (2001): 2873 – 2882.
- 9 Foti M. “Diversity, activity, and abundance of sulfate-reducing bacteria in saline and hypersaline soda lakes”, Appl. Environ. Microbiol. 73 (2007): 2093–2100.
- 10 Rabus R., Hansen T. A., Widdel F. “An excellent overview of the physiology, biochemistry and molecular biology of sulphate and sulphur-reducing prokaryotes”, The Prokaryotes (2006): 659-768.
- 11 Thauer R. K., Stackebrandt E., Hamilton W. A. “Sulphate-Reducing Bacteria: Environmental and Engineered Systems”, eds Barton, L. L. & Hamilton, W. A. (2007): 1-37.
- 12 Vidyalakshmi R. Paranthaman and Bhakyari R., “Sulfur Oxidizing Bacteria and Pulse Nutrition – A Review”, World Journal of Agricultural Sciences 5(3) (2009): 270-278.
- 13 McCready R.G.L., “Bacterial oxidation of sulfur as a means of reclaiming solonchic soil”, Solonchic Soils in Alberta (2002): 13-31.
- 14 McCready R.G.L., Krouse H.R. “Sulfur isotope fractionation during the oxidation of elemental sulfur by thiobacilli in a solonchic soil”, Canadian Journal of Soil Science 62 (2002): 105-110.

- 15 Chapman S.J. "Thiobacillus population in some agricultural soils", *Soil Biol. Biochem.* 22 (1990): 479-482.
- 16 Germida J. J., Janzen. H. H. "Factors affecting the oxidation of elemental sulfur in soils", *Nutrient Cycling in Agroecosystems. Fertilizer research* 35 (2003): 101-114.
- 17 Tourna M., Maclean P., Condrón L., O'Callaghan M., Wakelin S.A., "Links between sulphuroxidation and sulphur-oxidising bacteria abundance and diversity in soil microcosms based on soxB functional gene analysis", (paper presented at the conference for the Federation of European Microbiological Societies, Hamilton, New Zealand, 2014).
- 18 Behera B.C., Patra M., Dutta S.K., Thatoi H.N., "Isolation and characterization of sulphur oxidising bacteria from mangrove soil of Mahanadi river delta and their sulphur oxidizing ability", *Journal of Applied & Environmental Microbiology* 2 (2014): 1-5.
- 19 Luo J., Tian G., Lin W., "Enrichment, isolation and identification of sulfur-oxidizing bacteria from sulfide removing bioreactor", *J EnvironSci* 25 (2013): 1393.
- 20 Kubenkulov K., Naushabayev A. and Hopkins D., "Reclamation Efficiency of Elemental Sulfur on the Soda-Saline Soil", *World Applied Sciences Journal* 23 (2013): 1245-1252.
- 21 Bernardez L.A., Andrade L., E.B. de Jesus, Ramos C.L., Almeida P.F., "A kinetic study on bacterial sulfate reduction", *Bioproc. Biosyst.* 36 (2013): 1861–1869.
- 22 Janssen A.J.H., Ruitenberg R., Buisman C. J. N. "Industrial applications of new sulphur biotechnology", *Water Sci. Technol.* 44 (2001): 85–90.
- 23 Ullah I., Jilani G., Khan Kh.S. "Sulfur oxidizing bacteria from sulfur rich ecologies exhibit high capability of phosphorous solubilization", *International journal of agriculture & biology* 16 (2014): 550-556.
- 24 Vidyalakshmi R., Sridar R., "Isolation and characterization of sulfur oxidizing bacteria", *J. of Culture Collections* 5 (2010): 73-77.
- 25 Lee A., Boswell C.C., Watkinson H.J., "Effect of particle size on the oxidation of elemental sulfur, thiobacilli numbers, soil sulphate, and its availability to pasture", *New Zealand Journal of Agricultural Research* 3 (1988): 179-186.
- 26 Priyanka S., Sivaji M., Sridar R., "Isolation and characterization of a novel multifunctional sulphur oxidising bacterium (SOB) and its use as biofertilizer", *International Science Journal* 1 (2014): 28-34.
- 27 Shinde D.B., Patil P.L., Patil B.R. "Potential use of sulfur oxidizing microorganism as soil inoculants", *Crop Res.* 11 (1996): 291-295.
- 28 García-de-la-Fuente R., Cuesta G., Sanchís-Jiménez E., Botella S., Abad M., Fornes F. "Bacteria involved in sulfur amendment oxidation and acidification processes of alkaline 'alperujo' compost", *Bioresour Technol.* 102 (2011): 1481.
- 29 Sen A.M., "Acidophilic Sulphate Reducing Bacteria: Candidates for Bioremediation of Acid Mine Drainage Pollution" (Thesis, Univ. of Wales, 2001).
- 30 Bole J.B., "Amelioration of a calcareous solonchalic soil by irrigation, deep ripping, and acidification with elemental sulfur", *Canadian Journal of Soil Science* 66 (2006): 347-356.
- 31 Beech I. B., Sunner J. A. "Sulphate-Reducing Bacteria: Environmental and engineered systems", eds Barton L. L. & Hamilton, W. A. (2007): 459–482.

References

- 1 Bakalai G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Usanina T.V., Andreeva T.P., Dolina E.V., Stratinskaya E.N., Shalashova O.Yu. (2011) Sposoby melioratsii oroshaemykh solonchoknykh pochv [Methods of reclamation of irrigated solonchok soils]. *Obzor, FGNU RosNIIPM*, p.73.
- 2 Beech I. B., Sunner J. A. "Sulphate-Reducing Bacteria: Environmental and engineered systems", eds Barton L. L. & Hamilton, W. A. (2007): 459–482.
- 3 Behera B.C., Patra M., Dutta S.K., Thatoi H.N., "Isolation and characterization of sulphur oxidising bacteria from mangrove soil of Mahanadi river delta and their sulphur oxidizing ability", *Journal of Applied & Environmental Microbiology* 2 (2014): 1-5.
- 4 Bernardez L.A., Andrade L., E.B. de Jesus, Ramos C.L., Almeida P.F., "A kinetic study on bacterial sulfate reduction", *Bioproc. Biosyst.* 36 (2013): 1861–1869.
- 5 Bole J.B., "Amelioration of a calcareous solonchalic soil by irrigation, deep ripping, and acidification with elemental sulfur", *Canadian Journal of Soil Science* 66 (2006): 347-356.
- 6 Chapman S.J. "Thiobacillus population in some agricultural soils", *Soil Biol. Biochem.* 22 (1990): 479-482.
- 7 Follet R. H., *Fertilizers and soil amendments* (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, 2001), 557.
- 8 Foti M. "Diversity, activity, and abundance of sulfate-reducing bacteria in saline and hypersaline soda lakes", *Appl. Environ. Microbiol.* 73 (2007): 2093–2100.
- 9 Friedrich C.G., Rother D., Bardischewsky F., Quentmeier A., Fischer J., "Oxidation of reduced inorganic sulphur compounds by bacteria: emergence of common mechanism", *Appl. Environ. Microbiol.* 67 (2001): 2873 – 2882.
- 10 García-de-la-Fuente R., Cuesta G., Sanchís-Jiménez E., Botella S., Abad M., Fornes F. "Bacteria involved in sulfur amendment oxidation and acidification processes of alkaline 'alperujo' compost", *Bioresour Technol.* 102 (2011): 1481.
- 11 Germida J. J., Janzen. H. H. "Factors affecting the oxidation of elemental sulfur in soils", *Nutrient Cycling in Agroecosystems. Fertilizer research* 35 (2003): 101-114.
- 12 Janssen A.J.H., Ruitenberg R., Buisman C. J. N. "Industrial applications of new sulphur biotechnology", *Water Sci. Technol.* 44 (2001): 85–90.
- 13 Kubenkulov K., Naushabayev A. and Hopkins D., "Reclamation Efficiency of Elemental Sulfur on the Soda-Saline Soil", *World Applied Sciences Journal* 23 (2013): 1245-1252.

- 14 Lee A., Boswell C.C., Watkinson H.J., "Effect of particle size on the oxidation of elemental sulfur, thiobacilli numbers, soil sulphate, and its availability to pasture", *New Zealand Journal of Agricultural Research* 3 (1988): 179-186.
- 15 Luo J., Tian G., Lin W., "Enrichment, isolation and identification of sulfur-oxidizing bacteria from sulfide removing bioreactor", *J EnvironSci* 25 (2013): 1393.
- 16 Luptakova A., "Importance of sulphate-reducing bacteria in environment", *Nova Biotechnologica* 7 (2007): 17-22.
- 17 McCready R.G.L., "Bacterial oxidation of sulfur as a means of reclaiming solonchic soil", *Solonchic Soils in Alberta* (2002): 13-31.
- 18 McCready R.G.L., Krouse H.R. "Sulfur isotope fractionation during the oxidation of elemental sulfur by thiobacilli in a solonchic soil", *Canadian Journal of Soil Science* 62 (2002): 105-110.
- 19 Muyzer G., Stams A.J.M., "The ecology and biotechnology of sulphate-reducing bacteria", *Nature Reviews Microbiology* 6 (2008): 441-454.
- 20 Nor Y.M., Tabatabai M.A., "Oxidation of Elemental Sulfur in Soils", *Soil Sci. Soc. Am. Journal* 41 (2007): 736-741.
- 21 Prather R.J., Goertzen J.O., Rhoades J.D., "Frenkel H. Efficient Amendment Use in Sodic Soil Reclamation", *Soil Sci. Soc. Am. Journal* 42 (2008): 782-786.
- 22 Priyanka S., Sivaji M., Sridar R., "Isolation and characterization of a novel multifunctional sulphur oxidising bacterium (SOB) and its use as biofertilizer", *International Science Journal* 1 (2014): 28-34.
- 23 Rabus R., Hansen T. A., Widdel F. "An excellent overview of the physiology, biochemistry and molecular biology of sulphate and sulphur-reducing prokaryotes", *The Prokaryotes* (2006): 659-768.
- 24 Sen A.M., "Acidophilic Sulphate Reducing Bacteria: Candidates for Bioremediation of Acid Mine Drainage Pollution" (Thesis, Univ. of Wales, 2001).
- 25 Shinde D.B., Patil P.L., Patil B.R. "Potential use of sulfur oxidizing microorganism as soil inoculants", *Crop Res.* 11 (1996): 291-295.
- 26 Thauer R. K., Stackebrandt E., Hamilton W. A. "Sulphate-Reducing Bacteria: Environmental and Engineered Systems", eds Barton, L. L. & Hamilton, W. A. (2007): 1-37.
- 27 Tournia M., Maclean P., Condron L., O'Callaghan M., Wakelin S.A., "Links between sulphur oxidation and sulphur-oxidising bacteria abundance and diversity in soil microcosms based on soxB functional gene analysis", (paper presented at the conference for the Federation of European Microbiological Societies, Hamilton, New Zealand, 2014).
- 28 Ullah I., Jilani G., Khan Kh.S. "Sulfur oxidizing bacteria from sulfur rich ecologies exhibit high capability of phosphorous solubilization", *International journal of agriculture & biology* 16 (2014): 550-556.
- 29 Vidyalakshmi R. Paranthaman and Bhakyari R., "Sulfur Oxidizing Bacteria and Pulse Nutrition – A Review", *World Journal of Agricultural Sciences* 5(3) (2009): 270-278.
- 30 Vidyalakshmi R., Sridar R., "Isolation and characterization of sulfur oxidizing bacteria", *J. of Culture Collections* 5 (2010): 73-77.
- 31 Weiz R.G., "The oxidation of elemental sulfur and sulphides in soil", *Melachlan. Sydney Univ. Press.* (1975): 40-49.

2-бөлім

**ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ
БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҰРҒЫНДАР ДЕНСАУЛЫҒЫНА
ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

Раздел 2

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

Section 2

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL
POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH**

**Ж. Ермағамбетова^{*1}, Ә. Ыдырыс¹, Н.Т. Аблайханова¹,
А. Бейсенбай², Ж. Жәлел², Б.А. Үсіпбек¹**

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

²Шинжияң Медицина университеті, Үрімжі қ., ҚХР

*E-mail: Raygul.Niyazova@kaznu.kz

ЭКЗОГЕНДІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ЕГЕУҚҰЙРЫҚТАР ЭРИТРОЦИТТЕРІНІҢ РЕЗИСТЕНТТІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Жұмыста энтеросорбент көмегімен экзогенді факторлар мен шикі мұнай өнімдерімен қалыпты жағдайдағы ақ егеуқұйрықтарды уландыру және оларды энтеросорбент арқылы емдеу мақсатында зерттеу жүргізілді және биохимиялық көрсеткіштері анықталды. Сорбенттер іс жүзінде аз дозалы сәулелердің әсерінен зардап шегуші халық денсаулығын қорғауға үлкен үлес қосуы мүмкін. Бүгінде энтеросорбцияның медицинадағы ролі артуда. Зерттеу объектісі ретінде 8 айлық, орташа дене салмағы 150-200 г ақ зертханалық егеуқұйрықтар алынды. Мұнаймен уланғаннан кейінгі зертханалық жағдайда қанның жалпы белок мөлшерін, несеп нәр және креатинин, аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспартатаминотрансфераза (АСТ) мөлшерін «*Bio-Lachema-Test*» SA, (НТІ, США) анализаторы арқылы салыстырмалы түрде қарастырдық, ал қан плазмасының мөлшерін иммунорадиометриялық әдіс арқылы анықталды. Жүргізілген жұмыстың нәтижесінде экзогенді факторлар мен шикі мұнай өнімдерімен уланған ақ егеуқұйрықтардың биохимиялық көрсеткіштерін 30 күн қайталап бақылап, көрсеткіштерінде ауытқу бар екенін байқадық. Соның нәтижесінде шикі мұнай өнімдері бауыр, бүйрек қызметтерінің бұзылғандығын көрсетеді. Экзогенді факторлар мен шикі мұнаймен қатар наноэнтеросорбент «Инго-2» қосып бергенде, энтеросорбенттің бауыр қызметін қалпына келтіретін қорғаныш механизмдерін белсендендіреді, гипо- және диспротеинемия көрінуін бәсеңдетеді, бауырдың гликогенсақтаушы қызметін қалпына келтіреді, майлық дистрофияның дамуының алдын алады.

Түйін сөздер: мұнай ластанулары, экзогенді факторлар, энтеросорбент, қанның биохимиялық көрсеткіштері.

Ж. Ермағамбетова^{*1}, Ә. Ыдырыс¹, Н.Т. Аблайханова¹, А. Бейсенбай², Ж. Жәлел², Б.А. Үсіпбек¹

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

²Синьцзянский медицинский университет, г. Урумчи, Китай

*E-mail: Raygul.Niyazova@kaznu.kz

Влияние экзогенных факторов на резистентность эритроцитов белых крыс

В работе исследовали лечебный эффект от применения энтеросорбента при воздействии экзогенных факторов и отравления сырой нефтью. Изучали изменения биохимических показателей крови крыс при воздействии внешних факторов и отравлении сырыми нефтепродуктами. Применение сорбентов может внести свой вклад в охрану здоровья населения, которое подверглось воздействию низких доз радиации. Сегодня возрастает роль использования энтеросорбентов в медицине. Объектами исследования были 8 месячных белых лабораторных крыс-самцов с массой 150-200 г. Исследование проводилось с помощью анализатора «*Bio-Lachema-Test*» SA, (НТІ, США) и использовался метод иммунорадиометрический. В результате воздействия экзогенных факторов и сырой нефти на крыс при их отравлении обнаружены изменения биохимических показателей крови и отклонение их от показателей контроля, которые сохранялись и через 30 дней после воздействия. В результате воздействия нефти изменения наблюдаются как в печени, так и в почках. При действии сырой нефтью и экзогенными факторами применение наноэнте-

росорбент “Инго-2” восстанавливает функции печени через защитный механизм, который включает гипо- и диспротеинемию и восстанавливает активность гликолиза печени, предупреждая развитие стеатоза.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, экзогенные факторы, энтеросорбент, биохимические показатели крови.

Zh. Yermagambetova^{*1}, A. Ydyrys¹, N.T. Ablaihanova¹, A. Baishanbo², J. Jielile², B.A. Ussipbek¹

¹Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan,

²Xinjiang medical university, Urumqi, China

*E-mail: Raygul.Niyazova@kaznu.kz

Effect of exogenous factors on the resistance of red blood cells of white rats

The paper examined the therapeutic effect of the enterosorbent under the influence of exogenous factors and the poisoning of crude oil. We studied the changes in blood biochemical parameters in rats under the influence of external factors and the poisoning of crude oil. The use of sorbents can contribute to the protection of public health, which has been exposed to low doses of radiation. At the present time the role of the use of enterosorbents in medicine is growing. The objects of the study were 8 monthly white laboratory male rats weighing 150–200 g. The study was conducted using the analyzer «Bio-Lachema-Test» SA, (HTI, USA) and used immunoradiometric method. As a result of the impact of exogenous factors and crude oil on rat poisoning when they found changes in blood biochemical parameters and their deviation from the performance monitoring, which persisted 30 days after exposure. Because of the effect of oil, changes were observed in both the liver and the kidneys. The action of crude oil and the use of exogenous factors nanoenterosorbent «Ingo-2» restores the function of the liver, through a protective mechanism, which includes a hypo and Dysproteinemia glycolysis and restores the activity of the liver, preventing the development of steatosis.

Key words: oil pollution, exogenous factors, enterosorbent, biochemical indicators of blood.

Мұнай-газ өндіруде баю мен пайда табу көзі ретінде қарамай, шамалы табысқа бола оларды жыртқыштықпен жұмсап, табиғи органы адамдар мен барлық тіршілік үшін зиянды қалдықтармен ластауға болмайтынына бүгінде көз жетті (Волков А. 2012: 4-11). Осыған орай, соңғы жылдары республикамызда, жақын және алыс шетелдерде қоршаған ортаны қорғау мәселесіне көп көңіл бөлінуде (Давыдова, С.Л. 2006: 155). Қазіргі кезде шектен тыс ластанған аймақтардың жағдайын бақылау, қоршаған орта сапасына баға беру, келешегіне болжам жасау және табиғатты қорғау шараларын жүзеге асыру маңызды мәселелердің бірі болып отыр (Ерыгин В. 2009: 6, Давыдова, С. Л. 2010: 173).

Табиғи экожүйелердің мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы тек мұнай өндіруші аймақта ғана емес, одан алыстағы аймақтарға да экологиялық проблема туындатады (Мансурова Б.Б. 2010: 197). Мұнайдың апатты және кездейсоқ төгілуі кезінде топырақтың физикалық-химиялық қасиеттері өзгеріп, су-ауа режимі бұзылады, топырақтың микробиологиялық белсенділігі бәсеңдеп, биоценоз құрылымы өзгереді (Мансуров З.А. 2009: 257, Антониади Д. 1997: 314).

Мұнаймен, оны өңдеу кезіндегі өнімдермен және оның жеке компоненттерімен ластанған

топырақты тазарту мәселесі әлі күнге дейін өз шешімін тапқан жоқ (Беяков Н.А. 2000: 41). Сондықтан топырақтың мұнаймен ластануының экологиялық зардаптарын зерттеу және тазартудың қайсыбір әдістерін пайдалануды, утилизациялау мен рекультивациялауды экономикалық тұрғыдан негіздеу аса маңызды міндет болып табылады (Мансуров З.А. 2010: 11, Тапбергенов С.О. 2008: 126). Мұнай және мұнай өнімдері топырақта, суда, өсімдікте жиналып, қоректік тізбек арқылы жануар және адам организмне түседі, сол арқылы аймақтың экожүйесіне және халық денсаулығына нұқсан келтіреді (Тапбергенов, С.О.2004: 428, Омаралиев Т.О. 2001: 450). Қазіргі заманда табиғат компоненттерінің толық дерлік өзгеруіне ықпал жасап, негізгі экологиялық проблемаларды туғызып отырған мұнай мен газ өнеркәсіптік кешендері мен елді мекендер (Асенов А.Р. 2010: 132, Мановьян А.К. 2001: 568). Қоршаған ортаға бүкіл әлемде жыл сайын 3, 0 млрд тоннадан астам өнеркәсіптің қатты қалдығы 1 млрд тоннадай шығып тұрады (Ахметов С.А. 2002: 672). Шикі мұнай өзінің табиғатқа әсері жағынан бензинге жақын (Miyazaki T. 2004: 1773, Aoyama I. 2003: 8).

Мұнайдың буы онша зиян болмағанымен, сұйық мұнай адам денесіне әртүрлі тері

ауруларын қоздырады (Alvaro D. 2000: 174). Бензин мен керосин адам ағзасына тыныс жолдарымен кіріп, одан ішек-қарын арқылы қанға өтеді (Solter Ph. 2000: 216). Сөйтіп орталық жүйке тамырына әсер етеді, уландырады, кейде соңы өлімге апарады. Ағза интоксикацияға ұшырайды (Konev S.V. 2012: 5).

Интоксикация, яғни улану, ауруды сезіну мен жалпы жай күйдің нашарлауын қалыптастырады (Comperts B.D. 2010: 250). Эндогендік интоксикация (іштей улану) – көптеген патологиялық процестер мен жағдайдың нашарлауына тән синдром (Hazen S.L. 2010:5629). Токсиндердің (улы заттардың) несеппен, нәжіспен, кейде тіптен дем арқылы сыртқа шығарылуының өзі көңіл-күйді біршама жақсартады (Comporty M. 2009: 199).

Аурудан сауығудың және денсаулықты қолдаудың бірден бір жолына, жиналған зиянды заттар қосылыстарының организмнен дер кезінде шығуы жатады (Li Chuannu 2001: 1121). Қазіргі медицинада ағзадан артық эндогенді (ішкі) және бейтаныс заттарды шығаруға негізделген емдеудің әртүрлі эфференті («*effereus*» – латын тілінен аударғанда шығару дегенді білдіреді) әдістері қолданылады (Comperts B.D. 2010: 250). Энтеросорбция эфференті терапияның (емдеудің) құраушы бөлігі. Оның мақсаты шығу тегі әртүрлі улы заттардың (токсиндердің) әсерін тоқтату және де оларды ағзадан элиминациялау (Fedortsev O.E. 2004: 219, Comperts B.D. 2011: 33).

Энтеросорбция – бұл энтеросорбенттердің ағзадан әртүрлі экзогенді заттарды, микроорганизмдерді және оның токсиндерін, зат алмасудың аралық және аяққы өнімдерін байлап, шығаруына негізделген емдеу әдісі. Энтеросорбция ретінде көбінде сорбенттер қолданылады (Murata Y. 2004: 1184). Энтеросорбенттер (ЭСБ) – жоғары сору сыйымдылық қасиеті бар, асқазан-ішек жолдарында бұзылмайтын және абсорбция (сіңіру), ионалмасу қабілеті бар медициналық бағытта қолданылатын препараттар (Ali F. 2004:174, Begon, M. 2006: 32).

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеуге материал ретінде 8 айлық салмағы 150-200 г болатын лабораториялық 60 ақ егеуқұйрықтар алынды. Жануарлар виварий жағдайында өсірілді. Зерттеу жұмысының тәжірибелері екі топтамада жүргізілді. Бірінші топтамада бақылау тобы және шикі мұнаймен әсер еткендегі жануарлар қанының биохимиялық көрсеткіштері анықталды. Ал екінші топтамада шикі мұнаймен улағаннан кейінгі жануарлар қанының биохимиялық

көрсеткіштеріне «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың әсері зерттелді: I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн). Зертханалық жағдайда шикі мұнай өнімдерімен қалыпты жағдайдағы ақ егеуқұйрықтарды уландыру және оларды энтеросорбент арқылы емдеу мақсатында зерттеу жүргізілді. Тәжірибе барысында ақ егеуқұйрықтарға созылмалы болатындай шикі мұнаймен улануға жағдайлар жасалды.

Ақ егеуқұйрықтардың негізгі тағамы ретінде Теңіз мұнай кен орнының шикі мұнай өнімдері болды. Бақылау тобына тәжірибелік топтағыдай бірдей мөлшерде, пропорцияда, бірақ мұнаймен қосылмаған су және тамақпен қоректендірілді. Жемдегі мұнай концентрациясы шамамен 1%. Сондай-ақ суда да мұнайдың әлсіз концентрациясы жасалды 0,001%. Осылайша тәулік рационы бойынша есептегенде егеуқұйрықтар күніне 5,85 г мөлшерінде мұнаймен қоректендірілді.

Қанның биохимиялық көрсеткіштерін анықтауда Биохимиялық көрсеткіштер Biochem SA, (НТИ, США) анализаторында анықталды. Егеуқұйрықтардың таза қан алу үшін оның артерия тамырынан конъюлия арқылы пробиркаға құйып аламыз да, центрифугаға 20 минутқа қойып, биохимиялық аппаратпен көрсеткіштерін аламыз. Биохимиялық аппарат биохимиялық көрсеткіштерде ауытқуын анықтап береді. Наноэнтеросорбент егеуқұйрықтарға әсер еткенде олардың көрсеткіштері күнге де әсері бар екенін көреміз.

Биохимиялық анализатор-оптикалық және компьютерлік механикалық технологиялар қанның сараптамасы үшін қолданылатын аспап. Осы аппарат көмегімен қанның келесідей маңызды көрсеткіштері анықталады: жалпы белок, мочевины, креатинин, амилаза, жалпы билирубин, тура билирубин, тура емес билирубин, АлаТ, АсаТ, холестерин, үшглициридтер, т.б.

Зерттеу нәтижелері

Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың жануарлар қанының биохимиялық көрсеткіштеріне әсерін талдау. XX ғасырдағы 60-жылдардың аяғы мен 70-жылдардың басында гемодиализ, плазмаферезге арналған аппараттармен, қанды тікелей тазалау әдісі энтеросорбция әдісін ығыстырып екінші орынға қойды. Бірақ ішкі және сыртқы улы заттардан қанды тазалаудың аппаратты әдістері, эфферентті терапиясы қажет ететін науқастардың

5-6%-не ғана қолданылған. Бұл жағдайды түсіну дәрігерлермен қатар тұрғындар арасында да энтеросорбция әдісіне қызығушылық тудырды. Зерттеу жұмысының тәжірибелері екі топтамада жүргізілді. Бірінші топтамада бақылау тобы және шикі мұнаймен әсер еткен-

дегі жануарлар қанының биохимиялық көрсеткіштері анықталды. Ал екінші топтамада шикі мұнаймен улағаннан кейінгі жануарлар қанының биохимиялық көрсеткіштеріне «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың әсері зерттелді.

1-кесте – Қалыпты жағдайдағы және экзогенді факторлар әсер еткеннен кейін ақ егеуқұйрықтар қанының биохимиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Қалыпты жағдайдағы көрсеткіш	I топ (бақылау тобы), n=12	II топ (мұнаймен уланғанда), n=12
Жалпы белок, г\л	66-87	67,3±0,04	89,1±0,05
Глюкоза, моль\л	8,8-16,3	9,2±0,05	17,6±0,05
Несеп нәрі, Ммоль\л	2,3-8,3	6,4±0,03*	10,4±0,03*
Креатинин, Ммоль\л	45-115	62,1±0,04	116,2±0,08**
АлаТ, Бірл\л	110,0-140,0	123,0±0,07**	156±0,05
АсаТ, Бірл \л	72,0-196,0	93,2±0,05	213±0,07**
Жалпы билирубин, мкмоль\л	22,2-35,6	36,7±0,03*	31,4±0,04
Тура билирубин, мкмоль\л	5,1-8,2	6,2±0,04	2,16±0,05
Холестерин, ммол\л	2,2-2,6	2,4±0,03*	3,1±0,04*
Ескерту – *p<0,05			

Егеуқұйрықтар тамағына шикі мұнай өнімдерін араластырып, 24 сағат бақылап, алпыс күндік биохимиялық көрсеткіштерін салыстырамыз. Егеуқұйрықтардан таза қан алу үшін оның артерия тамырынан конъюлия арқылы пробиркаға құйып алып, центрифугаға жиырма минутқа қойып, биохимиялық аппаратпен көрсеткіштерін аламыз. Биохимиялық аппарат арқылы қанның көрсеткіштерін қайталап тәжірибе жасау арқылы салыстырмалы түрде анықтаймыз (1-кесте).

Бақылау тобындағы егеуқұйрықтардың биохимиялық көрсеткіштері (1-кесте) жалпы белок 67,3±0,04, несеп нәрі 6,4±0,03, креатинин 62,1±0,04 болса, ал АлаТ 123,0±0,07, АсаТ 93,2±0,05, жалпы

билирубин 36,7±0,03, тура билирубин 6,2±0,04, холестерин 2,4±0,03. Қалыпты жағдаймен салыстырғанда бақылау тобында ешқандай ауытқу жоқ. Тәжірибелік жұмыстардың екінші топтамасында мұнаймен уланған жануарлар организміне «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың әсері зерттелді. Жануарлар 4 топқа бөлінді: I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; II – 10 күн «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы; III – 20 күн «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы; IV – 30 күн «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы (2-кесте).

2-кесте – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудан кейін ақ егеуқұйрықтар қанының биохимиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Интәктілі топ (мұнаймен уланғанда), n=12	Наноэнтеросорбент «Инго-2» мен коррекциялау, n=12		
		I топ 10 күн	II топ 20 күн	III топ 30 күн
Жалпы белок, г\л	98,7±0,05	91,4±0,12*	89,2±0,17**	65,2±0,05
Глюкоза, моль\л	17,6±0,05	18,3±0,05	16,5±0,08	11,3±0,08

Несеп нәрі, Ммоль/л	10,4±0,03	9,6±0,06	8,9±0,01*	7,1±0,05
Креатинин, Ммоль/л	116,2±0,08	109±0,05	92,3±0,23	74,0±0,04
АЛТ, бірл/л	156±0,05	150±0,06	139,6±0,09	130,7±0,08
АСТ, бірл/л	213±0,07	208±0,01*	170,5±0,02	110,5±0,03
Жалпы билирубин, мкмоль/л	20,4±0,04	21,6±0,05**	25,7±0,03	30,3±0,07
Тура билирубин, мкмоль/л	2,16±0,05	3,35±0,08	5,08±0,03	6,2±0,08
Холестерин, ммол/л	3,1±0,04	3,0±0,05	2,4±0,05	2,5±0,02
Ескерту – * p≤0,001, p≤0,01, p≤0,05				

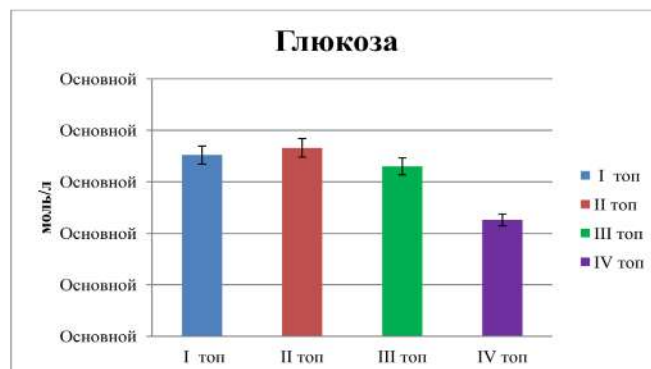
Қанның биохимиялық көрсеткіштері тірек-қимыл жұмысының белсенділігінің төмендеуі, бауыр функциясының ауытқуын, бүйректі, ревматиялық үрдіс, сонымен бірге микроэлементтердің су-тұз алмасу үрдісінің дисбалансын анықтауға мүмкіндік береді. Зертханалық зерт-

теулер көрсеткендей энтеросорбенттерді қабылдаған егеуқұйрықтардың қанының құрамында орташа молекулярлық пептидтердің, улы метоболиттердің, олигопептидтердің, несеп қышқылының және азот қалдықтарының концентрациясы төмендегендігі байқалған.



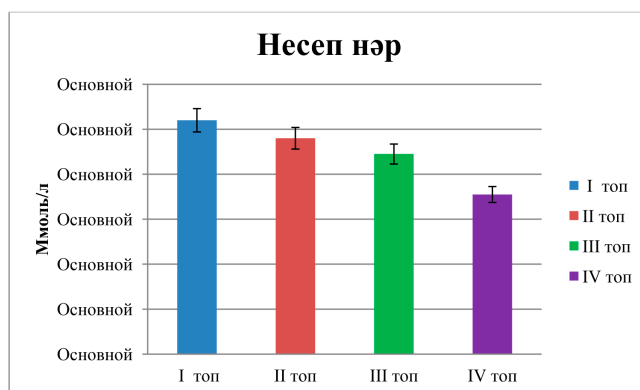
I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

1-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың жалпы белок көрсеткіштері



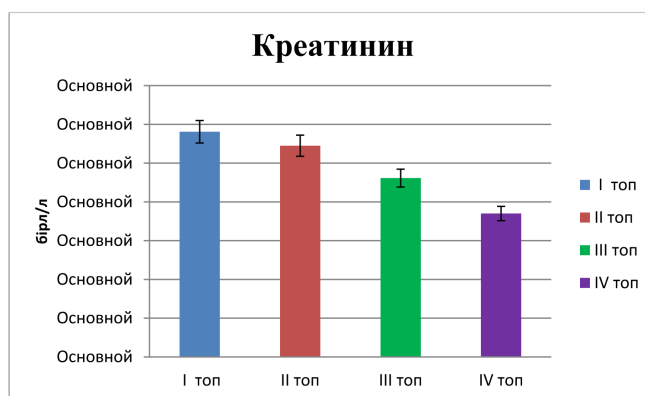
I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

2-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың глюкозаның көрсеткіштері



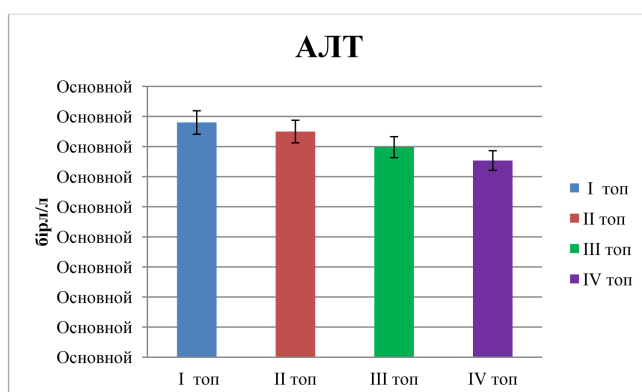
I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

3-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың несеп нәрдің көрсеткіштері



I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

4-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың креатининнің көрсеткіштері



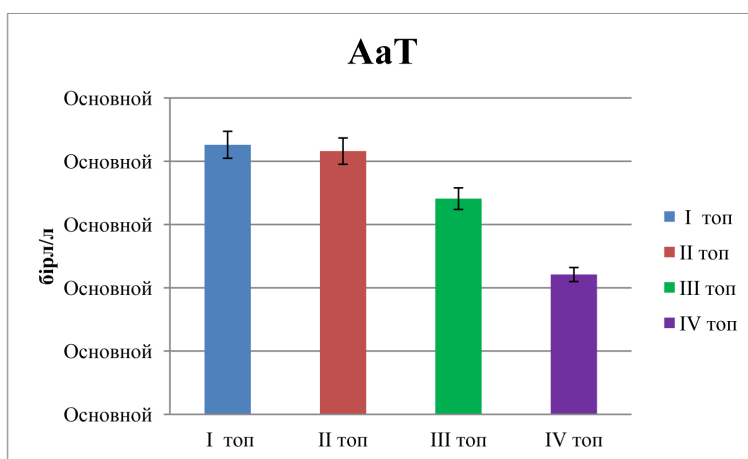
I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

5-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың АЛТ-ның көрсеткіштері

Жалпы белок биохимиялық көрсеткіші жоғарылаған. Қан плазмасындағы несеп нәр мен креатининнің мөлшерінің өскендігі және тәжірибелік егеуқұйрықтардың есебіндегі белок айқындалды, бұл энтеросорбент қабылдаған кезіндегі жануарлардың бүйрек қызметінің бұзылғандығы айқындалады.

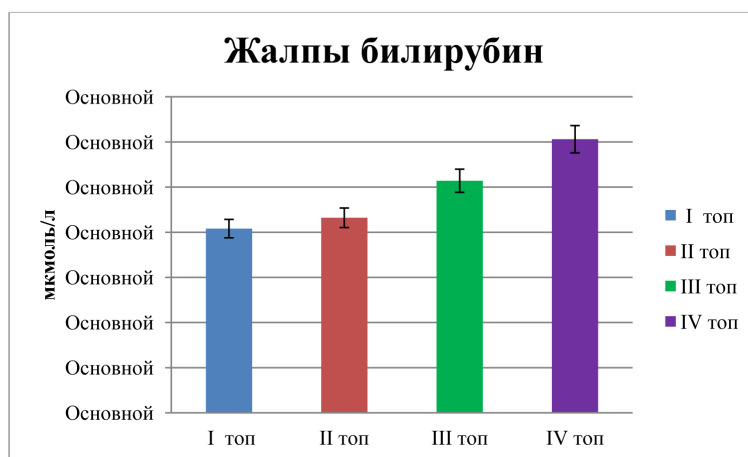
Наноэнтеросорбент «Инго-2» қабылдаған жануарлардың биохимиялық көрсеткіштерінің отызыншы күнінде көрсетілгендей I топпен

салыстырғанда несеп нәр, АЛТ мен АСТ (аспартаминаминотрансфераза) ауытқулар жоқ, яғни бауыр қызметінің деструктивті процесінің күшеймегенін көрсетеді (1-5 суреттер). Аминотрансферазалар организмнің барлық клеткаларында кездеседі, трансферазалар ішінде клиникалық мағынаға ие көбінесе аланинаминотрансферазалар мен аспартатаминотрансферазалардың белсенділігін анықтауға мүмкіндік береді.



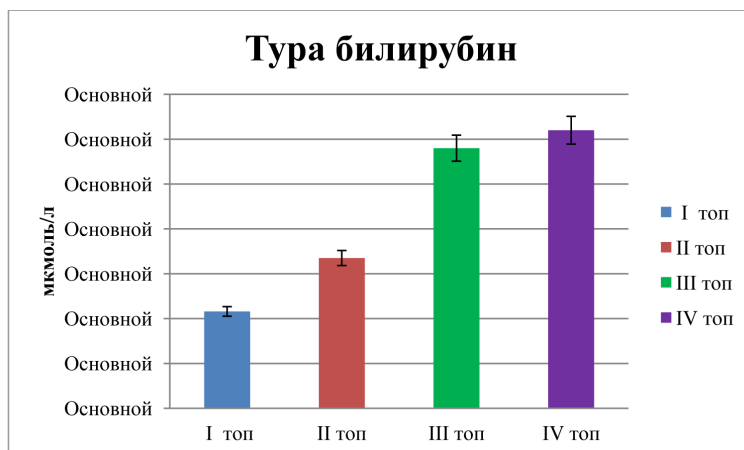
I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

6-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың АСТ-ның көрсеткіштері



I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

7-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың жалпы билирубиннің көрсеткіштері

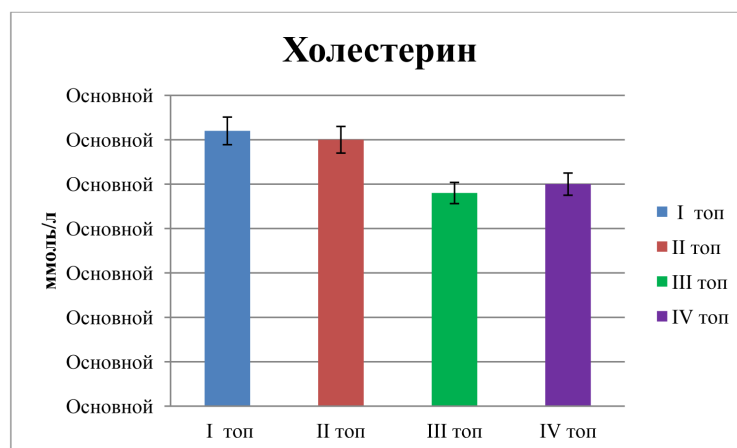


I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

8-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың тура билирубиннің көрсеткіштері

Жалпы билирубин бұл қанның сары түсті пигменті, миоглобиннің, гемоглобиннің және цитохромның қалдығы, бұл пигменттің құрамының жоғарылап кетуі бауыр клеткаларының зақымдануы деп айтуға болады. Тура билирубин – жалпы били-

рубиннің бір бөлшегі. Тура билирубиннің жоғарылауы өтгіз әсер етуімен байланысты болады, бауыр және өт ағымы туындауынан пайда болады. Бұл көрсеткіштердің ауытқуы ағзаның функционалдық күйінің өзгеріске ұшыратқанын анықтайды.



I топ – 30 күн бойына мұнаймен уланған егеуқұйрықтар тобы; «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекцияланған егеуқұйрықтар тобы II топ (10 күн), III топ (20 күн), IV топ (30 күн).

9-сурет – Мұнаймен уландырудан кейін «Инго-2» наноэнтросорбентімен коррекциялаудың ақ егеуқұйрықтардың холестериннің көрсеткіштері

Алынған зерттеу нәтижелерін талдау кезінде қан плазмасындағы биохимиялық көрсеткіштердің нәтижелерінде физиологиялық өзгерістер бар екенін дәлелдедік, соның нәтижесінде наноэнтросорбент «Инго-2» коррекциялағанда ақ егеуқұйрықтар қанының биохимиялық көрсеткіштері жиырмамыншы күні және отызыншы күндерінің нәтижелерінде жалпы белок $89,2 \pm 0,17$ -нан, $65,2 \pm 0,05$ көрсеткішке төмендеп, глюкоза $16,5 \pm 0,08$ -на, $11,3 \pm 0,08$ салыстырғанда өзгерістер анық байқалды. Несеп нәр отызыншы күнгі көрсеткіш $7,1 \pm 0,05$ жоғарылап,

миялық көрсеткіштері жиырмамыншы күні және отызыншы күндерінің нәтижелерінде жалпы белок $89,2 \pm 0,17$ -нан, $65,2 \pm 0,05$ көрсеткішке төмендеп, глюкоза $16,5 \pm 0,08$ -на, $11,3 \pm 0,08$ салыстырғанда өзгерістер анық байқалды. Несеп нәр отызыншы күнгі көрсеткіш $7,1 \pm 0,05$ жоғарылап,

жиырмасыншы күнге $8,9 \pm 0,01$ қарағанда қалпына келген, ал АлаТ $139,6 \pm 0,09$ пен АсаТ $170,5 \pm 0,02$ жиырмасыншы күндері төмендеп, отызыншы күні кішкене бірлікке төмендеп қалпына келеді. Коррекцияланғаннан кейін жалпы билирубин жиырмасыншы күні $25,7 \pm 0,03$ төмендеп, ал отызыншы күні $30,3 \pm 0,07$ қалпына келеді. Тура билирубин жиырмасыншы күні $5,08 \pm 0,03$, отызыншы күні $6,2 \pm 0,08$ көрсеткіші жоғарылайды (6-9 суреттер) Яғни қорыта келгенде наноэнтеросорбент «Инго-2» мен коррекциялағанда ақ егеуқұйрықтар қанының биохимиялық көрсеткіштері оныншы күнмен отызыншы күннің аралығында көрсеткіштерде бақылау тобындағы көрсеткішке сәйкес келді.

Нәтижелерді талқылау

Қорыта келгенде наноэнтеросорбенттер жоғары сору сыйымдылық қасиеті бар, асқазан-ішек жолдарында бұзылмайтын және абсорбция (сіңіру), ионалмасу немесе кешенқұрау арқылы эндогенді заттарды медициналық бағытта қолданылатын препараттар. Сонымен қатар энтеросорбентті пайдаланғанда организмнің бағана клеткаларындағы механизмдік қасиеті және қимыл іс-әрекетіне нәтижелі

болғанын және бұл ағзалардағы белок синтезінің интенсивтілігін көрсетеді. Энтеросорбенттердегі майдың, көмірсудың, белоктың, зат алмасудағы сұйықтықтардың айналымы дұрыс жүруін байқадық.

1. Экзогенді факторлар әсерінен әсіресе шикі мұнай өнімдерімен уланған ақ егеуқұйрықтардың биохимиялық көрсеткіштерін 30 күн қайталап бақылап, көрсеткіштерінде ауытқу бар екенін байқадық. Соның нәтижесінде шикі мұнай өнімдері бауыр, бүйрек қызметтерінің бұзылғандығын көрсетеді.

2. Экзогенді факторлар әсері шикі мұнаймен қатар наноэнтеросорбент «Инго-2» қосып бергенде, энтеросорбенттің бауыр қызметін қалпына келтіретін қорғаныш механизмдерін белсендіреді, гипо- және диспротеинемия көрінуін бәсеңдетеді, бауырдың гликогенсақтаушы қызметін қалпына келтіреді, майлық дистрофияның дамуының алдын алады.

Осылайша «Инго-2» наноэнтеросорбентімен коррекциялаудан кейін жануарлар қанының биохимиялық көрсеткіштерді анықтайтын параметрлер қалпына келді. Наноэнтеросорбент организмді токсиканттардан тазартушы ретінде созылмалы интоксикация кезінде қан көрсеткіштеріне жағымды әсер ететіні зерттеу нәтижелерінде анықталды.

Әдебиеттер

- 1 Волков А. Нефть возвращается в природу // Знание-сила. – 2012. – № 5. – С.4-11.
- 2 Давыдова С. Л. Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами: учеб. пособие/ С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2006 (Москва). – 155 с.
- 3 Ерыгин В. Нефтяные загрязнения Черного моря: правда из космоса/ В. Ерыгин, О. Гершензон // Морские порты. – 2009. – N 4/5 (76). – С. 6-79.
- 4 Давыдова, С. Л. Экологические проблемы нефтепереработки: учебное пособие/ С. Л. Давыдова, В. В. Тепляков. – М.: Российский ун-т дружбы народов, 2010. – 173 с.
- 5 Мансурова Б.Б., Бийсенбаев М.А., Керимкулова А.Р. Изучение физико-химических характеристик углеродного сорбента // VI Международный симпозиум физика и химия углеродных материалов. Наноинженерия. – Алматы, 2010. – С. 197-200.
- 6 Мансуров З.А., Мофа Н.Н., Акназаров С.Х. Наноструктурированные композиционные сорбенты на основе модифицированных силикатных материалов // Материалы Международной научно-практической конференции «Чистая вода – 2009» («CW – 2009»), 20-21 октября. – Кемерово, 2009. – С. 257-261.
- 7 Miyazaki, T., and Aoyama, I., and Ise M. «An oral sorbent reduces overload of indoxyl sulphate and gene expression of TGF-1 in uraemic rat kidneys.» *Nephrol. Dial. Transplant* 15 (2004): 1773-1781.
- 8 Aoyama, I., and Enomoto, A., and Niwa, T. «Effects of oral adsorbent on gene expression profile in uremic rat kidney: cDNA array analysis.» *Am. J. Kidney Dis* 43 (2003):8-14.
- 9 Alvaro, D., and Benedetti, A., and Marucci, L. «The function of alkaline in the liver: regulation of intrahepatic biliary epithelium secretory activities in the rat» *phosphatase Hepatology* 32 (2000): 174-184.
- 10 Solter, Ph., and Liu, Z., and Guzman, R. «Decreased hepatic ALT synthesis is an outcome of subchronic microcystin-LR toxicity.» *Toxicol. Appl. Pharmacol* 164 (2000):216-220.
- 11 Konev, S., and Chernitskii, K., and Aksentsev S. «Nondenaturational structural transitions of proteins and biological membranes.» *Mol. Cell Biochim* 7(2012):5-17.
- 12 Comperts, B. *The plasma Membrane Models for structure and function.* New york: Penguin, 2011.
- 13 Hazen, S., and Ford, D., and Gross R. «Activation of membrane-associated phospholipase A2 during rabbit myocardial ischemia which is highly selective for plasmogen substrate.» *J.Biol. Chem.* 9(2010):5629-5633.

- 14 Comporty, M. «Lipid peroxidation. Biopathological significance.» *Mol. Aspects Med* 19(2009):199-207.
- 15 Антониади Д.Г. Научные основы разработки нефтяных месторождений термическими методами. – М.: Недра, 1997 – 314 с.
- 16 Беляков Н.А., Соломенников А.В. Энтеросорбция – механизм лечебного действия // *Эфферентная терапия.* – 2000. – №2. (23) – С. 41-47.
- 17 Мансуров З.А. Современные разработки Института проблем горения в области наноматериалов // VI Международный симпозиум физика и химия углеродных материалов. Наноинженерия. – Алматы, 2010. – С. 11-19.
- 18 Тапбергенов С.О. Медициналық биохимия. – Павлодар: РУД, 2008. – Б. 126-127.
- 19 Тапбергенов С.О. Медицинская и клиническая биохимия/ С.О. Тапбергенов, Т.С. Тапбергенов; М-во здравоохранения, Учеб.-метод. об-ние мед. учеб. завед. РК и др. – Павлодар: ЭКО, 2004. – 428 с.
- 20 Омаралиев Т.О. Мұнай мен газ өндеу химиясы және технологиясы. Құрылымды өзгертпей өндеу процестері 1 бөлім. – Алматы: Білім, 2001. – 450 с.
- 21 Асенов А.Р., Саданов А.К., Колбай И.С. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах нефтепромыслов в Приаралье // *Исследования, результаты.* – 2010. – № 3(047). – С. 132-135.
- 22 Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа – М.: Химия, 2001.– 568 с.
- 23 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа.– Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
- 24 Chuanuu, Li and Jackson, R. «Reactive species mechanisms of cellular hypoxia-reoxygenation injury.» *Am. J. Physiol.* 11 (2001):1121-1129.
- 25 Comperts, B. *The plasma Membrane Models for structure and function.* – New york: Knopf, 2010.
- 26 Fedortsev, O. *Pathogenetic approaches to lymphocorrection: Methodological recommendations.* – Novosibirsk, 2004.
- 27 Comperts, B. «Enterosorption as a method of detoxification.» *Liki* 2 (2011):33-37.
- 28 Murata, Y., and Kudo, S., and Kofuji, K., and Miyamoto, E. «Kawashima S. Adsorption of bile acid by chitosanotic acid salt and its application as an oral preparation.» *Chem Pharm Bull Tokyo* 10(2004):1884-1186.
- 29 Ali, F., and Boviery, M. «Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations.» *Separ Purif Technol.* 2(2004):174-178.
- 30 Begon, M. and Townsend, C., and Harper, J. «Ecology: From individuals to ecosystems.» *Blackwell* 4(2006):32-35.

References

- 1 Akhmetov S.A. (2002) *Tehnologiya glubokoi pererabotki nefi i gaza* [Technology of deep oil and gas processing] Ufa: Gilem, 672 P.
- 2 Ali, F., and Boviery, M. «Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations.» *Separ Purif Technol.* 2(2004):174-178.
- 3 Alvaro, D., and Benedetti, A., and Marucci, L. «The function of alkaline in the liver: regulation of intrahepatic biliary epithelium secretory activities in the rat» *phosphatase Hepatology* 32 (2000): 174-184.
- 4 Antoniad D.G. (1997) *Nauchnie osnovi razrabotki neftyinih mestorojdenii termicheskimi metodami* [Scientific bases of development of oil deposits by thermal methods] – М.: Nedra, 314 P.
- 5 Aoyama, I., and Enomoto, A., and Niwa, T. «Effects of oral adsorbent on gene expression profile in uremic rat kidney: cDNA array analysis.» *Am. J. Kidney Dis* 43 (2003):8-14.
- 6 Asenov A.R., Sadanov A.K., Kolbay I.S. (2010) *Soderjanie tyajelih matallov I nefteproductov v pochvah neftepromislov Priarale* [The content of heavy metals and petroleum products in the soils of oil fields in the Aral Sea area] *Research, results.* vol. 3, no 047, pp. 132-135.
- 7 Begon, M. and Townsend, C., and Harper, J. «Ecology: From individuals to ecosystems.» *Blackwell* 4(2006):32-35.
- 8 Belyakov N.A., Solomennikov A.V. (2000) *Enterosorbciya – mehanism terapevticheskogo deistviya* [Enterosorption – a mechanism of therapeutic action] // *Efferent therapy*, vol 2, no 23, pp. 41-47.
- 9 Comperts, B. *The plasma Membrane Models for structure and function.* New york: Knopf, 2010.
- 10 Comperts, B. *The plasma Membrane Models for structure and function.* New york: Penguin, 2011.
- 11 Comperts, B. «Enterosorption as a method of detoxification.» *Liki* 2 (2011):33-37.
- 12 Chuanuu, Li and Jackson, R. «Reactive species mechanisms of cellular hypoxia-reoxygenation injury.» *Am. J. Physiol.* 11 (2001):1121-1129.
- 13 Comporty, M. «Lipid peroxidation. Biopathological significance.» *Mol. Aspects Med* 19(2009):199-207.
- 14 Davydova, S.L. (2006) *Zagreznenie okruzhaychei sredi nefi i nefteproduktami* [Pollution of the environment by oil and oil products] *Textbook. Allowance / SL Davydova, VI Tagasov.* – Moscow: Publishing house Ros. University of Friendship of Peoples, (Moscow), 155 P.
- 15 Davydova S.L. (2010) *Ekologicheskie problem neftepererabotki* [Ecological problems of oil refining] *textbook S.L. Davydova, V. V. Teplyakov.* – Moscow: Russian University of Friendship of Peoples, 173 P.
- 16 Erygin V. (2009) *Neftyianie zagreznenie Chernogo moryia: pravda iz kosmosa* [Oil pollution of the Black Sea: truth from outer space] *V. Yerygin, O. Gershenson // Seaports.* vol 4, no 76, pp. 6-79.
- 17 Fedortsev, O. *Pathogenetic approaches to lymphocorrection: Methodological recommendations.* Novosibirsk, 2004.
- 18 Hazen, S., and Ford, D., and Gross R. «Activation of membrane-accociatted phospholipase A2 during rabbit myocardial ischemia which is highly selective for plasmogen substrate.» *J.Biol. Chem.* 9(2010):5629-5633.
- 19 Konev, S., and Chernitskii, K., and Aksentsev S. «Nondenaturational structural transitions of proteins and biological membranes.» *Mol. Cell Biochim* 7(2012):5-17.

- 20 Mansurova B.B., Beisenbaev M.A., Kerimkulova A.R. (2010) Izuchenie fiziko-chimicheskikh harakteristic uglerodnogo sorbenta [Study of the physicochemical characteristics of the carbon sorbent] // VI International Symposium on Physics and Chemistry of Carbon Materials. Nanoengineering. – Almaty, pp. 197-200.
- 21 Mansurov Z.A., Mofa N.N., Aknazarov S.Kh. (2009) Nanostrykturovannye kompozicionnye sorbenti na osnove modifirovannih silikatnih materialov [Nanostructured composite sorbents based on modified silicate materials] // Materials of the International Scientific and Practical Conference “Clean Water – 2009” (“CW – 2009”), October 20-21. – Kemerovo, pp. 257-261.
- 22 Miyazaki, T., and Aoyama, I., and Ise M. «An oral sorbent reduces overload of indoxyl sulphate and gene expression of TGF-1 in uraemic rat kidneys.» Nephrol. Dial. Transplant 15 (2004): 1773-1781.
- 23 Mansurov Z.A. (2010) Sovremennye razrabotki instituta problem goreniya v oblasti nanomaterialov [Modern developments of the Institute of Combustion Problems in the Field of Nanomaterials] // VI International Symposium on Physics and Chemistry of Carbon Materials. Nanoengineering. – Almaty, pp. 11-19.
- 24 Manovian A.K. (2001) Tehnologiya pervichnoi pererabotki nefi i prirodno goza [The technology of primary processing of oil and natural gas], M. Chemistry, 568 P.
- 25 Murata, Y., and Kudo, S., and Kofuji, K., and Miyamoto, E. «Kawashima S. Adsorption of bile acid by chitosanorotic acid salt and its application as an oral preparation.» Chem Pharm Bull Tokyo 10(2004):1884-1186.
- 26 Omaraliev T.O. (2001) Munai men gaz ondeu himiyaci jane tehnologiyaci [Oil and gas processing chemistry and technology] Almaty .: Bilim, 450 P.
- 27 Solter, Ph., and Liu, Z., and Guzman, R. «Decreased hepatic ALT synthesis is an outcome of subchronic microcystin-LR toxicity.» Toxicol. Appl. Pharmacol 164 (2000):216-220.
- 28 Tapbergenov S.O. (2008) Medicinskaya biohimiya [Medical biochemistry], Pavlodar: RUD, pp. 126-127.
- 29 Tapbergenov S.O. (2004) Medicinskaya i klinicheskaya biohimiya [Medical and clinical biochemistry] / S.O. Tapbergenov, T.S. Tapbergen; M-in health, Teaching method. About-tion honey. Proc. Zaved. RK and others. Pavlodar: ECO, 428 P.
- 30 Volkov A. (2012) Neft vozvrachaetciya v prirody [Oil returns to nature] Knowledge is power, no 5, pp. 4-11.

**А.С. Нурмаханова*¹, С.Д. Атабаева¹, А. Тілеуберді¹,
Р.А. Алыбаева¹, С.Ш. Асрандина¹, С.С. Кенжебаева¹**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

*E-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com

КҮРІШ СОРТТАРЫ ТАМЫРЫНЫҢ (*ORYZA SATIVA L.*) ҚҰРЫЛЫМЫНА КАДМИЙ ИОНДАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

Мақалада күріштің (*Oryza sativa L.*) әр түрлі сорттарына кадмий иондарының әсерінің зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу нысаны ретінде күріштің 4 сорты Чапсари, Баракат, Бақанас, Мадина алынды. Осы аталған күріш сорттары тамырының құрылымдық өзгерістерін байқауда бақылау, 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄, 0 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄, 200 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ нұсқалары бойынша 7 күн өсірілді. Күріш тамырының сырты ризодермамен жабылған. Қабықтың ең ішкі қабаты эндодерма клеткаларынан тұрады. Қалың қабырғалы эндодерма өткізгіш ұлпаларын сенімді қорғайды және тамырдың мықтылығын күшейтеді. Кадмийдің 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясы әсеріндегі Бақанас сортының экзодерма клеткасы 9%-ға қалыңдаған, ал сезімтал Чапсари сорты 36%-ға клетка қалыңдығы төмендеген. Зерттеу барысында 0 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясында өсірілген күріштің Бақанас сорты тамыр экзодермасының қалыңдауы 6%-ға жоғарылаған, сезімтал Чапсари сортында осы көрсеткіш 50%-ға төмендеген. Сондай-ақ 200 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясы әсеріндегі экзодерма клеткасының қалыңдауы Бақанас сортында 7%-ға, ал сезімтал Чапсари сорты 45%-ға клетка қалыңдауы төмендеген. Төзімді Бақанас сортында осы нұсқалар бойынша экзодерма клеткасының қалыңдау деңгейі жоғарылаған, ал керісінше сезімтал Чапсари сортында экзодерма клеткасының қалыңдау деңгейі біршама төмендеген. Экзодерма тамырдың сыртқы ортаның жағымсыз әсерлерінен, тамыр клеткасындағы қоршаған ортадан түскен әртүрлі улы заттардың шоғырлануынан қорғайды. Экзодерма қалыңдауы стресске қарсы құрылымдық қабілеттің дамуын көрсетеді. Төзімділік ол өзара байланыстылықпен және өзара тәуелділікпен және маманданған кешенді құрылымдық көрсеткіштерімен анықталады, осы стресс әсерінен біздің зерттеуге алған сорттарға тәжірибе жүргізу барысында нақты құрылымдық көрсеткіштердің төзімді сорттармен байланыстылығы байқалды.

Түйін сөздер: күріш, кадмий, экзодерма, эндодерма, ауыр металдар.

**А.С. Нурмаханова*¹, С.Д. Атабаева¹, А. Тілеуберді¹, Р.А. Алыбаева¹,
С.Ш. Асрандина¹, С.С. Кенжебаева¹,**

¹Қазахский национальный университет аль-Фараби,

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

*E-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com

Действие ионов кадмия на строение корня некоторых сортов риса (*Oryza sativa L.*)

В этой статье приведены результаты исследований воздействия ионов кадмия на различные сорта риса (*Oryza sativa L.*). В качестве объекта исследования были отобраны 4 сорта риса: Чапсари, Баракат, Бақанас, Мадина. Чтобы выявить изменения в строении корня, в течение 7 дней выращивали несколько вариантов риса – контрольный, 100мкМFe + 200 мкМ CdSO₄, 0мкМFe + 200 мкМ CdSO₄, 200мкМFe + 200 мкМ CdSO₄. Корень риса снаружи покрыт ризодермой. Самый внутренний слой коры состоит из клеток эндодермы. Толстая стенка эндодермы надежно защищает проводящие ткани и увеличивает мощность корня. При воздействии кон-

центрации кадмия в 100 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄ сорта Баканас клетка экзодермы утолщилась на 9%, а у чувствительного сорта Чапсари клетка стала тоньше на 36%. Во время исследования выращенный на концентрации 0 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄ у риса сорта Баканас толщина клеток экзодермы корня увеличилась на 6%, а у сорта Чапсари толщина уменьшилась на 50%. А также при воздействии концентрации 200 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄ сорта Баканас клетки экзодермы утолщились на 7%, а у сорта Чапсари стали тоньше на 45%. У устойчивого сорта Баканас по этим вариантам можно увидеть, что толщина клеток экзодермы увеличилась, а у чувствительного сорта Чапсари, наоборот, – уменьшилась. Экзодерма защищает корень от неблагоприятных воздействий внешней среды, препятствует накоплению различных токсичных веществ извне. Утолщение экзодермы показывает развитие структурной способности против стресса. Устойчивость определяется специализированными комплексными структурными показателями, взаимосвязью и взаимозависимостью. В процессе проведения исследования под воздействием стресса мы выявили связь конкретных структурных показателей с устойчивыми сортами риса.

Ключевые слова: рис, кадмий, экзодерма, эндодерма, тяжелые металлы.

A.S. Nurmahanova*¹, S.D. Atabayeva¹, A. Tleuberdy¹, R.A. Alybayeva¹, S.S. Asrandina¹, S.S. Kenzhebayeva¹

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Research Institute of Ecology, Almaty, Kazakhstan,
*E-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com

Action of cadmium ions on the structure of the root of some varieties of rice (*Oryza sativa* L.)

Cadmium is one of the most mobile heavy metals. It is actively absorbed by plants, rather quickly transported to their aerial parts. Rice has radial cadmium transport along the root tissues to xylem. The movement of the metal along the xylem is fundamental in the roots. Results of researches of impact of cadmium ions on various varieties of rice are given in this article (*Oryza sativa* L.). As an object of a research, 4 varieties of rice have been selected: Chapsari, Barakat, Bakanas, Madina. To reveal changes in the structure of the root, within 7 days grew up several options of rice – control, 100 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄, 0 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄, 200 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄. The root of rice is outside covered by rizodermis. The innermost layer of the cortex consists of cells of the endoderm. The thick wall of an endodermis reliably protects the tissues and increases the power of root. At influence of concentration of cadmium in 100 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄, the cell of exoderm became thickness for 9% in the variety of Bakanas, and the cells became thinner for 36% in sensitive varieties of Chapsari. During the research the thickness of the root exoderm cells grown by a concentration of 0 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄ of Bakanas variety increased for 6%, and in the Chapsari variety the thickness decreased for 50%. Moreover, under the action of 200 мкМFe + 200 мкМ CdSO₄, the cell of exoderm were thickened for 7% in the variety of Bakanas, and they became thinner for 45% the variety of Chapsari. It seen that the thickness of exoderm cells increased in the resistant variety of Bakanas by these options, and it is, contrary, decreased in a susceptible variety of Chapsari. Exoderm protects the root from the adverse effects of the environment and prevents the accumulation of various toxic substances from the outside. The thickening of exoderm shows the development of structural ability against a stress. Specialized complex structural indicators, interconnection and interdependence determine sustainability. In the process of carrying out a research under the influence of a stress, we have revealed communication of concrete structural indicators with steady varieties of rice. As studies show, inhibition of root growth in the presence of cadmium is associated with its direct effect on cell division and stretching. The result of the negative effect of cadmium on the physiological processes of plants is a decrease in their productivity. First of all, disturbances in the normal life of plants are manifested in a decrease in the accumulation of biomass.

Key words: rice, cadmium, exoderm, endoderm, heavy metals.

Кіріспе

Кадмий адам организмінде жинақталса, ұзақ жылдар бойы сақталады. Оның әсерінен адам итаи-итаи ауруына шалдығады. Кадмий кальцийдің антагонисі. Әлемдік денсаулық сақтау ұйымының шешімі бойынша Cd-дің тағамдағы шекті мөлшері тәулігіне -60-70 мкг құрайды және тағамдық комиссия бойынша халықаралық

әлемдік нарықта сатылатын дәнді дақылдар мен майлы өсімдіктер үшін 0,1 мг/кг шекті мөлшерін қабылдады. Ауыр металдар мен өсімдіктердің байланысу механизмдері күрделі. Оны төмендегі сызба бойынша көрсетуге болады: ол ауыр металдар → клетка мембранасы → клетка → мүше → мүшелер жүйесі → организм → экологиялық жүйе. Ауыр металдардың улы әсерінен өсімдіктердің өсуі мен биомасса жинақталуы

төмендейді, хлороз, су алмасуы бұзылады және өнім беру қарқындылығы төмендейді (Генкель П.А. 1987:221). Ауыр металдардың әсерінен өсімдіктің өсуі тежеледі, біріншіден метаболизм бұзылады, екіншіден клетка қабығының мықтылығы төмендейді (Titov A.F. 2001:85). Өсімдіктердің жер үсті мүшелері ауыр металдарға өте сезімтал. Көптеген зерттеулерде көрсетілгендей көп деңгейде тамырдың өсуі тежеледі, тамыр түктерінің саны азаяды, және тамыр биомассасы төмендейді. Ауыр металдардың тамырға әсерінен, бірінші меристема аймағы бұзылады, сосын тамыр түктері өсетін тамырдың сору аймағы бұзылады. Нәтижесінде тамырдың толық көлемі және адсорбциялау қабілеті төмендейді. Тамыр арқылы қоректік заттарды сіңіру қабілеті нашарлайды, өсімдіктің өсуі және дамуы тежеледі, нәтижесінде өсімдіктер тіршілігін тоқтатады. Ауыр металдар өсімдіктің жер үсті мүшелерінің өсу деңгейінің тежелуіне де әсер етеді. Ассимиляциялық мүшелердің дамуы бұзылады, құрғақ биомассаның жинақталуы төмендейді, өсімдіктің өсу қабілеті нашарлайды (Атабаева С.Д. 2002 а, 79). Кадмийдің улы әсерінен апикальды меристеманың ядроларындағы хромосомдық абберациялар индукцияланады, митотикалық белсенділік төмендеу нәтижесінде өсімдіктің өсуі баяулайды. Митотикалық индекс (1000 клетканың ішінен бөлінетін клеткалардың саны) клеткалық бөліну жиілігін көрсететін және тамырдың өсу деңгейін анықтауда маңызды параметр болып табылады. Митотикалық индекс кадмий әсерінен қатты төмендейді. Кадмий хромосомдық кескіндердің түзілуіне, хромосомалардың бірігуіне алып келеді. Кадмий клеткалық бөлінуді тікелей тежейді. Өсімдіктер ауыр металдар әсеріне әр түрлі деңгейде жауап береді (Атабаева С.Д. 2002 б, 114).

Күріш өсімдігінде (*Oryza sativa* L.) металдың мыс (0,002 – 6,26 мг/л), концентрациясының көбеюінен а және b хлорофилл, каротиноидтар мөлшері төмендеген (Lidon F.S. 1992:143). Кадмий ионы жапырақ құрылымында дезорганизация туғызады, клеткааралық тасымалдануды төмендетеді, хлоропластағы тилакоидтардың құрылымдық өзгерістерін зақымдайды (Aravind P. 2005:4), клетка қабырғасының қалындауын өзгертеді (Vitoria A.P. 2003:564). Кадмий хлорофилл мөлшері және Rubisco ферментінің эффективтілігін төмендетеді (Vassiliev A. 2003:37). Арпа сорттарына NaCl аз мөлшерін қосқанда, фотосинтездік аппараттың термотұрақтылығын жоғарылатады (Belkhodja R. 1994:669), өсімдіктердегі су жетіспеушілігіне (Baryla A.

2001:701), устьицалардың жабылуына әсер етеді және көлемі қысқарады (Shi G.R. 2008:628). Устьицалардың жабылуы абсциз қышқылының әсерінен тұйықталған клеткадағы тургордың төмендеуіне, сондай-ақ Cl⁻ және немесе, калий және аниондардың шығуына, цитоплазмадағы кальций иондарының жоғарылауын туғызады. Устьицалардың жабылуы тұйықталған клеткаларға кадмий иондарының тікелей әсерін туғызады. Устьица өткізгіштігінің төмендеуі кароксилдеу сайтындағы CO₂ енуін лимиттейді, фотосинтезге CO₂ әсер етуі төмендейді. Кадмий Са-сигнальды жүйесіне және кальмодулин регуляциясына тікелей әсер етуі мүмкін (Perfus-Barbeoch L. 2002:539). Өсімдіктерде кадмий иондары көбінесе өсімдік апопластында жинақталады (Frank V.B. 2006:4).

Кадмий өсу деңгейін ингибирлейді, митотикалық белсенділікті төмендетеді, апикальды меристема ядросын уландырады (Qin R. 2010:1477). Митотикалық индекс (клетка бөлінуінің саны 1000 клеткаға) клетка бөліну жиілігі және тамырдың өсуін анықтаудағы маңызды көрсеткіштер болып табылады. Кадмий әсерінен митотикалық индекс төмендейді. Кадмий клетканың бөлінуін ингибирлейді және өсуінің тежелуіне тікелей немесе ауксин метаболизміне жанама әсер етеді. Кадмий кальцийдің сіңірілуін төмендетеді, митотикалық ауытқу процестерін туғызады (Zou J.2012:131). Cheverry J.L әріптестерімен (Cheverry J.L 1988:54) кальций мөлшерінің өзгеруі этилен синтезін жүруіне жағдай жасайды деп атап көрсеткен. Кадмий әсері, клетканың созылуын ингибирлейді, клетка пластинкасы көлемі кішірейді.

Көптеген зерттеуші ғалымдардың зерттеу жұмыстарында көрсетілгендей ауыр металдардың ең жоғары концентрациясы тамырда орналасады. Ауыр металдардың сабақта және жапырақта жинақталу мөлшері тамырмен салыстырғанда төмен, ал ұрықтар мен дәннің құрамында ауыр металдар мөлшері өте аз болады. Ауыр металдар концентрациясы өсімдіктің жер үсті мөлшерінде аз болуы, ауыр металдардың иондарының тамырда «ұсталып қалу эффектісімен» белгіленеді. Себебі, ауыр металл гипер тұрақты түрлерде тұрақсыз түрлермен салыстырғанда өте жоғары болады. Топырақтағы және өсімдік мүшелеріндегі ауыр металдар мөлшерін салыстырғанда өсімдіктерде топырақтағы концентрациясына байланысты дара жарнақты өсімдіктер үшін келесі көрсетілген ретпен орналасатындығы белгілі болды: Cd > Zn > Cu > Pb > Cr. Орналасуы ауыр металдар топырақтағы

жылжымалығына тәуелді. Ал қос жарнақты өсімдіктер үшін бұл шарт барлығында орындала бермейді. Топырақ ерітіндісінің құрамында ауыр металдардың концентрациясы металдардың өсімдік арқылы сіңіруінің басты факторлардың бірі. Мембрана арқылы ауыр металдар иондарының тасымалдануы әртүрлі элементтердің химиялық қасиеттеріне және биологиялық маңыздылығына тәуелді әртүрлі жолдармен жүруі мүмкін. Өсімдік клеткасына енген ауыр металдардың өсімдік мүшелерінде жинақталуы өсімдіктің және ауыр металдардың түріне тәуелді болады. Ауыр металдар клеткааралық кеңістікте, диктиосомаларда, эндоплазмалық ретикулумде, ядроның қабығында да табылған. Олар биомолекулалармен байланысқан күйде болады. Ауыр металл хелатты кешені вакуольде сақталады. Төзімді өсімдіктерде ауыр металдар вакуольде жинақталады. Цитозольдегі металдар симпластық жолмен жер үсті мүшелерге тасымалданады. Кадмий клетканың ішінде көп мөлшерде жиналады, ол лизосомаларға ұқсас гранулалармен байланысады. Кадмийге қарсы жауап реакциясы ретінде өсімдік клеткасында төмен молекулалы метал- байланыстырушы цистеинге бай белоктар – металлотионеиндер мен фитохелатиндер түзіледі. Тамырдың кадмийге қорғаныс функциясы мырышпен салыстырғанда күштірек (Нестерова А.Н. 1989: 73).

Сулы ортадан ауыр металдар устыица және кутикула арқылы пассивті диффузия немесе активті транспорт жолымен түсуі мүмкін (Школьник Н.Я. 1983:176). Ауыр металдардың топырақ ерітіндісіндегі концентрациясы металдардың фитокоплетімділігі үшін маңызды фактор болып табылады (Keller С.1995:1623).

Жоғарыда айтылғандай, тамыр жүйесі арқылы топырақтан немесе қоректік ортадан иондарды сіңіру әртүрлі жолдар арқылы жүзеге асады. Ал бұл иондардың клетка цитоплазмасына түсу ықтималдығына және олардың өсімдіктің ұлпалары мен мүшелеріне тасымалдану жылдамдығына тәуелді. Металдың өсімдік мүшелерінде жинақталуы өсімдік түріне және металдардың түріне байланысты. Өсімдік мүшелеріне ауыр металдардың жинақталу заңдылығын анықтау мақсатында көптеген зерттеу жұмыстары жүргізілген. Арпа сорттары мыстың жинақталу дәрежесіне қарай ажыратылған. Сондай-ақ, мыстың өсімдік мүшелерінде жинақталуы да әр түрлі болған. Кадмий өсімдіктердің вакуолинде және клеткалардағы апопласт та жинақталады (Атабаева С.Д. 2010:205).

Көптеген авторлардың тұжырымдауы, ортада металдың концентрациясы жоғары болса, әсіресе төзімді популяцияда, тамырдың базальды бөлігі апикальды бөлікке қарағанда ауыр металды көп мөлшерде жинақтайды (Cataldo С.А.1983: 838).

Sairam және бірлескен авторлар, өсімдіктердің жер үсті мүшелерімен тамырындағы цинк, мыс, кадмий аккумуляциясы жайында мәліметтер берген (Sairam R.K. 2004:407). Ауыр металдар тамыр клеткасының кортикальды клетка қабырғасынан табылған. Зерттелген *Brassica juncea* өсімдіктерінде мырыш әсерінен эпидерма клеткалары мен полисахаридты паренхима клеткалары кішірейгені байқалған, крахмал мөлшері төмендеген. Кадмий әсерінен мезофилл және эпидермис клеткалары өзгерген (Maruthi В.В. 2005:133). Антропогенді ластанған аймақта өскен *Tanacetum vulgare* L. өсімдігінің жапырағының төменгі, жоғарғы эпидермистері, мезофилл және паренхима клеткаларының көлемі кішірейген, жапырақтағы хлорофилл саны азайған (Mikovilovi V.S. 2002:2415).

Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеу жұмысында зерттеу объектісі ретінде ауылшаруашылық дақыл күріш сорттары (Мадина, Баракат, Бақанас, Чапсари) пайдаланылды. Күріш өсімдігінің жоғарыда аталған сорттары зертханалық жағдайда темір мен кадмийдің әр түрлі концентрациясында өсуі мен биомасса жинақтауы зерттелді. Күріш сорттары арнайы құрамында темірі бар қоректік ортада өсірілді, кейін темірдің келесі концентрацияларына көшірілді: бақылау-100мкМ+200 мкМ CdSO₄, темірдің диффициті (ортада мүлдем темірдің болмауы) + 200 мкМ CdSO₄, темірдің артықшылық жағдайы + 200 мкМ CdSO₄ осы аталған ортада 4 вариант бойынша өсірілді. Зерттеуге алынған күріш сорттарын әртүрлі концентрацияда дайындалған ерітіндіге 7-күн өсіріп, күріш сорттары тамырының құрылымдық ерекшеліктері зерттелді.

Анатомиялық зерттеу әдістері

Күріштің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу үшін олардың тамырына, мүшелеріне фиксация жасалынады. 70% спиртте, ал жинап алынған материал Страсбургер-Флемминг әдісі (спирт, глицерин, су, 1:1:1) бойынша фиксацияланды. Зерттеуге алынатын түрлер жапырағының анатомиялық ерекшеліктерін анықтау

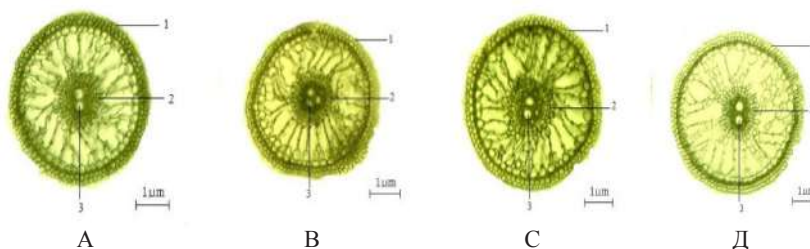
үшін толық дамыған, зақымданбаған өркеннің орта деңгейіндегі жапырақтар іріктеліп алынады. Тамыр кесінділері негізгі тамырдан басталған I ретті жанама тамырдың ортаңғы бөліктерінен алынады. Анатомиялық кесінділер қолмен және тоңазытқыш микротомда (ТОС-2) даярланды. Кесінді қалыңдығы 10-15 мкм. Анатомиялық зерттеу кезінде сызықтық өлшеуге арналған окулярлы микрометр МОВ 1-15^х (ұлғайтуы – 15,4 есе, объектив х 8) пайдаланды. Өсімдіктер тамырының анатомиялық құрылысын сипаттауда Р.П. Барыкина (Барыкина Р.П. 2004:311) еңбектері қолданылды. Анатомиялық зерттеулер толық 7 күндік жоғарыда көрсетілген әртүрлі концентрацияда өсірілген өсімдіктердің жапырақ және тамырының ортаңғы бөлігі алынды. Жалпы өсімдіктің вегетативтік мүшелерінен 1500-2000 кесінділер даярланып, сарапталып суретке түсіріледі. Өсімдіктер өркендерінің морфологиялық және анатомиялық құрылысын сипаттауда белгілі мамандардың еңбектері (Пермяков А.И. 1988:62), (Прозина М.Н. 1960:208), (Эзау 1980:558), (Курсанов А.К. 1966:423), (Зайцев Г.Н. 1973:60) пайдаланылды.

Сапалы анатомиялық кесінділер дайындау үшін МОВ-1-15 (объективте х 9, х 10,7 ұлғайтқышпен) окуляр-микрометрдің көмегімен өлшемдер алынды. Анатомиялық кесінділерді дайындауда МС 300 микроскоппен, САМ V400/1.3М видеокамерасының көмегімен микрофотографиялар жасалды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Зерттеу материалдары ретінде (*Orisa Sativa L.*) Мадина, Бақанас, Баракат, Чапсари сорттары пайдаланылды. Осы аталған сорттарды құрылымын талдау мақсатында бақылау, 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄, 0 мкМ Fe+ 200 мкМ CdSO₄, 200

мкМ Fe+ 200 мкМ CdSO₄ нұсқалары бойынша күріш сорттары өсіріліп, талдау жасалды. Күріш тамыры сыртынан ризодермамен жабылған. Ризодерма сорушы ұлпаға жатады, сондықтан тамырдың барлық жас ұштарына тамыр түктерінің болуы тән. Қабықтың ең ішкі қабаты эндодерма клеткаларынан тұрады. Олар ұзынынан бірнеше шығыңқы қалың қабырғалы клеткалардан тұрады. Күріш тамырында камбий болмайды және тіршілігінің соңына дейін алғашқы анатомиялық құрылымы сақталған, эндодерма клеткасының қалыңдауы үшінші кезенге өтуі мүмкін, ішкі қабырғалы қатты қалыңдайды. Қалың қабырғалы эндодерма өткізгіш ұлпаларын сенімді қорғайды және тамырдың мықтылығын арттырады. Орталық цилиндрдің ең сыртқы клетка тар перециклге бастама береді. Тамырдың өткізгіш жүйесі флоэма элементтері ксилема элементтерімен кезектесіп, сәулелі шоқ түзеді. Күріш өсімдігі суды мол қажет ететіндігіне байланысты аэренхималық ұлпалар жақсы жетілген. Клеткалар арасында, тамырды бойлай созылып жататын клетка аралық қуысорта пайда болады. Осы клетка аралық қуыстар арқылы тамыр клеткаларының тыныс алуына қоректік газдар таралады. Суды қажет ететін өсімдіктер тамырларында оттегі жетіспегендіктен, олардың алғашқы қабықтарының клеткалары өте жиі аэренхимаға айналып отырады. Сонымен аэренхима оттегінің резервуары болып табылады. Күріштің 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясында өсірілген Бақанас, Мадина, Баракат, Чапсари сорттары тамырының құрылымдық өзгерістер зерттелді. Күріш сорттары тамырының құрылымдық ерекшеліктері 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясында өсірілген күріш сорттары тамырының экзодерма және эндодерма клеткаларының өзгеру тенденциялары байқалды.



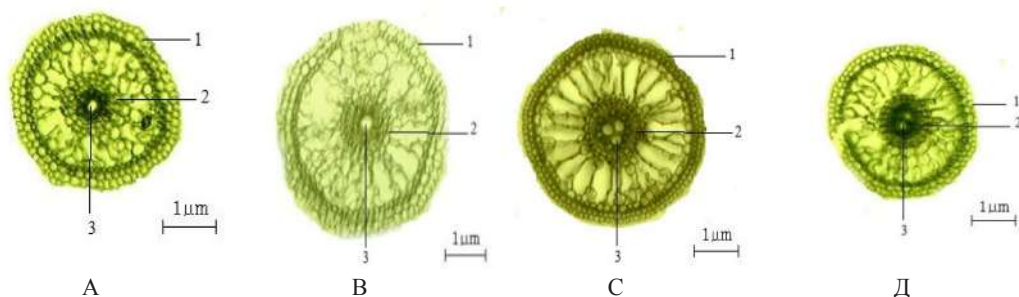
А Бақылау В - 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ С - темірдің диффициті + 200 мкМ CdSO₄ Д- темірдің артықшылық жағдайы + 200 мкМ CdSO₄

1 – экзодерма, 2 – эндодерма, 3 – орталық цилиндр

1-сурет – Кадмий иондарының әсерінен Баракат сорты тамырының құрылымдары

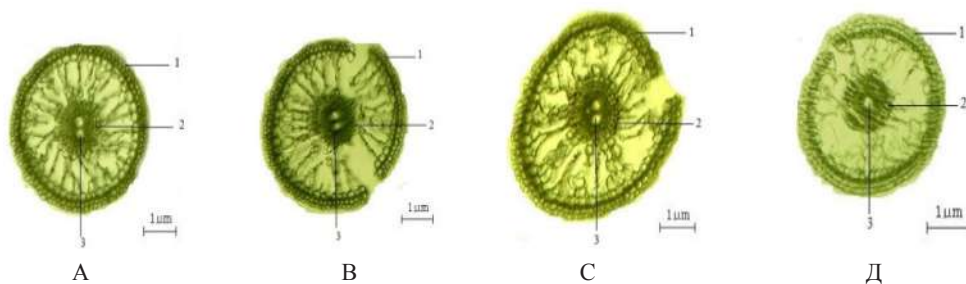
Күріш сорттары тамырының ризодерма астында орналасқан экзодерма қабаттары болады. Яғни экзодерма тамырдың ауыр металдарға қорғаныштық жабындық ұлпасы Бақанас сортында экзодерма клеткалары бір-бірімен тығыз жанаса орналасқан. Экзодерма клеткаларының қалыңдауы Бақанас сортында 109%-ға, Баракат сортында 97%-

ға, Мадина сортында 76%-ға, Чапсари сортында 64%-ға өзгерген. Осы аталған сорттарды бақылау деңгейімен салыстыратын болсақ, Бақанас сортында экзодерма клеткаларының қалыңдығы 9%-ға жоғарылаған, ал осы ортаға сезімтал Чапсари сортының экзодерма клеткаларының қалыңдау деңгейі 36%-ға төмендеген (1,2 – суреттер).



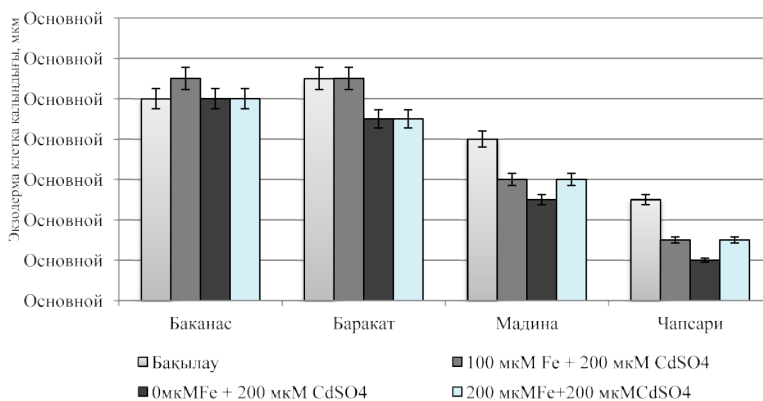
А Бақылау В – 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ С – темірдің диффициті + 200 мкМ CdSO₄ Д – темірдің артықшылық жағдайы + 200 мкМ CdSO₄
1 – экзодерма, 2 – эндодерма, 3 – орталық цилиндр

2-сурет – Кадмий иондарының әсерінен Бақанас сорты тамырының құрылымы



А Бақылау В - 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ С - темірдің диффициті + 200 мкМ CdSO₄ Д – темірдің артықшылық жағдайы + 200 мкМ CdSO₄
1 – экзодерма, 2 – эндодерма, 3 – орталық цилиндр

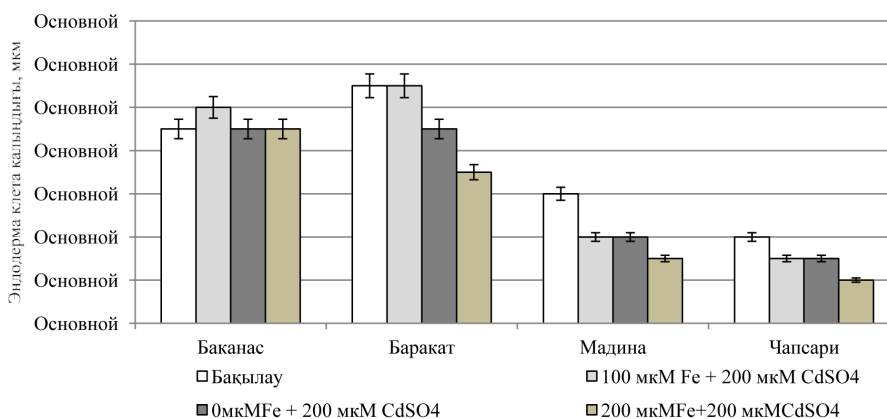
3-сурет – Кадмий иондарының әсерінен Мадина сорты тамырының құрылымы



4-сурет – Күріш сорттарының 7 күндік өскін тамырына экзодерма клеткасына кадмий ионның әсері

Кадмийдің 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясы әсеріндегі тамырдың экзодерма клеткасының қалыңдауы бойынша келесі қатарға орналастырамыз (бақылаумен салыстырғанда %):– Баканас (109%) > Баракат

(97%) > Мадина (76%) > Чапсари (64%); Зерттеуге алынған күріш сорттарының бірі Баканас сорттарында өзара байланыстылық байқалды және тамыр эндодерма өзгерістерінің сәйкестігі анықталды (3-сурет).

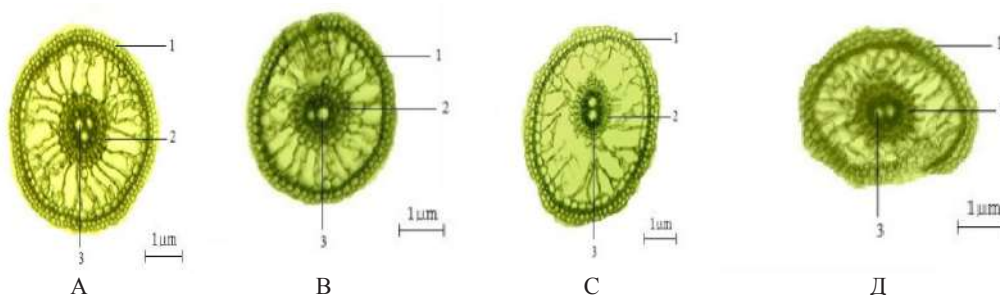


5-сурет – Күріш сорттарының 7 күндік өскін тамырына эндодерма клеткасына кадмий ионның әсері

Осу деңгейі бойынша төзімділік танытқан Баканас сортының эндодерма клеткасы бақылаумен салыстырғанда 8%-ға жоғарылаған, ол дегеніміз осы аталған стресске қарсы бейімделу реакциясының белсенділігін көрсетеді. Эндодерма клетка қалыңдығының мөлшерінің өзгерісі Чапсари сортында байқалған.

Кадмийдің 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясы әсеріндегі тамырдың эндодерма қалыңдықтарының көрсеткіштері бойынша келесі қатарға орналастырамыз (бақылаумен салыстырғанда %): – Баканас (108%) > Баракат

(100%) > Мадина (72%) > Чапсари (71%). Зерттеу барысында 0 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ концентрациясында өсірілген күріш сорттары тамырдың экзодерма қалыңдықтарының көрсеткіштері бойынша келесі қатарға орналастырамыз (бақылаумен салыстырғанда %): – Баканас (106%) > Баракат (84%) > Мадина (67%) > Чапсари (50%); ал эндодерма көрсеткіштері бойынша (бақылаумен салыстырғанда %), келесі тізбек бойынан өзара өзгерістерін байқауға болады: Баканас (97%) > Баракат (87%) > Мадина (74%) > Чапсари (64%) (4, 5, 6-суреттер).



А Бақылау В - 100 мкМ Fe + 200 мкМ CdSO₄ С - темірдің диффициті + 200 мкМ CdSO₄ Д- темірдің артықшылық жағдайы + 200 мкМ CdSO₄
1 – экзодерма, 2 – эндодерма, 3 – орталық цилиндр

6-сурет – Кадмий иондарының әсерінен Чапсари тамырының құрылымдары

Темірдің жеткіліксіз және кадмийдің жоғарғы концентрациясы нәтижесінде осы ортаға төзімділік танытқан Бақанас сортының экзодерма клеткасының қалыңдығы 8%-ға, ал сезімтал Чапсари сортының экзодерма қалыңдығы 50% төмендеген. Күріш сорттары тамырының құрылымдық өзгерістеріне 200 мкМ Fe+200 мкМ CdSO₄ концентрациясы әсеріндегі экзодерма қалыңдықтарының өзгерістерін келесі қатарға орналастырамыз (бақылаумен салыстырғанда %): Бақанас (107%) > Баракат (80%) > Мадина (79%) > Чапсари (55%); ал эндодерма көрсеткіштері бойынша (бақылаумен салыстырғанда %) келісі тізбек бойынан өзара өзгерістерін байқауға болады: Бақанас (105%) > Баракат (92%) > Мадина (103%) > Чапсари (92%);

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша алынған барлық нұсқаларда күріштің Бақанас сортында стрестің эффектісі күшеюінен экзодерма және эндодерма клеткалары қалыңдаған, ал сезімтал Чапсари сортында экзодерма клеткасының қалыңдығы біршама жұқарған. Осы көрсеткіштердің жоғары болуы, өсімдіктер төзімділі-

гін көрсетуде маңызы жоғары болып табылады. Экзодерма қалыңдығы стреске қарсы бейімделген реакциялардың көрсеткіштерінің негізі болып табылады. Кадмий иондарының әсерінен сорттардың өсу деңгейімен, экзодерма және эндодерма қалыңдықтарының көрсеткіштері бойынша нақты ерекшеліктер байқалды. Осы аталған көрсеткіштер өсімдіктердің қорғаныс белсенділігіне байланысты болуы мүмкін, бірақ ол барлық уақытта организм деңгейінде қарсылық көрсете алмайды. Экзодерма клеткасы тамырды сыртқы ортаның жағымсыз әсерлерінен, тамыр клеткасындағы қоршаған ортадан түскен әртүрлі улы заттардың шоғырлануынан қорғайды. Экзодерма қалыңдауы стреске қарсы құрылымдық қабілеттің дамуын көрсетеді. Демек, төзімділік ол өзара байланыстылықпен және өзара тәуелділікпен және маманданған кешенді құрылымдық көрсеткіштерімен анықталады, осы стресс әсерінен біздің зерттеуге алған сорттарға тәжірибе жүргізу барысында нақты құрылымдық көрсеткіштердің төзімді сорттармен байланыстылығы байқалды.

Әдебиеттер

- 1 Генкель П.А. Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд. Московского университета, 1987 – Т.2. – 360 с.
- 2 Titov A.F., Talanova V.V. «Response of cucumber and wheat seedlings to heavy metals», Phisico-Chemical Basis of Plant Physiol. Abstr. of Annu. –Pushino. - 2001. – pp. 85-86.
- 3 Атабаева С.Д., Сарсенбаев Б.А., Тажибаева Т.Л., Ермагамбетов А.М., Бердина М.А., Бозбаева Б.А. Отношение некоторых сортов ячменя к ионам тяжелых металлов в среде выращивания // Биотехнология. Теория и практика. – 2004. – №2. – С. 78-84.
- 4 Атабаева С.Д., Сарсенбаев Б.К., Киршибаева Е., Кенжебаева Ш.К., Усенбеков Б.Н., Асрандина С.Ш. Действие меди кадмия на рост некоторых диких злаковых растений // Ботехнология. Теория и практика. – 2002. – №2. – С.111-118.
- 5 Lidon F.S. & Henriques F.S. «Effects of excess copper on the photosynthetic pigments in rice plants» // Bot. Bul. Academia Sinica. 33(1992), pp. 141-149.
- 6 Aravind P., Prasad M.N.V. «Cadmium-Zinc interactions in a hydroponic system using *Ceratophyllum demersum* L.: adaptive ecophysiology», biochemistry and molecular toxicology, Brazil. J. Plant Physiol. 17(2005), pp. 3-5.
- 7 Vitoria A.P., Rodriguez A.P.M., Cunha M., Lea P.J., Azevedo R.A. «Structural changes in radish seedlings exposed to cadmium», Biol. Plant. 47(2003), 561-568.
- 8 Vassiliev A., Lidon F., Campos P.S., Barriero M.G., Vordanov I. «Cu-induced changes in chloroplast lipids and photosystem 2 activity in barley plants», Bulg. J. Plant Physiol, 29 (2003), pp. 33-43.
- 9 Belkhdja R., Morales F., Abadia A., Gomez-Aparisi J., Abadia J. «Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.)» Plant Physiol. 104(1994), pp.667-673.
- 10 Baryl A., Carrier P., Franc F., Coulomb C., Sahut C., Havaux M. «Leaf chlorosis in oilseed rape plants (*Brassica napus*) grown on cadmium polluted soil: causes and consequences for photosynthesis and growth», Planta. 212 (2001), pp. 696- 709.
- 11 Shi G.R., Cai Q.S. «Photosynthetic and anatomic responses of peanut leaves to cadmium stress. Photosynthetica», 46(2008), pp. 627-630.
- 12 Perfus-Barbeoch L., Leonhardt N., Vavasseur A., Forestier C. «Heavy metal toxicity: cadmium permeates through calcium channels and disturb the plant water status», Plant J, 32(2002), pp. 539- 548.
- 13 Frank Van Belleghem, Ann Cuypers, Brahim Semane, Karen Smeets, Jaco Vangronsveld, Jan d’Haen, Roland Valcke. «Subcellular localization of cadmium in roots and leaves of *Arabidopsis thaliana*», Plant J. 173(2006), pp. 3-5.
- 14 Qin R., Jiaj Y.G., ZhANG s.s., Jiang W.S., Lu D.H. Effects of aluminum on nucleo in root up cells and selected physiological an biochemical ccccharacters in *Allium cepa* var. *agrogarum* L. DVC. // Plant Biology. -2010. - Vol. 225, № 10. - pp. 1471- 1482.
- 15 Zou J., Yue J., Jiang W., Liu D. Effects of cadmium stress on root tip cells and some physiological indexes in *Allium cepa* var. *Agrogarum* L. // Acta Biologica cracoviensa Series Botanica. -2012. - Vol. 54. - pp. 129-141.
- 16 Cheverry J.L., Pouliquean J., Le Guyader H., Marcellin E. «Calcium regulation of exogenous and endogenous 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid bioconversion of ethylene», Physiol. Plant., 74(1988), pp. 53-57.

- 17 Нестерова А.Н. Действие тяжелых металлов на корни растений // Биологические науки. – 1989. – №9. – С.72-86.
- 18 Школьник Н.Я., Алексеева-Попова И.В. Растения в экстремальных условиях минерального питания. – Л.: Наука, 1983. – 176с.
- 19 Keller C. «Application of centrifuging to heavy metal studies in soil solutions» Commun.Soil Sci. Plant Anal.-26(1995), pp.1621-1636.
- 20 Атабаева С.Д., Сарсенбаева Б.А. Физиолого-биохимические основы металлоустойчивости растений – Алматы: ТОО «TST-company», 2010. – С.203-206.
- 21 Cataldo C.A., Garland T.R., Wildung R.E. «Cadmium uptake kinetics in intact soybean plants» // Plant Physiol, 73(1983), pp.835-839.
- 22 Sairam R.K., Tyagy A. «Physiology and Molecular biology of salinity stress tolerance in plants» // Current Science. 86 (3) (2004), 407-421.
- 23 Maruthi B.B., Sridhar A.B., Diehl S.V., Hanc F.X. «Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian mustard (Brassica juncea)», Environmental and Experimental Botany, 54 (56) 2005, pp. 131
- 24 Mikovilovi V.S., Dragosavac D. «Environmental impact on morphological and anatomical structure of Tansy Stevovi» African Journal of Biotechnology, 9 (16) 2002, pp. 2413-2421.
- 25 Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике// Основы и методы. – М.: МГУ, 2004. – 312 с.
- 26 Пермяков А.И. Микротехника. – М.: Изд. МГУ, 1988. – 62 с.
- 27 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М., 1960. – 208 с.
- 28 Эзау. Анатомия семенных растений. – М.: Мир, 1980. Т. 1. – 558 с.
- 29 Курсанов А.К. Анатомия и морфология растений. – М.: Просвещение, 1966. Т.1. – 423 с.
- 30 Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. – М.: Наука, 1973. – Т. 250. – 60 с.

References

- 1 Atabaeva SD Sarsenbaev BA Tazhibaeva TL Ermagambetov AM Berdina MA Bozbaeva BA «Otnoshenie nekotoryh sortov yashmenya k ionami tezheloh metellov b ssrede birashivania», [The ratio of some varieties of barley to heavy metal ions in the growing medium]. Biotechnology, Theory and practice.2(2004), pp.78-84.
- 2 Atabaeva SD Sarsenbayev BK Kirshibaeva E Kenzhebaeva Asrandina SSh Sh K Usenbekov BN «Deistvie medi kadmia na rost ne kotoryh slacovih rastenii», The action of cadmium copper on the growth of some wild cereal plants], Botehnologiya. Theory and practice, 2(2002), pp.111-118.
- 3 Aravind P Prasad MNV «Cadmium-Zinc interactions in a hydroponic system using Ceratophyllum demersum L: ada ptive ecophysiology», biochemistry and molecular toxicology.Brazil. J. Plant Physiol. 17 (2005),pp.3-5.
- 4 Atabeva SD «Fisiologo-biohimishiskie osnovi metalloustoishivosti rastenii», [Physio-biochemical chemical resistance of metals]. Almaty: TOO “TST-company”. pp.203-206.
- 5 Baryl A Carrier P Franc F Coulomb C Sahut C Havaux M «Leaf chlorosis in oilseed rape plants (Brassica napus) grown on cadmium polluted soil: causes and consequences for photosynthesis and growth», Planta. 212(2001),pp.696- 709.
- 6 Barykina R.P. (2004) «Sprovoshnick po botanisheskoi mikrotechnike».[Reference book on botanical microtechnology], Bases and methods, Moscow State University,P.312
- 7 Belkhodja R Morales F Abadia A Gomez-Aparisi J Abadia J «Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (Hordeum vulgare L.)»,Plant Physiol,104(1994), pp.667-673.
- 8 Esau «Anatomia semennih rastenii», [M:Mir] (1980). Т. 1.pp. 558
- 9 Genkel PA «Fisiologia selskohosaistbennih rastenii», [Physiology of agricultural plants]. M.: Izd. Moskoj universitet. 2 (1987), pp. 360
- 10 Cataldo CA Garland TR Wildung RE «Cadmium uptake kinetics in intact soybean plants», Plant Physiol. 73(1983),pp.835-839.
- 11 Cheverry JL Pouliquen JLe Guyader H Marcellin E «Calcium regulation of exogenous and endogenous 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid bioconversion of ethylene», Physiol. Plant. 74 (1998), pp.53-57
- 12 Kursanov AK «Anatomia I morfologia rastenii», [M.:Prosbeshenie](1966). Т.1.pp. 423
- 13 Keller C «Application of centrifuging to heavy metal studies in soil solutions»,Commun.Soil Sci. Plant Anal.26 (1995),pp. 1621-1636.
- 14 Lidon FS Henriques FS «Effects of excess copper on the photosynthetic pigments in rice plants», Bot. Bul. Academia Sinica. 33(1992),pp. 141-149.
- 15 Titov AF Talanova VV «Response of cucumber and wheat seedlings to heavy metals».Phisico-Chemical Basis of Plant Physiol, Abstr. of Annu. Pushino,(2001) pp. 85-86.
- 16 Perfus-Barbeoch L Leonhardt N Vavasseur A Forestier C «Heavy metal toxicity: cadmium permeates through calcium channels and disturb the plant water status»,Plant J. 32(2002),pp.539- 548.
- 17 Shi GR Cai QS «Photosynthetic and anatomic responses of peanut leaves to cadmium stress», Photosynthetica.46(2001), pp.627-630.
- 18 Sairam RK Tyagy A «Physiology and Molecular biology of salinity stress tolerance in plants», Current Science.86(3) 92008),pp. 407-421.
- 19 Shkolnik NYa Alekseyeva-Popova IV «Rastenia b eksperimentalnih uslobiah mineralnogo pitania», [Plants in extreme conditions of the mineral nutrition.L],Science,(1983), pp.176.
- 20 Maruthi BB Sridhar AB A. Diehl SV. HancFX «Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian

mustard (*Brassica juncea*)», *Environmental and Experimental Botany*.54(56) (2005),pp.131–141.

21 Mikovilovi VS Dragosavac D «Environmental impact on morphological and anatomical structure of Tansy Stevovi», *African Journal of Biotechnology*, 9(16) 92002), pp.2413-2421.

22 Nesterova AN «Deistvie tesholih metallov na korni rasteni», [The action of heavy metals on plant roots]. *Biological Sciences*,9 (1989),pp.72-86.

23 Permyakov AI (1988), *Microelektronika*, [Microelectronics]. Moscow. Izd. Moscow State University. P.62

24 Prozina MN (1960) «Botanisheskaya mikrotehnika», [Botanical Microelectronics]. Moscow, Izd. Moscow State University. P.208

25 Vitoria AP Rodriguez APM Cunha M Lea PJ Azevedo RA «Structural changes in radish seedlings exposed to cadmium». *Biol. Plant*. 47(2003),pp.561-568.

26 Vassiliev A Lidon F Campos PS Barriero MG Vordanov I «Cu-induced changes in chloroplast lipids and photosystem 2 activity in barley plants», *Bulg. J. Plant Physiol*. 29 (2003), pp.33-43.

27 Frank Van Belleghem Ann Cuypers Brahim Semane Karen Smeets Jaco Vangronsveld Jan d'Haen Roland Valcke «Subcellular localization of cadmium in roots and leaves of *Arabidopsis thaliana*», *Plant J*.173(2006),pp.3-5.

28 Qin R Jiaj YG ZhANG S S Jiang WS Lu DH «Effects of aluminum on nucleolus in root up cells and selected physiological and biochemical characters in *Allium cepa* var. *agrogarum* L», *DVC.Plant Biology*. 225(10) (2010), pp.1471- 1482.

29 Zou J Yue J Jiang W Liu D «Effects of cadmium stress on root tip cells and some physiological indexes in *Allium cepa* var. *Agrogarum* L.», *Acta Biologica cracoviensia Series Botanica*. 54 92012),pp.129-141.

30 Zaisev GN «Metodica biometrisheskih raset» [M.: Nauka] (1973).T.250.pp.60

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

Раздел 3
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОХРАНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

Section 3
**ACTUAL PROBLEMS
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

K. Izbastina^{*1}, S. Aipeisova², M. Kurmanbayeva¹, A. Kurmantayeva³, A. Baishanbo⁴

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Almaty, Kazakhstan

²K. Zhubanov Aktyubinsk regional state University, Aktobe, Kazakhstan

³Institute of botany and phytointroduction, Almaty, Kazakhstan

⁴Xinjiang medical university, Xinjiang institute of Kazakh drug medicine, Urumqi, China

*E-mail: izbastina.k@gmail.com

REVIEW OF GENUS *ANTHEMIS* L. (*ASTERACEAE*) SPECIES, STORED IN SOME KAZAKHSTAN HERBARIAL FUNDS

The big and important task is represented by research of rare endangered species for the purpose of their preservation, profound studying of features of rare species of plants and their resources is necessary. The purpose of this work is careful viewing of specific structure of the sort *Anthemis* L., stored in the herbarial funds of Institute of botany and phytointroduction of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Al-Farabi Kazakh National University, K. Zhubanov Aktyubinsk regional state university. For achievement of goals the abstract of types of the sort *Anthemis* L. is made, meeting in the territory of Kazakhstan by means of critical viewing of the herbarial material which is stored in the herbarial funds. Scientific and practical value are that herbarial samples of the studied type of the sort *Anthemis* L., met in the territory of Kazakhstan, will be used by students for definition on special courses and on big practical works on botany. As a result of careful viewing, there are 74 herbarial samples of the sort *Anthemis* L., the abstract of types of the sort *Anthemis* L. is made in the territory of Kazakhstan, including the location of a type of *Anthemis trotziana* Claus in the research territory (The Aktyubinsk region) is given. According to the results of research, 5 types of the sort *Anthemis* L. have been noted. They are met in the territory of Kazakhstan (*Anthemis trotziana* Claus, *Anthemis candidissima* Willd.ex Spreng., *Anthemis tinctoria* L., *Anthemis cotula* L., *Anthemis microcephala* (Schrenk) B. Fedtsch.), out of 6, except for the *A. deserticola* Krasch. & M. Pop. type. In the herbarial funds there have been studied in total 12 herbarial samples of the only Red book type of *Anthemis trotziana*, meeting in the territory of Kazakhstan, including the own sample. The herbarial materials collected in the course of the field researches will fill up herbarial funds of Institute of botany and MES of RK phytointroduction, Al-Farabi Kazakh National University and K. Zhubanov Aktyubinsk regional state university. Results of research have theoretical value and can be used for the solution of questions of systematization.

Key words: Asteraceae, *Anthemis* L., *Anthemis trotziana* Claus, rare species, herbarial funds.

К. Избастина^{*1}, С. Айпеисова², М. Курманбаева¹, А. Курмантаева³, А. Бейсенбай⁴

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан

²Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті,
Ақтөбе қ., Қазақстан

³«Ботаника және фитоинтродукция институты»,
Алматы қ., Қазақстан

⁴Шинжаң медицина университеті, ҚХР, Үрімжі
*E-mail: izbastina.k@gmail.com

Қазақстанның кейбір гербарий қорларында сақталған *Anthemis* L. (*Asteraceae*) туысының түрлеріне шолу

Сирек және жойылып бара жатқан түрлерді қорғауда өсімдіктердің сирек кездесетін түрлерінің ерекшеліктері мен олардың ресурстарын терең зерттеу үлкен және маңызды мәселе. Берілген жұмыстың мақсаты ҚР БҒМ ҒК «Ботаника және фитоинтродукция институты», әл-Фараби

атындағы Қазақ ұлттық университеті және Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті гербарий қорларында сақталған *Anthemis L.* туысының түрлік құрамын қарау болып табылады. Қойылған мақсатқа жету үшін гербарий қорларындағы материалдарды қарай отырып, Қазақстан аумағында кездесетін *Anthemis L.* туысы түрлерінің конспектi құрылды. Жұмыстың ғылыми және тәжірибелік маңызы, арнайы курстар мен ботаникадан үлкен практикум сабақтарында студенттер Қазақстан территориясында кездесетін *Anthemis L.* туысы түрлерінің зерттелген гербарий үлгілерін анықтайды. Қазақстанда кездесетін *Anthemis L.* туыс түрлерінің 74 гербарий үлгілерін қарау нәтижесінде конспектi құрастырылды, сонымен бірге *Anthemis trozkiana* түрінің зерттеу территориясында (Ақтөбе облысы) нақты орналасқан нүктелері берілген. Зерттеу жұмысының нәтижесі бойынша *Anthemis L.* туысының Қазақстанда кездесетін 6 түрінің *A. deserticola* басқа, 5 түрі (*Anthemis trozkiana* Claus., *Anthemis candidissima* Willd., *Anthemis tinctoria L.*, *Anthemis cotula L.*, *Anthemis microcephala* (Schrenk) B. Fedtsch.) көрсетілді. Гербарий қорларында Қазақстан территориясында кездесетін *Anthemis L.* туысының Қызыл кітапқа енген жалғыз түрі *Anthemis trozkiana* өсімдігінің Ақтөбе облысы территориясынан жиналған үлгісін қосқанда, жалпы 12 гербарий үлгілері анықталған. Далалық зерттеу барысында жиналған гербарий материалдары ҚР БҒМ ҒК «Ботаника және фитоинтродукция институты», әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті және Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің гербарий қорларын толықтырады. Жұмыс нәтижелері теориялық мәнге ие және систематика сұрақтарын шешуде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: Asteraceae, *Anthemis L.*, *Anthemis trozkiana* Claus, сирек түр, гербарий қорлары.

К. Избастина¹, С. Айпеисова², М. Курманбаева³, А. Курмантаева⁴, А. Бейсенбай⁵

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

²Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова,
Республика Казахстан, г. Актөбе

³«Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК.,
Республика Казахстан, г. Алматы,

⁴Синцзянский медицинский университет, Китай, Урумчи
E-mail: izbastina.k@gmail.com

Обзор видов рода *Anthemis L. (Asteraceae)*, хранящихся в некоторых гербарных фондах Казахстана

Большую и важную задачу представляют исследования редких исчезающих видов с целью их сохранения, в связи с чем необходимо углубленное изучение особенностей редких видов растений и их ресурсов. Целью данной работы является тщательный просмотр видового состава рода *Anthemis L.*, хранящихся в гербарных фондах Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК, Казахского национального университета им. аль-Фараби, Актюбинского регионального государственного университета имени К. Жубанова. Для достижения цели составлен конспект видов рода *Anthemis L.*, встречающихся на территории Казахстана посредством критического просмотра гербарного материала, хранящегося в гербарных фондах. Научное и практическое значение заключается в том, что гербарные образцы исследованного вида рода *Anthemis L.*, встречающиеся на территории Казахстана, будут использоваться студентами для определения на специальных курсах и на больших практикумах по ботанике. В результате тщательного просмотра 74 гербарных образцов рода *Anthemis L.* составлен конспект видов рода *Anthemis L.* на территории Казахстана, в том числе приводится местонахождение вида *Anthemis trozkiana* Claus на исследуемой территории (Актюбинской области). По результатам работы было отмечено 5 видов рода *Anthemis L.*, встречающихся на территории Казахстана (*Anthemis trozkiana* Claus., *Anthemis candidissima* Willd., *Anthemis tinctoria L.*, *Anthemis cotula L.*, *Anthemis microcephala* (Schrenk) B. Fedtsch.), из 6, кроме вида *A. deserticola*. В гербарных фондах были изучены в общей сложности 12 гербарных образцов единственного краснокнижного вида *Anthemis trozkiana* из рода *Anthemis L.*, произрастающих на территории Казахстана, включая образцы собранные нами в Актюбинской области. Гербарные материалы, собранные в процессе полевых исследований, пополняют гербарные фонды Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК, КазНУ им. аль-Фараби и Актюбинского регионального государственного университета имени К. Жубанова. Результаты работы имеют теоретическое значение и могут быть использованы для решения вопросов систематики.

Ключевые слова: Asteraceae, *Anthemis L.*, *Anthemis trozkiana* Claus, редкие вид, гербарные фонды.

Introduction

Now the problem of preservation of a biodiversity of plants because of fast reduction of areas of distribution of many wild-growing types in connection with vigorous economic activity of the person is very urgent (Zholobova, 2012: 195). Anthropogenous impact on flora was many-sided, including direct alienation of phytoweight, destruction, pollution by xenobiotics, climatic changes, etc. which lead to extinction of separate types that as a result some species of plants becomes more and more rare, others are under the threat of total disappearance. The problem of loss of rare species of plants is a part of a common problem of decrease in a biodiversity (Netsvetayev, 2000: 26).

According to V. E. Flint, “disappearance, extinction of each species is no other than the test for quality of the environment, for the latent defects of our work on preservation the biodiversity, is a crack in integrity of structure of a biodiversity” (Flint, 2002: 286). For preservation of biodiversity in Kazakhstan implementation of measures for an assessment of a state and inventory of objects of a biodiversity, expansion of network of especially protected natural territories and preservation of natural populations of rare species are necessary.

Rare species – the most vulnerable part of biological diversity on Earth. Disappearance of any kind of a plant is catastrophic and irreplaceable loss for the nature. Protection of rare species of plants, as well as preservation of vegetable communities with their participation, are priorities (Borisova, 2015: 64). The most widespread threat for rare species is loss of habitats to which they are adapted. When studying rare species of plants, population level is especially urgent. It is caused by the fact that any kind of plants exists in the nature as independent local population. Researches of rare species of plants at the population level are the most demanded and productive. In recent years researches of genomes of various household - valuable plants and their wild-growing relatives by means of various modern cytogenetic and molecular - biological methods were widely adopted. It gives the chance to better understand genetic features of the studied types and to define their genomic and evolutionary relationship as with wild-growing, and cultural closely related types. The obtained data allow to find purposefully effective ways of selection of the forms enriched with useful genes. However, genomes of not all useful species of plants are well studied.

Steppes of Eurasia are a sad example of anthropogenous pressure of an ecosystem of the whole

landscape zone. The special attention on preservation of a gene pool of the environment is deserved by the poorly studied, intensively developed steppe territories.

In botanical-geographical relations, the Aktyubinsk region, one of the most considerable industrial areas of Kazakhstan, is of special interest. In the territory of which the unique steppe communities, cretaceous massifs, relic forest and marsh natural boundaries needing protection of flora have remained (Aipeisova, 2011:5). In the territory of the Aktyubinsk floristic district there are sphagnum bogs with a sundew, a cranberry and other boreal types, cretaceous ridges with relic calciphile and other micro refugium in which the most part and relic types have remained. Obligate calciphile of the Aktyubinsk flora of desert and steppe Pliocene relicts are *Anthemis trotzkiana*, *Linaria cretacea*, *Silene cretacea*, *Artemisia salsoloides*, *Crambe tatarica*, *Capparis herbacea*, *Matthiola frangans*, and also *Anabasis salsa*, *Nanophyton erinaceum*, *Thesium refractum* and other types are carried (Aipeisova, 2012:3). Among them *Anthemis trotzkiana* is not only obligate calciphile, it is first of all a Red Book species which is under the threat of disappearance and demands protection of the habitat. The species is included in the Red List of Kazakhstan (2014) with the status of the II category – a rare species. The species meets single copies, small groups and also is included in the list of rare plants of the European Union (Bilz, 2011:130).

The complex researches of cenopopulation of this species including studying of number, age structure, level of a genetic variety, interpopulation differentiation and the analysis of all received results in the territory of the Aktyubinsk region have not been conducted earlier. The complex research of the current state and biological features of a rare species of *Anthemis trotzkiana* meeting in the Aktyubinsk region requires versatile studying of this look.

Relevance of work is caused by importance of definition of molecular - genetic bases of a genetic variety of rare species of plants at the population level and a lack of methods for optimization of preservation of gene pools of rare and endangered species of plants.

The rare species of *Anthemis trotzkiana* is for the first time found by P. S. Pallas in 1769 and named by Claus in honor of professor of the Kazan university P. Ya. Kornukh Trotsky (1803-1877).

Anthemis trotzkiana is a long-term semi-bush which is from the family *Anthemis* L. of the *Asteraceae*. The *Asteraceae* families include about 1300 species and 25000 types spread during three sub-

families and 17 tribes (Ayad, 2012: 151). The tribe camomile has distribution around the world though taxons are concentrated in Central Asia, the Mediterranean and South Africa (Funk, 2009:171). Some subtribe members are *Ursiniinae*, *Artemisiinae*, *Chrysantheminae*, *Leucantheminae*, *Anthemidinae*, *Matricarinae* and some types of *Achillea*, *Anthemis*, *Artemisia*, *Glebionis*, *Leucanthemum*, *Matricaria* and *Tripleurospermum* are widespread weeds in northern and southern hemispheres (Oberprieler, 2007: 89). Nevertheless types of the tribe already long time are used as medical herbs in traditional and alternative medicine. Many researches have been conducted on essential oils of tribe taxons (Faik, 2016:11576).

Anthemis L. - second-large, in camomile tribe. It includes more than 210 types (Bremer & Humpries, 1993: 71; Bremer, 1994: 112). General geographical range of *Anthemis* L. covers the most part of the Western Eurasia, the Mediterranean and a small part of East Africa. The main center of a variety is in the southwest of Asia where there can be met 150 types from 210 (Ergin, 2011: 85).

In the territory of the CIS one can meet 51 types of the sort *Anthemis* L., and in Kazakhstan - 6 types: *Anthemis trozkiiana* Claus – Camomile Kornukh - Trozskovskaya, *A. candidissima* Willd. ex Spreng. - the C. the whitest, *A. tinctoria* L. - Item tinctorial, *A. cotula* L. - C. dog, *A. microcephala* (Schrenk) B. Fedtsch. - C. capitellate, *A. deserticola* Krasch. & M. Pop. - C. desert (Flora of Kazakhstan, 1966 : 654).

Many types of the sort *Anthemis* L. are characterized as rare, endemic and being under the threat of disappearance (Uzel 2004 : 151). For example, *Anthemis pestalozzae* Boiss. (Asteraceae) is an endemic sort, living on volcanic, limestones and hilly slopes located in the south Anatoly. Both these endemic and ornamental plants at the local level the industry were left by negative impact on populations of plants (Arslan, 2002: 411), evolutionary history and eco - climatic differentiation of the sort *Anthemis* L. is studied. (Compositae, Anthemidaeeae) in vicinities Mediterranean (Lo Presti, 2009: 1313). And also types of the sort *Anthemis* L. are widely used in pharmaceuticals, cosmetics and the food industry. Flowers of a sort have use in quality antiseptics and curative herbs which main components are natural flavonoids and essential oils (Vaverkova, 2007: 283). Vida *Anthemis* L., which the containing essential oils have extracts antimicrobial activity. (Cigdem, 2016: 55) some types of the sort *Anthemis* L. are used in digestion treatment - an intestinal path spazmolitichesky, anti-inflammatory

and as sedative. In Europe extracts, infusions and teas are widely used in anti-inflammatory, antibacterial, digestive- spasmolytic and sedative ways . In traditional medicine are applied to alleviate pain and irritation, tidy wounds and ulcers, and also treatment of the irradiated injuries of skin, treatment of cystitis and tooth illnesses (Grace, 2002: 183). Abdul Gafor the to scientific work reconsiders the sort *Anthemis* L. (Compoistae - Anthemideae) meeting in Arabian Peninsula which includes 19 types which are relating to the sections *Odontostephana*, *Maruta*, *Anthemis*, and *Rascheyana* including *A. tenuicarpa*, being a new sort for the Saudi Arabia (Abdul, 2010: 79).

The variety and value of types belonging to the sort *Anthemis* L. it was described above, however it should be noted that there is a set of not resolved systematic and taxonomical questions. When studying systematic, floristic and biogeographical researches there is often used a herbarium. As the herbarium is an archive of valuable scientific information which has multipurpose value, and a herbarial sample - the document confirming existence of a type in the concrete place in certain time (Bezrodnova, 2015:16). The main objective of the Herbarium is storage of a reference material necessary for definition of plants and their classification. The herbarial fund of Institute of botany and phytointroduction of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan is included into the list of the largest scientific botanical collections of the CIS of national value, has the AA international index. The herbarium represents the only thing in the Republic storage of botanical collections where the richest flora of Kazakhstan is most fully presented. Now the Herbarium is at the department of biodiversity and bioresources of al-Farabi Kazakh National University and department of biology of K. Zhubanov Aktyubinsk regional state university and it serves the purposes, first of all, of improvement of students' education quality of faculty and has educational - methodical value. On the basis of materials of the Herbarium there are also carried out theses on disciplines of botany and geobotany.

The purpose of this work is careful viewing of specific structure of the sort *Anthemis* L., stored in the herbarial funds of Institute of botany and phytointroduction of MES of RK, Al-Farabi Kazakh National University and K. Zhubanov Aktyubinsk regional state university.

For achievement of goals it is necessary to solve the following problems:

- to carefully observe herbarial samples of the sort *Anthemis* L. and to allocate types meeting in Kazakhstan;
- to make the abstract of types of the sort *An-*

themis L., meeting in the territory of Kazakhstan by means of critical viewing of the herbarial material which is stored in the herbarial funds;

– to specify location of a rare species of *Anthemis trotziana* in the research territory (The Aktyubinsk region).

Materials and methods

In the course of the forwarding research there

was used reconnaissance traversing method. Collecting material was made on cretaceous breaks and limestones in August, 2016 in the Aktyubinsk region. GPS of coordinate are noted (N: 49 022' 8", E:54 0 31 '23") collecting points of *Anthemis trotziana*(Fig. 1-2).

The morphological-geographical method was applied to carrying out the systematic analysis. During determination of the type there were

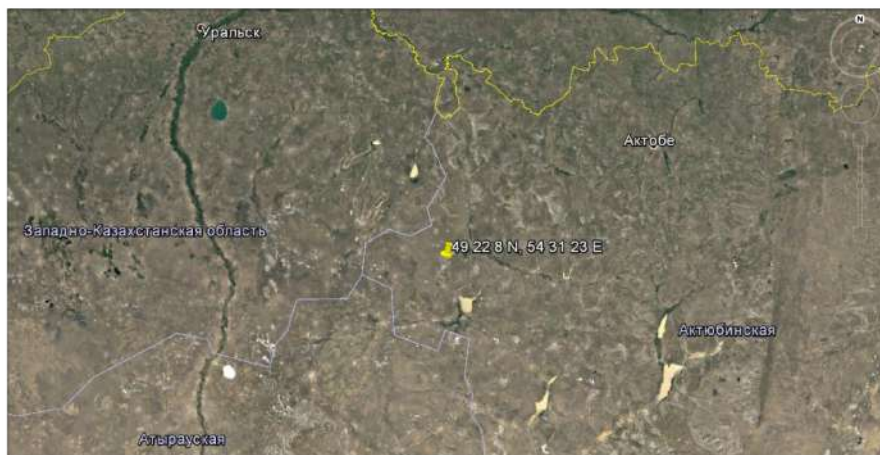


Figure 1 – GPS collecting point coordinates of *Anthemis trotziana*



Figure 2 – Collection point of *Anthemis trotziana*

considered the main morphological features in a blossoming phase. There is a number of the morphological features distinguishing a camomile from other types of the *Anthemis* L. The main characteristic sign are that *Anthemis trotziana* - a long-term semi-bush; a stalk at the basis is stiffening, ascending, simple or low-branchy;

leaves twice-cut, young white-tomentose; baskets are single; flowers diverse: regional pistillate with a wide lingular yellow nimbus, central monoecious with a tubular nimbus; seed pots are obypyramidal, 4-faced, cop is short, in the form of a cogged bit.

And also materials of herbarial funds have

been studied in detail: Institute of botany and phytointroduction of MES of RK, Al-Farabi Kazakh National University, K. Zhubanov Aktyubinsk regional state university and their own collecting.

By drawing up the abstract of types of the sort *Anthemis* L., and also by drawing up systematic and geographical analyses the following main references have been used: "Flora of Kazakhstan" (1966) where processing of a sort was carried out by A. O. Orazova, in "Flora of the SSSR" (1961) An. A. Fedorov, in "The illustrated determinant of plants of Kazakhstan" (1972) Myrzakulov P.M., in "The hand book of Central Asian plants" (1993) Kamelin R. V., Kovalevskaya S. S.

In the course of work in herbarial fund the data, which are contained in the herbarial, labels where a surname of collectors, date of collecting, a geographical and administrative arrangement of point were specified without change.

In work Latin names of types of the sort *Anthemis* L. have been verified according to S. K. Cherepanov's reports (1995), and are given the Kazakh name of plants according to S. A. Arystangaliyev, E.R.Ramazanov (1977).

Results and discussion

Among the types which are found in Kazakhstan by results of own collecting the exact location of a rare species of *Anthemis trotzkiana* is noted (N: 49 022' 8", E:54 0 31 '23") Population was at the height of 144 m over level. The Aktyubinsk region, Uilsky district, on chalk of the mountains Akshatau in 3 km from the settlement of Akshatau which are confirmed by the herbarial data which are brought together in 2013 by Aipeisova S.A. (Aipeisova, 2013: 312). The type is also confirmed by the research associate of Institute of botany and a phytointroduction by Danilov M. P., and professor of department of botany of the Kemerovo state university and the director of the Kuzbass botanical garden IEC Siberian Branch of the Russian Academy of Science and Doctor of Biological Science A. N. Kupriyanov.

On herbarial samples of KazNU there have been studied 3 types (*A. trotzkiana*, *A. tinctoria*, *A. microcephala*), growing in the territory of Kazakhstan, from three samples of a type of *Anthemis trotzkiana* one of the sample has been redefined by us as it is not confirmed according to morphological data and the location does not correspond according to references. The label has been corrected on *Anthemis subtinctoria* L., on consultation of the candidate of Biological Sciences, associate professor, leading

florist of the department. A.A. Ametov and also has been confirmed by A. N. Kupriyanov.

In funds of "Institute of botany and a phytointroduction" of MES of RK and department of a biodiversity and bioresources at KazNU among the herbarial samples of the sort *Anthemis* L. herbarial samples of outstanding scientists, such as N. V. Pavlov, M. G. Popov and P. P. Polyakova and herbarial samples of scientists - botanists as Z.V.Kubanskaya, M. S. Baytenov, A. Gamayunova, V. P. Goloskokov are of special value.

In herbarial fund of "Institute of botany and a phytointroduction" of MES of RK in 1962 - 1963 years several types of the sort *Anthemis* L. It is redefined by A. O. Orazova. Type of *Anthemis arvensis* L. = *Anthemis candidissima* Willd., *Maruta microcephala* Schrenk. = *Anthemis microcephala* Schrenk, *Anthemis tinctoria* L. = *Anthemis subtinctoria* Dobroc.

At the Institute of botany and phytointroduction there has been observed 57 herbarial leaves of the sort *Anthemis* L., where 13 types have been noted: *Anthemis arvensis* L., *Anthemis austriaca* Jacq., *Anthemis altissima* L., *Anthemis candidissima* Willd. ex Spreng., *Anthemis cotula*, *Anthemishirtella* C. Winkl., *Anthemismicrocephala* (Schrenk) B. Fedtsch., *Anthemis ruthenica* M. Bieb. *Anthemis rigescens* Willd., *Anthemis sosnovskyana* Fed., *Anthemis subtinctoria* Dobroc., *Anthemis tinctoria* L., *Anthemis trotzkiana* Claus.

Abstract of types of the sort *Anthemis* L. met in the territory of Kazakhstan

5 types from 6 met in the territory of Kazakhstan are given in the abstract. The abstract of types contains the following information: the Latin, Russian, Kazakh name, the general area, and distribution within the explored territory, data on a vital form, ecological habitats and terms of blossoming and fructification.

Section 1. *Rumata* Fed.

Section type - A. *Saportana* Alb.

Row 3: *Fruticulosae* Fed.

1. *Anthemis trotzkiana* Claus - *Delect. sem.* Dorpat. (1847)3, in obs.-*Camomile* Kornukh-Trotskovskaya - Карнайх өгізкөз (Fig.3)

H., Grows on cretaceous breaks and limestones.

Blossoming VII - VIII, fructification VIII- IX.

Collection point: Aktyubinsky. Bass. river of Hobda (49-510 NL, 25 - 270 EL from Pulk.), the mountain Bes-tau. Cretaceous exit is at top. 31. V II. 1926, Sobr. M. M. Ilyin and M. N. Avramchik, 2 copies (A, B); Aktyubinsk Western Mr. Magadzhanovek val. On cretaceous. 24. VI.

1927, Leg. A. Dergageva, 2 copies (C, D); Zap. Kazakhst. the Region, the valley of the Urals River, cretaceous exit is on the coast having lived Burli. 9. I X.1947 of Leg., Teste: N. V. Pavlov, 2 copies (E, F); The Ural Region Burlinsky district to / з Lenin's Testament. Dark - chestnut undeveloped, sublenc. 28. June, 1978, Leg.: Gubanova, Teste: Lapshina M. S. (G); The 150th km.eastern Aktyubinsk on cretaceous hills. 21. VI. 1978 of Sobr. Baytenov M. S. Opr. 1990, Kudabayeva G. M. (H); Aktyubinsk Region, Hobdinsky area, Mr. Bestau. mountain top (cretaceous). Sobr. and S. Aipeisova. 31.05.2004 (I); Wil. area. 5 km. from Wil, city Karatobe, cretaceous is high., Sobr. S. Aipeisova and Not Ling N. V. 11.07.2005 (J); in 3 km.s. Akshatau, Mr. Akshatau, slope. Sobr. and S. Aipeisova. 13.07.2005 (K); Aktyubinsk Region, Wil. the area in 3 km.s. Akshatau, Mr. Akshatau, on cretaceous slope. (N 51 °41'38", E 54 °01'22"), collected. K. S. Izbastina; Opr.: A. A. Ametov, K. S. Izbastina 26.08. 2016 (L).

Section 2. *Anthemis*

Section type – sortlectotype

Row 1: *Arvenses* Fed.

2. *Anthemis candidissima* Willd. Ex Spreng. Syst. nat. III (1826) – Camomile beleishaya - Анпак өгізкөз (Fig. 4)

H., Grows on coast of streams in desert areas.

Blossoming and fructification V-VI.

Collection point: The Jambyl Region, between the village of Chaldovar and Merke, pasture., 04. V.1952r., Leg.: A. Gamayunova., Teste: N. V. Pavlov (A); The Jambyl Region, on a stream at the village of Chaldovar., 25. VI.1952g., Leg., Teste: A. Gamayunova., 1962 of Teste: A. Orazova (B); The Jambyl Region, between the village of Chaldovar and Merke, pasture., 25. V.1952r., Leg. O. Lushka. Teste: N. V. Pavlov, 1962. Teste: A. Orazova (C).

Section 3. *Cota* (J. Gay ex Guss.) Rupr.

Section type- *Anthemis tinctoria* L.

Row 1: *Tinctoriae* Fed.

3. *Anthemis tinctoria* L. - Sp. pl. (1753) 896. – Camomile tinctorial - Бояу өгізкөз (Fig. 5)

H., Grows on steppes, in fields, on deposits.

Blossoming and fructification VI -VIII.

Collection point: Camomile tinctorial Ridder pine forest at. 20. 06.1933 V. Evsiyev (A); Altai, Ridder. Vicinity of the Botanical garden. Sokolny sopsa. 7/10/1936 of Leg. Kuban Z.V. Teste. Goloskokov (B); East Kazakhstan Kirovsky district. K-z of Budenny crops of wheat,

30.07.1937 of Leg.: mizulevsky. Teste: Kornilov (C); East Kazakhstan Kirovsky district. K-z “the Red Dawn” crops of wheat of 09.08.1937 of Sobr. Bryuzgina. Opr. Kornilov. (D); In - R regional, Ridder the district, S. Cherelmaniye right coast. r. Ul protected 7/11/1937 city Alt.Bot. RFNN. (E); North Kazakhstan Region Shortandinskaya e / x experimental station steppe. 01.07. 1947 of Sobr. and Opr. Solomchenko A. Z. (F); It is southern - Kazakhstan regional, Bostandyk. East. Ugalsky, The gorge Boguchal - Sai. 1200 m 1. V II. 1953, Leg. V. Pavlov. Teste: N. V. Pavlov. 2 copies (G); Territory of botanical garden AN Kaz. SSR. 2. Y III. 1962, Leg., Teste. P. Myrzakulov (H); Kalbinskiykh rebit. Gore Medvedk. 18. V III. 1971, Opr. Stepanova (K); East - the Kazakhstan Region Leninogorskiy prom. area. Ridder - the Sokolsky field. On June 15, 1989 SOBR. Popova. Opr. Kazenas. (Kazgiprozem) (L).

Section 4. *Maruta* (Cass.) Boiss.

Section type- *Anthemis cotula* L.

Row 1: *Cotulae* Fed.

4. *Anthemis cotula* L. - Sp. pl. (1753) 894. – Camomile dog - Ит өгізкөз (Fig. 6)

H., Grows on weed places.

Blossoming V -VI, fructification VII- VIII.

Collection point: West. Tianshan. Verkhovayar. Pskemauskishl. pokem. Vogorade. 8. VIII. 1936, Leg. A. Dmitriyeva (A); Big Alma - Aty gorge next to the turn. 4. X. 1962, Leg: A. I. Povrkova. Teste: A. Orazova (B).

Row 3: *Microcephalae* Fed.

5. *Anthemis microcephala* (Schrenk) B. Fedtsch. – in Turkest. (1915) – Camomile capitellate- Майдабас өгізкөз (Fig. 7)

H., Grows on sandy deserts and saline soils.

Blossoming and fructification VI.

Collection point: Kazakhstan Ural federal district. Low-Talas district. Sorniye in crops of the Kenaf next to the Talas River. Uch-Aral Sea. 15. VI. 30 g, SOBR. E. Hando (A); Kazakhstan-Ural district. Low- Talas district. Uch-Aral Sea, meadows., 10. VI. 30 g, OPR. M. Pop. (B); Kazakhstan Ural federal district. Low- Talas district. Uch-Aral Sea. Uroshitsedzhelanda. Meadow. SOBR. Hando, 19. V. 30 g, OPR M. Pop. (C); Kazakhstan Syrdariya district. The river of the Expert at a confluence. lake Biyli-Kul. 25/V. 1930, SOBR. P. A. Volkova (D); The Lake Biymo - a sack. On it is gray 12/Vi.1934g., Leg. Ponamoreva (E); Jambyl regional, meadows on river of Chu near the village of Alekseyevka. 15. VII. 1941, Leg. S. A. Nikitin. Teste. P. Polyakov. 2 copies (F, G); Taldyuzen. On the coast of river of Sark-

roma. 10.VIII. 1941, Collected: S. A. Nikitin, M. K. Deulina (**H**); The Almaty Region of Chu - Iliyskiye a horn, xp. Koysharylgan, on a stream. 20.VI. 1952, Leg. M. Baytenov. Teste. N. V. Pavlov (**I**); East coast of the lake Biblikul (Dzhambulsky Region). On saline a meadow zapadinok 22.V. 1963 of Leg: V. P.

Goloskokov. Teste: V. P. Goloskokov; Dzhambulsky Region Moyyunkumsky district. local river of Chu. 29.06. 1967 of Leglyusyik (**K**); Dzhambulsky Region. Flood plain of river of Chu. Furmanovsky floods hospital. 29.06. 1968 of Leg., Teste: Suyrimbetova (**L**).

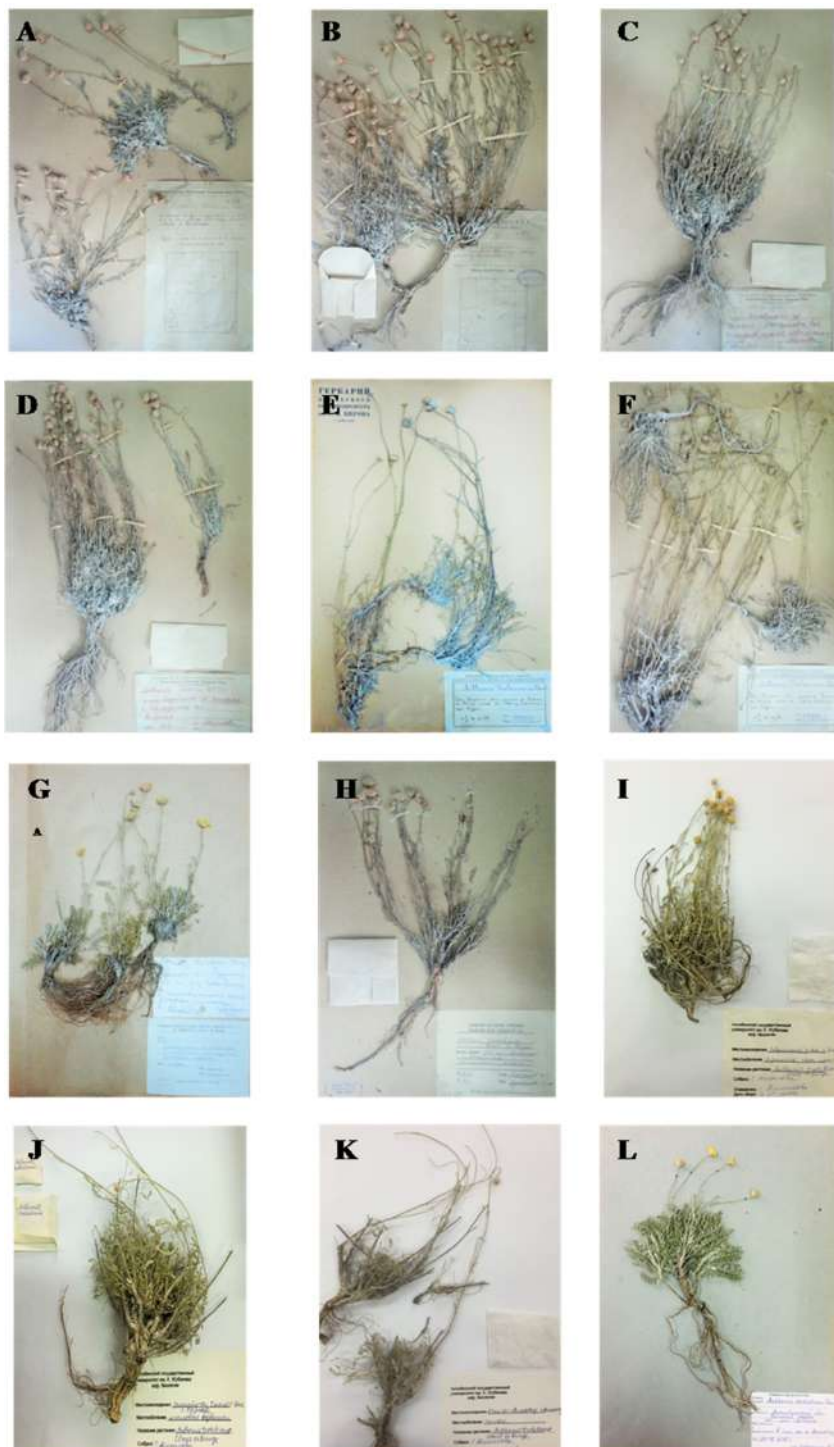


Figure 3 – Anthemis trotzkiana Claus



Figure 4 – *Anthemis candidissima* Willd. ex Spreng.

Figure 6 – *Anthemis cotula* L.



Figure 5 – *Anthemis tinctoria* L.



Figure 7 – *Anthemis microcephala* (Schrenk) B. Fedtsch

Conclusion

1 According to the results of careful observation of 74 herbarial samples of the sort *Anthemis* L., 6 types of the sort *Anthemis* L. are allocated in Kazakhstan. – *A. trozkiana*, *A. candidissima*, *A.*

tinctoria, *A. cotula*, *A. microcephala*, *A. deserticola*. From them the location of 5 types is noted in herbarial fund, except a type of *A. deserticola*.

2 The abstract of types of the sort *Anthemis* L. is made meeting in the territory of Kazakhstan by means of critical observation of the herbarial material

which is stored in the herbarial funds of Institute of botany and phytointroduction of MES of RK, Al-Farabi Kazakh National University, K. Zhubanov Aktyubinsk regional state university.

3 For the research territory (The Aktyubinsk region) types of the sort *Anthemis* L. are revealed, also the exact location of a rare species of *Anthemis trozkiiana* is noted.

References

- 1 Жолобова О., Коротков О., Сафронова Г., Буганова А., Сорокопудова О. Сохранение редких и исчезающих видов растений при помощи методов биотехнологии // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №1. – С.195.
- 2 Нецветаев А. О сохранении биологического разнообразия России // Проблемы охраны среды и природных ресурсов. – 2000. – № 11. – С. 25-38.
- 3 Флинт В. Сохранение редких видов в России // Москва: Издательство Научного и учебно методического центра. – 2002. – 286 с.
- 4 Борисова М., Маракаев О. Редкие виды растений. - Ярославль: Ярославский государственный университет. – 2015. – 64 с. DOI:502.172:58(07).
- 5 Айпеисова С. Редкие и исчезающие растения Актыбинской области. Актобе: Редакционно-издательский отдел Актыбинского государственного университета им. К. Жубанова, 2011.-312с. ISBN: 9965-631-72-7.
- 6 Айпеисова С. К истории формирования флоры Актыбинского флористического округа и обзор реликтов // Известия Национальной академии наук республики Казахстана. Серия Биологическая и медицинская. – 2012. – № 1. – С.3-5. ISSN 2224-5308.
- 7 Красная книга Казахстана. Том 2. Часть 1. Растения. Алматы: АртPrintXXI. – 2014. – 452с. ISBN: 978-601-80334-7-6.
- 8 Bilz, Melanie et al., European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- 9 Ayad, Radia et al., “Phytochemical and biological activity of Algerian *Centaurea melitensis*” International Journal of Medicinal and Aromatic Plants 2 (2012):151-54.
- 10 Funk, Vickiet al., “Systematics, evolution and biogeography of the compositae” International Association for Plant Taxonomy (2009):171-89.
- 11 Oberprieler, Christoph et al., “A new subtribal classification of the tribe Anthemideae (Compositae)” Willdenowia 37(2007): 89-14.
- 12 Faik, Ahmet A. et al., “Achene Fatty Acid Composition in the Tribe Anthemideae (Asteraceae)” Romanian Biotechnological Letters 21 (2016): 11576-84.
- 13 Bremer, Kare and Humphries, Christopher J. “Generic monograph of the Asteraceae-Anthemideae”, Bull Brit Mus (NatHist) London (Bot.) 23 (1993):71-177.
- 14 Bremer, Kare “Asteraceae, Cladistics and Classification” Timber Press, Portland 23(1994):752.
- 15 Ergin, Hamzaoglu et al., “New taxon of *Anthemis* L. (Asteraceae) from Turkey: *Anthemis pauciloba* Boiss. var. *alba* Hamzaoglu & Budak var. nova” Turk J Bot 35 (2011): 85-8.
- 16 Флора Казахстана. – Том 9. – Алма-Ата: Издательство Академии наук Казахской ССР, – 1966. – 654 с.
- 17 Uzel, Atacet et al., “Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Anthemis xylopoda* O. Schwarz from Turkey” J. Ethnopharmacol. 95(2004): 151-4.
- 18 Arslan, Neset et al., “Cultivation of *Sternbergia fischeriana* (Herbert) Rupr., and a Study on its Morphological Characteristics” Pak. J. Bot 34 (2002): 411-18.
- 19 Lo Presti R, Rosa Maria and Oberprieler, Christoph “Evolutionary history, biogeography and eco – climatological differentiation of the genus *Anthemis* L. (Compositae, Anthemideae) in the circum - Mediterranean area” Journal of Biogeography 36 (2009): 1313 –32.
- 20 Vaverková, Stefania et al., “Qualitative properties and content of essential oil in the flowerheads of *Anthemis tinctoria* L.” Acta Hort. (ISHS) 749(2007): 283-87.
- 21 Cigdem, Alev Ozel “Micropropagation of *Anthemis pestalozzae* Boiss. From Cotyledonary Leaf and Leaf Explants” Bangladesh J. Bot. 45 (2016): 55-61.
- 22 Grace, Miller “Chemical composition and biological activity of the volatiles of *Anthemis melampodina* and *Pluchea dioscoridis*.” Phytother. Res. 16 (2002): 183-185.
- 23 Abdul, Ghafoor “The Genus *Anthemis* L. (Compositae-Anthemideae) In Arabian Peninsula: A Taxonomic Study” Pak. J. Bot 42 (2010):79-98.
- 24 Безроднова О. Раритетные кальцефильные виды в Гербарии Харьковского национально университета имени В.Н.Каразина // Вестник Харьковского национального университет имени В.Н. Каразина. – 2015. – №25. – С.16-26. ISSN 2075-5457.
- 25 Флора СССР. – М- Л., 1961. – Т. 26. – 938 с.
- 26 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1972. – Т. 2. – 602 с.
- 27 Определитель растений Средней Азии. Ташкент: ФАН, 1993. – Т.10. – 692 с. ISBN: 5-648-01604.
- 28 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб: Мирисемя, 1995. – 992 с. DOI:581.9 (47+57).
- 29 Арыстанғалиев С., Рамазанов Е. Растения Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 287 с.
- 30 Айпеисова С. Флора Актыбинского флористического округа. – Актобе, 2013. – 312 с. ISBN 978-601-7388-08-9.

References

- 1 Abdul, Ghafoor. “The Genus *Anthemis* L. (Compositae-Anthemideae) In Arabian Peninsula: A Taxonomic Study” Pak. J. Bot 42 (2010): 79-98.

- 2 Aipeisova S (2011) Rare and endangered plants of the Aktobe region Aktobe [Redkie i ischezajushhie rastenija Aktjubinskoj oblasti. Aktobe: Redakcionno-izdatel'skij otdel Aktjubinskogo gosudarstvennogo universiteta im. K. Zhubanova]. Aktobe: Ditorial and publishing department of Aktobe State University. K. Zhubanov, 165p. ISBN: 9965-631-72-7. (In Russian)
- 3 Aipeisova S (2012) To the history of flora formation of Aktuybinsk floristical region and relict [K istorii formirovaniya flory Aktjubinskogo floristicheskogo okruga i obzor relikto. Izvestija Nacional'noj akademii nauk respubliki Kazahstana. Serija Biologicheskaja i medicinskaja]. News of National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Ser. Biological and medical, no 1, pp. 3-5. ISSN 2224-5308. (In Russian)
- 4 Aipeisova S (2013) Flora of the Aktobe floristic district. [Flora Aktjubinskogo floristicheskogo okruga. Aktobe]. - Aktobe, 312 p. ISBN 978-601-7388-08-9. (In Russian)
- 5 Arslan, Neset et al., "Cultivation of *Sternbergia fischeriana* (Herbert) Rupr., and a Study on its Morphological Characteristics" Pak. J. Bot 34 (2002): 411-18.
- 6 Arystangaliyev S, Ramazanov E (1977) Plants of Kazakhstan [Rastenija Kazahstana. Nauka, Alma - Ata]. Science, Alma-Ata, 220p. (In Russian)
- 7 Ayad, Radia et al., "Phytochemical and biological activity of Algerian *Centaurea melitensis*" International Journal of Medicinal and Aromatic Plants 2 (2012): 151-54.
- 8 Bezrodnova O (2015) Rare calciphilic species in V. N. Karazin Kharkiv National University Herbarium (CWU) [Raritetye kal'cefily nye vidy v Gerbarii Har'kovskogo nacional'nogo universiteta imeni V.N. Karazina. Vestnik Harkovskogo nacional'nogo universitet imeni V N. Karazina]. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, no 25, pp. 16-26. ISSN 2075-5457. (In Russian)
- 9 Bilz, Melanie et al., European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- 10 Borisova M., Marakayev O (2015) Rare plant species [Redkie vidy rastenij. Jaroslavl. Jaroslavskij gosudarstvennyj universitet]. Jaroslavl: Jaroslavl State University, pp. 64. DOI: 502.172:58(07) (In Russian)
- 11 Bremer, Kare and Humphries, Christopher J. "Generic monograph of the Asteraceae-Anthemideae", Bull Brit Mus (Nat Hist) London (Bot.) 23 (1993): 71-177.
- 12 Bremer, Kare "Asteraceae, Cladistics and Classification" Timber Press, Portland 23 (1994): 752.
- 13 Cigdem, Alev Ozel "Micropropagation of *Anthemis pestalozzae* Boiss. from Cotyledonary Leaf and Leaf Explants" Bangladesh. J. Bot. 45 (2016): 55-61
- 14 Czerepanov SK (1995) Vascular plants of Russia and neighboring countries. [Cosudistyje rastenija Rossii i sopredel'nyh gosudarstv. Sankt - Peterburg, Mir i sem'ja]. S. Petersburg. 992p. DOI: 581.9 (47+57) (In Russian)
- 15 Ergin, Hamzaoglu et al., "New taxon of *Anthemis* L. (Asteraceae) from Turkey: *Anthemis pauciloba* Boiss. var. *alba* Hamzaoglu & Budak var. nova" Turk J Bot 35 (2011): 85-8.
- 16 Faik, Ahmet A. et al., "Achene Fatty Acid Composition in the Tribe Anthemideae (Asteraceae)" Romanian Biotechnological Letters 21 (2016): 11576-84.
- 17 Flint V (2002) Preservation of rare species in Russia [Sohranenie redkih vidov v Rossii. Moskva. Izdatel'stvo Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo centra]. Moscow: Publishing house of the Scientific and educational - methodical center, 286p. (In Russian)
- 18 Flora of the SSSR [Flora SSSR. Moskva]. (1961) Moscow. V. 26. 938p. (In Russian)
- 19 Flora Kazakhstan (1966) [Flora of Kazakhstan. A.: Izdatel'stvo Akademii nauk Kazahskoj SSR]. A.: Publishing house of Academy of Sciences of Kazakh SSR. V. 9. 638 p. (In Russian)
- 20 Funk, Vickiet al., "Systematics, evolution and biogeography of the compositae" International Association for Plant Taxonomy (2009): 171-89.
- 21 Grace, Miller "Chemical composition and biological activity of the volatiles of *Anthemis melampodina* and *Pluchedioscoridis*." Phytother. Res. 16 (2002): 183-185.
- 22 Lo Presti R, Rosa Maria and Oberprieler, Christoph "Evolutionary history, biogeography and eco - climatological differentiation of the genus *Anthemis* L. (Compositae, Anthemideae) in the circum - Mediterranean area" Journal of Biogeography 36 (2009): 1313-32.
- 23 Netsvetaev A (2000) About the Preservation of Russian Biological Diversity [O sohranении biologicheskogo raznoobrazija Rossii]. Problems of environmental protection and natural resources, no 11, pp. 25-38. (In Russian)
- 24 Oberprieler, Christoph et al., "A new subtribal classification of the tribe Anthemideae (Compositae)" Willdenowia 37 (2007): 89-14.
- 25 Illustrated Manual of the plants in Kazakhstan (1972) [Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij Kazahstana]. Science, Alma-Ata, V. 2. 602p. ISBN: 5-648-01604. (In Russian)
- 26 Red List of Kazakhstan (2014) second edition. Vol. 2: Plants [Krasnaja kniga Kazahstana. Tom 2. Rastenija]. «AprPrint XXI», Almaty, 452p. ISBN: 978-601-80334-7-6. (In Russian)
- 27 Guide to the Plants of Central Asia (1993) [Opredelitel' rastenij Srednej Azii. Tashkent: FAN]. Tashkent: Fan. V. 10. 692p. (In Russian)
- 28 Uzel, Atacet et al., "Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Anthemis xylopoda* O. Schwarz from Turkey" J. Ethnopharmacol. 95 (2004): 151-4.
- 29 Vaverková, Stefania et al., "Qualitative properties and content of essential oil in the flowerheads of *Anthemis tinctoria* L." Acta Hort. (ISHS) 749 (2007): 283-87.
- 30 Zholobova OO, Korotkov OI, Safronova GN, Baganova AV, Sorokopudova OA (2012) Sohranenie redkih i ischezajushchih vidov rastenij pri pomoshhi metodov biotekhnologii [Conservation of rare and endangered plants with biotechnologies. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija] Modern problems of science and education no 1, 195p. (In Russian)

К.М. Булатова*¹, Ш. Мазкират¹, А.Т. Раимбекова¹, Д.И. Бабисекова¹

¹Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
Казахстан, п. Алматинская обл., Алмалыбак
*E-mail: bulatova_k@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ АЛЛЕЛЕЙ ГЛЮТЕНИНКОДИРУЮЩЕГО ЛОКУСА *GLU1B* НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

В статье представлены результаты изучения влияния возрастающих доз азотных удобрений на показатели урожайности и качественные характеристики зерна 2-х образцов яровой мягкой пшеницы (сорт Саратовская 52 и регенерантная линия), использованных в качестве моделей биотипов полиморфного сорта. Структурный анализ элементов урожайности растений контрольных и опытных вариантов показал, что реакция генотипов на внесение азотных удобрений существенно различалась по продуктивной кустистости, длине главного колоса, числу зерен с растения и массе зерна с растения ($P < 0,05$). Установлено различие между генотипами по содержанию общего белка в зерне, белковых фракций, групп компонентов, качественных показателей, за исключением содержания амфифилинов и твердозерности. Азотное удобрение оказывает значимое влияние на содержание общего белка в зерне, накопление альбумино-глобулиновой, амфифилиновой, глиадиновой и глютелиновой фракций и показатель седиментации ($P < 0,05$). Статистически значимые различия между генотипами на фоне применения разных доз удобрения отмечены по содержанию альбумино-глобулиновой и глиадиновой фракций и суммой всех белковых фракций. У регенерантной линии, по составу ВМСГ, относящейся к группе с низкой оценкой качества по глютелину, при высоких дозах азотного питания наблюдается преимущественное увеличение концентрации альбумино-глобулиновых и глиадиновых белков. Возрастающие дозы азотных удобрений существенно влияют на содержание субъединицы глютелина 5, высоко ранжируемой по вкладу в качественные показатели пшеницы ($P < 0,001$). Результаты исследований показали, что при наличии в сорте биотипов, различающихся по аллелям глютелинкодирующих локусов, следует учитывать их неоднозначную реакцию на агротехнические приемы, включающие применение азотных удобрений.

Ключевые слова: пшеница, полиморфизм, азот, удобрение, урожайность, семена, белок.

K.M. Bulatova*¹, Sh. Mazkirat¹, A.T. Raimbekova¹, D.I. Babisekova¹

¹Kazakhsky Scientific and Research Institute of Agriculture and Plant Growing,
Kazakhstan, settlement Almatynska region, Almalybak,
*E-mail: bulatova_k@rambler.ru

Effect of glutenin coding *Glu1B* locus alleles on economic valuable traits of wheat in case of the different doses of nitrogen fertilizers

In the article results of study the effect of increasing doses of nitrogen fertilizers on the yield traits and grain quality characteristics of two samples of spring bread wheat (variety Saratovskaya 52 and regenerate line), used as biotype models of polymorphic variety. Structural analyses of control and test plants yield show that response of genotypes on the incertion of nitrogen fertilizers essential differed on productive tillering, main spike length, number of grain per plant, mass of grain per plant ($P < 0,05$). It was determined the differences between genotypes on the total proteins content in grain, protein fractions, components groups, some quality indices, except amphiphilic proteins content and hardness. Nitrogen fertilizers significantly affected on the content of total protein in grain, accumulation of albumin/globu-

lin, amphiphilic, gliadin and glutelin fractions and sedimentation test ($P < 0,05$). Statistical significance differences between genotypes under the using of different fertilizers dozes are marked on the content of albumin/globulin and gliadin fractions and sum of all protein fractions. Preferably increasing of albumin/globulin and gliadin proteins concentration under the high dozes of nitrogen nutrition observed in regenerated line, which has a low glutenin quality score according the HMWG subunits. Increasing dozes of nitrogen fertilizers influence on the glutenin subunits 5, having high range in the contribution to quality traits of wheat ($P < 0,001$). Results of investigations show that it is necessary take into account the different response of variety with biotypes having diverse allelic variants of glutenin coding loci to agrotechnical ways including fertilization.

Key words: wheat, polymorphism, nitrogen, fertilizer, productivity, seeds, protein.

К.М. Булатова^{*1}, Ш. Мазкират¹, А.Т. Раимбекова¹, Д.И. Бабисекова¹

Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты,
Алматы облысы, Алмалыбақ ауылы, Қазақстан

*E-mail: bulatova_k@rambler.ru

Азоттық тыңайтқыштардың әртүрлі дозаларын пайдалану барысында бидайдың шаруашылық-құнды көрсеткіштеріне глютенин кодтаушы *Glu1B* локусының аллелдерінің әсері

Мақалада полиморфты сорттар биотиптерінің модельдері ретінде қолданылған, жаздық жұмсақ бидайдың 2 үлгілерінің (Саратовская 52 сорты және регенерантты линия) өнім көрсеткіштері мен дәннің сапалық қасиеттеріне азоттық тыңайтқыштың үдемелі дозасының әсерін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Бақылау және тәжірибелік нұсқалардағы өсімдік өнімділігінің элементтеріне жүргізілген структуралық талдау нәтижелері, өсімдік дәнінің массасы, саны, негізгі масақтың ұзындығы және санының көрсеткіштері бойынша, азотты тыңайтқыштарды пайдалануға байланысты генотиптер реакциясында елеулі айырмашылық болатынын көрсетті ($P < 0,05$). Қатты дәнділік пен амфифилиннің құрамын ескермегенде, сапалық көрсеткіштері, компоненттік топтары, белоктік фракциялары мен жалпы азоттың құрамы бойынша генотиптердің арасында айырмашылық болатындығы анықталды. Азоттық тыңайтқыштар седиментация көрсеткіштеріне және альбумин-глобулин, глиадин, глютенин фракцияларының жинақталуы мен дән-дегі жалпы белоктің құрамына елеулі әсер етеді ($P < 0,05$). Тыңайтқыштардың әртүрлі дозаларын пайдалану фондында генотиптердің арасында альбумин-глобулин, глиадин фракциялары және белоктың жалпы жиынтығы бойынша көрнекті статистикалық айырмашылық анықталды. Азоттық тыңайтқыштардың жоғарғы дозасымен қоректендіргенде альбумин-глобулин және глиадин белоктарының концентрациясы көрнекті түрде жоғарылайтындығы ЖМГС құрамы бойынша сапасы төмен тобына кіретін регенерантты линияда байқалды. Бидайдың сапалық көрсеткіштерінің жоғары үлесіне ие глютенин 5-суббірлікке азотты тыңайтқыштың үдемелі дозасы айтарлықтай әсер етеді ($P < 0,001$). Зерттеу нәтижелері, агротехникалық жобалауларды пайдалану кезінде, глютенин кодтаушы локустарының аллелдері бойынша айырмашылығы бар сорттарға азоттық тыңайтқыштардың әсері әртүрлі болатындығын ескеру керектігін көрсетті.

Түйін сөздер: бидай, полиморфизм, азот, тыңайтқыш, өнім, дән, белок.

Введение

Пшеница является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, возделываемых в Казахстане как для внутреннего потребления, так и для экспортирования в другие страны. Зерно пшеницы является источником белка, содержание которого варьирует от 8 до 20% в зависимости от сорта и от условий выращивания.

До настоящего времени при характеристике белков сохраняется классификация Осборна (Осборн 1924: 1875), основанная на растворимости белков, согласно которой белки пшеницы подразделяются на альбумины, глобулины, глиадины и глю-

тенины. Последние 2 фракции преобладают в зерне пшеницы и составляют основу клейковины, от количества и качества которой зависят питательные, вкусовые, маркетинговые показатели конечных продуктов переработки зерна.

Качество зерна определяется генотипом и генотип-средовыми взаимоотношениями (Fagnano 2012: 9).

Азотные удобрения являются наиболее эффективным фактором окружающей среды, влияющим на качество зерна и муки пшеницы, причем степень влияния зависит от погодных условий, остаточного азота в почве, сроков и приемов внесения удобрений (López-Bellido, 2001a: 197),

(Abedi, 2010б: 384). Внесение азотных удобрений повышает содержание клейковинных белков зерна – глиадинов и глютеинов (Dupont, 2003а: 133), (Martre, 2003б: 1959), (Johansson, 2004с: 345), тогда как на альбумины и глобулины их возрастание не оказывает значительного влияния (Pedersen, 2007а: 132), (Fuertes-Mendizábal, 2010б: 52).

Значительная часть коллекционных образцов и сортов пшеницы и других зерновых культур является полиморфной и представляет собой полибиотипные популяции. Это связано с тем, что в процессе индивидуального отбора из гибридной популяции гомозиготность селективируемых линий достигается лишь по ограниченному числу генов, определяющих морфологические и хозяйственные признаки, тогда как «полную» гомозиготизацию по всем генам возможно достичь только путем гаплоидной технологии. Внутрисортной полиморфизм пшеницы и ячменя по составу запасных белков-проламинов и глютелинов позволяет дифференцировать их на биотипы, объединенных сходством компонентного состава. Биотипы являются морфологически мало отличимыми, но, нередко, в значительной степени различаются по адаптации к окружающим условиям среды, разным уровнем продуктивности, качественными показателями и т.д. (Булатова, 1985а: 37), (Половинкина, 2014б: 47). Селекционеры придерживаются мнения, что полиморфизм повышает адаптивные возможности самоопыляющихся культур (Валекжанин, 2011а: 25), (Логинов, 2013б: 25).

Исследования относительно влияния агротехнических приемов, в частности применение удобрений, на проявление хозяйственно-ценных признаков у сортов мягкой пшеницы, различающихся по аллелям белоккодирующих локусов и являющихся как мономорфными, так и полиморфными по белковому составу, ограничены.

Целью наших исследований являлось изучение влияния уровня азотных удобрений на урожайные показатели и качественные характеристики зерна двух генотипов яровой пшеницы, различающихся аллельным состоянием глютеинкодирующего локуса *Glu1*.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследований были использованы: сортообразец яровой мягкой пшеницы Саратовская 52 (исходная линия) и его регенерант. Регенерантная линия была получена в ходе двукратного культивирования одной из дигаплоидных линий – производных сорта яровой мягкой

пшеницы Саратовская 52 в отделе биотехнологии Казахского НИИ земледелия им. В.Р. Вильямса (Жамбакин 1992: 18). Анализирующим скрещиванием было установлено, что у данной линии произошла мутация в локусе *Glu B1*, расположенном в длинном плече хромосомы *1B* и контролирующем запасной белок пшеницы – глютеин. Регенерант отличался от исходной линии и сорта по урожайным и качественным показателям (Булатова 2006: 41). Гаметоклональная изменчивость возникающая в ходе культивирования «in-vitro» событие очень редкое, сохранение и изучение носителей мутации имеет важное значение в расширении биологического разнообразия пшеницы, обогащении генетической базы для селекции новых сортов, изучения влияния различных факторов окружающей среды, в том числе и минеральных удобрений на урожайные и качественные показатели. В наших исследованиях образцы использовались в качестве моделей биотипов полиморфного сорта.

Контрольные варианты возделывались на фонах $N_{30}P_{60}K_{30}$ кг/га в трех повторностях на делянках площадью 2м². Расчетные дозы азотного удобрения (аммиачная селитра) доведены на опытных делянках в стадиях кущения и колошения растений до N_{90} и N_{150} кг/га.

Структурный анализ растений по элементам урожайности проводился на выборке в 10 растений по 8 показателям: высота растений, продуктивная кустистость, длина главного колоса, число зерен в главном колосе, число зерен с растения, масса зерен с главного колоса, масса зерен с растения, масса 1000 зерен. Выделение запасных белков велось методом Galili, и др. (Galili 1983: 77), электрофорез белков в щелочной среде – методом Laemmli (Laemmli, 1970), в модификации Булатовой (Булатова 1985: 37), в кислой – согласно прописи Попереля Ф.А (Попереля 1989: 2). Идентификация высокомолекулярных субъединиц глютеина (ВМСГ) осуществлялась путем сопоставления электрофореграммы анализируемого образца со спектром сортов анализаторов с известными вариантами субъединиц, идентифицированных по каталогу Нурпеисова И.А. и др. (Нурпеисов 2008: 38). В качестве маркера молекулярных масс использовали набор высокоочищенных белков фирмы Thermo scientific (Литва) с молекулярной массой от 10 до 200 kDa.

Для количественного и качественного анализа белков зерна проводили экстракцию в соответствии с Triboї, E. и др. (Triboї 2003: 1731), в ходе которой выделяются: альбумино-глобулиновая, амфифилиновая, глиадиновая и глютеиновая фракции.

Содержание общего белка в зерне и его фракций определяли микрометодом Лаубера (Перуанский 1989: 21).

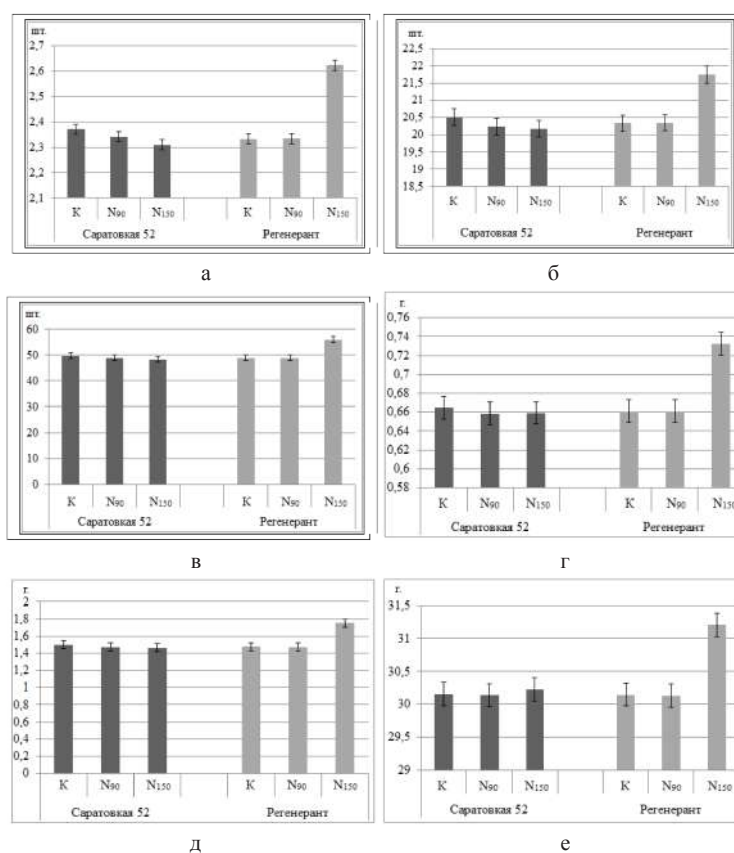
Количественный анализ субъединиц глютеина и компонентов глиадина осуществляли денситометрированием с помощью геле-регистрирующей системы Quantum ST4, относительное процентное содержание каждого компонента в спектре рассчитывали по отношению к содержанию всех компонентов. Технологические показатели зерна определяли на инфракрасном анализаторе «Инфралюм ФТ-10». Все данные получены в трехкратной повторности. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы STATISTICA 7.

Результаты и их обсуждение

Структурный анализ растений контрольных и опытных вариантов сорта Саратовская 52 и его регенерантной линии показал, что генотипы по реакции на внесение азотных удобрений существенно различались по продуктивной кустистости, длине главного колоса, числу зерен

с растения и массе зерне с растения ($P < 0,05$). По показателю «высота растения» у образца Саратовская 52 увеличение дозы азотных удобрений практически не оказало влияния, тогда как растения регенеранта на фоне повышенных доз удобрения оказались более высокими. Влияние факторов «азотное удобрение» и «генотип» было достоверным ($P < 0,01$). Также значимое влияние азотного удобрения проявилось на таких элементах урожайности регенерантной линии как: «продуктивная кустистость», «число зерен с главного колоса» – увеличение на 6,5%, «число зерен с растения» – на 12,5%, масса зерен с главного колоса – на 9,6%) и «масса зерен с растения» – на 16%. Длина главного колоса слабо варьировала в зависимости от увеличения дозы азотных удобрений (рисунок 1).

Содержание белка в зерне в значительной мере зависит от условий выращивания растений, в том числе и от доз азотных удобрений. Увеличение уровня применяемых удобрений положительно сказывается на накоплении общего белка и его фракций (Dupont, 2003a: 133), (Triboi, 2000b: 47), (Fowler, 2003c: 260).



а – продуктивная кустистость; б – число зерен с главного колоса; в – число зерен с растения; г – масса зерен с главного колоса; д – масса зерен с растения; е – масса 1000 зерен.

Рисунок 1 – Влияние азотных удобрений на элементы урожайности сортообразца Саратовская 52 и регенерантной линии

Зерно пшеницы содержит 2 группы белков – метаболические (незапасные) и структурные (запасные белки). Незапасные белки подразделяются в зависимости от растворимой среды на водорастворимые – альбумины и солерастворимые – глобулины. Запасные белки представлены спирторастворимой фракцией – глиадинами и белками, растворяющимися в слабых растворах щелочей либо кислот (глутелинами).

Альбумины важны с точки зрения питательной ценности, поскольку характеризуются значительным содержанием незаменимых аминокислот, таких как лизин, триптофан, метионин. Они выполняют в клетках физиологические, биохимические и регуляторные функции, а также оказывают ингибирующий эффект на действие возбудителей болезней и насекомых. Альбумины играют также важную роль при прорастании зерна, регулируя расщепление углеводов и осмотическое давление.

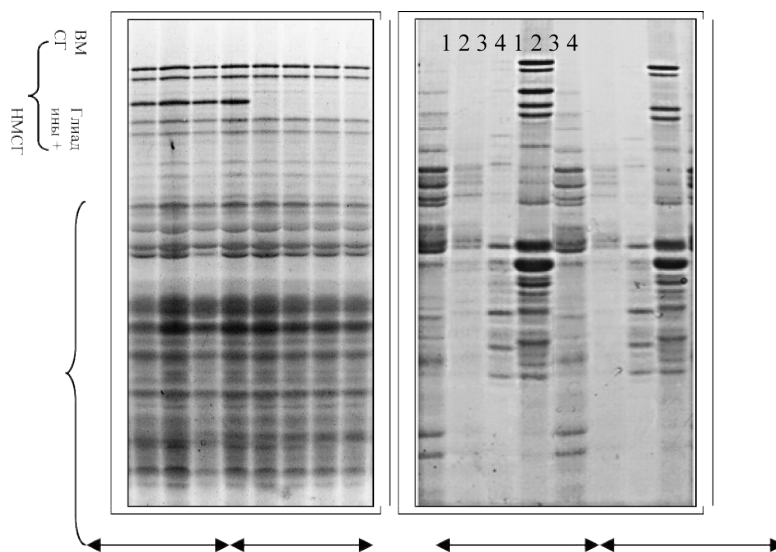
Амфифилины – амфифильные белки, связаны с липидным комплексом мембран, экстрагируются растворами детергентов и, также как альбумины и глобулины, включают значительную часть ферментов (Debiton 2011: 160). Немембранные

амфифильные белки, такие как пуриноидины, имеют большое влияние на твердозерность и реологические свойства теста (Dubreil, 1998a: 222), (Giroux, 1998b: 6262), (Simeone, 2003c: 521).

Глутелины и глиадины являются составной частью клейковины и обеспечивают хлебопекарное качество муки.

Глутенины пшеницы четко дифференцируются на группу высокомолекулярных (ВМСГ) и низкомолекулярных (НМСГ) субъединиц (рисунки 2, а). В электрофоретическом спектре низкомолекулярные субъединицы глютенина распределены в той же зоне, где и γ , β , α – глиадины.

Спектр высокомолекулярных глутенинов сорта Саратовская 52 состоял из субъединиц 2*; 7+9; 5+12, контролируемых локусами *Glu A1*, *Glu B1* и *Glu D1*, соответственно. В спектре белков регенератной линии в сравнении с исходным сортом отсутствовала одна из «х» высокомолекулярных субъединиц, классифицируемая по каталогу Payne P., Lawrence G. как субъединица 7 (Payne 1983: 29). На рисунке 2 б приведены спектры отдельных белковых фракций, выделенных последовательной экстракцией из зерна сравниваемых сортов образцов.



1 – альбумины и глобулины; 2 – амфифилины; 3 – глиадины; 4 – глутенины
Рисунок 2 – Спектр запасных белков семян сортообразца Саратовская 52 (а) и регенератной линии (б)

Наряду с содержанием белка в зерне показатель седиментации, содержание клейковины, показания ИДК, твердозерность являются показателями, по которым ведется первоначальная оценка генотипов пшеницы на

пригодность к той или иной технологии получения конечного продукта переработки.

Дисперсионный анализ полученных данных показал, что исходный сорт и регенератная линия значительно разнятся по количественным

показателям общего белка в зерне, белковых фракций, групп компонентов, качества, за исключением содержания амфифилинов и твердозерности (таблицы 1 и 2). Азотное удобрение оказывает

значимое влияние на содержание общего белка в зерне, накопление альбумино-глобулиновой, амфифилиновой, глиадиновой и глютеинового фракций и показатель седиментации ($P < 0,05$).

Таблица 1 – Влияние возрастающих доз азотных удобрений на качественные показатели зерна сортообразца Саратовская 52 и регенерантной линии

Качественные показатели зерна	Саратовская 52			Регенерант		
	Контроль	N ₉₀	N ₁₅₀	Контроль	N ₉₀	N ₁₅₀
1.Альбумины,глобулины, %	4,15	4	3,9	3,09	3,8	4,06
2.Амфифилины, %	0,61	0,69	0,76	0,64	0,66	0,87
3.Глиадины, %	4,1	3,83	2,59	2,75	2,5	2,9
4.Глютеины, %	4,75	4,65	4,4	4,36	4,65	4,63
5.∑ фракций, %	13,61	13,17	11,65	10,84	11,61	12,46
6.Белок, %	17,4	17,7	18,3	16,7	17,24	17,6
7.ВМСГ, %	18,67	18,87	19,02	14,96	15,05	15,3
8.ω глиадины, %	15,46	15,46	15,44	16,76	16,93	16,94
9.α,β,γ глиадины и НМСГ, %	65,88	65,67	65,52	68,28	68,02	67,76
10. ВМСГ/глиадины	0,228	0,233	0,236	0,176	0,178	0,183
11. ω /αβγ глиадины, НМСГ	0,235	0,288	0,235	0,245	0,249	0,228
12. Седиментация, мл	55,67	61,67	70,00	49,50	48,67	61,00
13. Клейковина, %	36,30	35,90	38,10	39,40	42,05	40,73
14. ИДК, усл.ед.	87,00	78,00	88,00	95,50	99,00	98,67
15.Твердозерность	82,50	82,00	81,33	81,33	81,50	81,33

Возрастание альбуминов и глобулинов в зерне пшеницы при применении азотных удобрений отмечается многими авторами, тогда как сведения о положительном влиянии удобрений на накопление глиадинов и глютеинов противоречивы. Так Liu и др. (Liu 2013: 646) отмечают увеличение пропорции глютеинов и снижение глиадиновой фракции при применении увеличивающихся доз азотных удобрений, тогда как другие авторы заключают, что при повышенном уровне азотного питания в зерне интенсивнее накапливаются мономерные белки (глиадины), нежели полимерные (глютеины) (Saint 2008: 407). В ряде публикаций показано, что увеличение азотных удобрений повышает как глиадиновую, так и глютеиновую фракции (Dupont, 2003a: 133), (Martre, 2003b: 1959), (Johansson, 2004c: 345).

В наших исследованиях статистически значимые различия между генотипами на фоне применения разных доз удобрения отмечены по содержанию альбумино-глобулиновой и глиадиновой и суммой всех белковых фракций (таблица 2).

При высоких дозах азотного удобрения содержание альбумино-глобулиновой и глиадиновой фракций значительно возрастает у регенерантной линии, достоверного различия между сортом Саратовская 52 и ее регенерантной линией по влиянию удобрений на накопление глютеиновой фракции не выявлено (таблицы 1 и 2).

Следует отметить, что у регенерантной линии в спектре ВМСГ отсутствует х субъединица 7, имеющая весомый вклад в качественные характеристики муки. Сорты, линии, пшеницы, характеризующиеся отсутствием отдельных субъединиц глютеина, будут иметь низкую оцен-

ку качества по глютену, учитывающую вклад ВМСГ, кодируемых локусами *Glu 1*. На основе дифференциации сортов пшеницы по составу ВМСГ и исследования влияния азотных удобрений установлено, что сорта, имеющие неблагоприятное в хлебопекарном отношении сочетание ВМСГ, при возрастании доз азотных удобрений накапливают в зерне в большей степени мономерные белки (Krejčířová 2006: 285). В целом, сорта

сходные по содержанию и составу запасного белка, проявляют сходство в реакции на возрастающие дозы азотных удобрений (Saint 2008: 407). На примере тритикале, имеющего 2 генома пшеницы, установлено, что увеличение доз азотного питания ведет к преимущественному накоплению альбумино-глобулиновых и проламиновых белков, что не способствует улучшению хлебопекарных свойств (Wojtkowiak 2013: 3778).

Таблица 2 – Дисперсионный анализ (ANOVA) по содержанию белка, белковых фракций и качественным показателям пшеницы

Факторы	Df	Альбумины, глобулины	Амфифилины	Глиадины	Глютенины	∑ фракций	Белок	Седиментация
Генотип	1	12,4**	0,45	50,5**	18,9**	86,9**	118,5**	6,8*
N (азот)	2	4,3**	4,2*	49,4**	6,2*	0,96	4,43*	5,4*
Генотип x N (азот)	2	9,7**	0,46	107,8**	0,97	75,8**	1,24	1,2

Примечания: * уровень значимости $P < 0.01$, ** уровень значимости $P = (0.01-0.05)$, Df -степень свободы

Результаты наших исследований также подтверждают данное заключение. Так, у регенерантной линии, по составу ВМСГ, относящейся к группе с низкой оценкой качества по глютену, при высоких дозах азотного питания наблюдается преимущественное увеличение концентрации альбумино-глобулиновых и глиадиновых белков.

Для оценки влияния увеличивающихся доз азотных удобрений на накопление субфракций, отдельных субъединиц глютеина и компонентов глиадина было проведено денситометрирование и обработка гелей с помощью программы Quantum-Cart геля регистрирующей системы

Дисперсионный анализ соотношения субфракций и белковых зон электрофоретического спектра сортообразца Саратовская 52 и регенерантной линии показал отсутствие досто-

верно значимого влияния азотного удобрения на их накопление. Аналогичные результаты получены Ramirez-Wong B. и др. (Ramirez-Wong 2014: 1997). Авторы не выявили влияния азотных удобрений на субфракции ω - и $\alpha+\beta$ - глиадинов. Chore и др. (Chore 1987: 4399), изучая влияние генотипа, года выращивания и уровня азотного питания на аккумуляцию белка в зерне, отмечают снижение полимерных белков (глютеинов) при применении возрастающих доз азотных удобрений.

Анализ данных по накоплению отдельных высокомолекулярных субъединиц глютеина (таблица 3) при возрастающих дозах азотных удобрений показал, что у обоих генотипов идет увеличение процентного содержания субъединицы 5, высоко ранжируемой по вкладу в качественные показатели пшеницы ($P < 0,001$).

Таблица 3 – Влияние азотного удобрения на накопление субъединиц глютеина и глиадина в зерне мягкой пшеницы, %

ВМСГ	Саратовская 52			Регенерант		
	контроль	N ₉₀	N ₁₅₀	контроль	N ₉₀	N ₁₅₀
5	3,9±0,26	4,3±0,33	4,8±0,08	3,9±0,13	4,2±0,09	4,8±0,37
2*	2,4±0,04	2,8±0,41	2,9±0,3	2,7±0,18	2,7±0,44	2,7±0,07
7	4,3±0,35	3,8±0,13	4±0,35	0	0	0
12	3,6±0,27	3,7±0,19	3,4±0,12	4,3±0,62	4,1±0,49	3,6±0,26
9	4,4±0,84	4,1±0,08	4,1±0,45	4,1±0,08	4±0,36	4,2±0,12

Увеличение доз азотного удобрения привело к незначительному возрастанию уровня субъединицы 2* у сортообразца Саратовская 52. Эта субъединица также вносит высокий вклад в оценку качества по глютеинам согласно каталогу Райне и др. (Райне 2014: 51). У регенеранта роста данной субъединицы в процентном отношении не отмечается. Корреляционный анализ данных по содержанию белка, белковых фракций, субфракций глиаина и глютеина зерна и технологических показателей зерна и муки (таблица 4) показал, что уровень седиментации положительно взаимосвязан с общим содержанием белка и содержанием высокомолекулярных субъединиц глютеина ($r = 0,93$ и $r = 0,69$, соответственно) и, напротив, отрицательно коррелирует с фракциями глиаина.

На уровне отдельных высокомолекулярных субъединиц (в таблице данные не приведены) только накопление ВМСГ 12, контролируемой локусом *Glu D1*, отрицательно сказывается на

показателе седиментационного теста. Содержание клейковины в значительной степени положительно сопряжено с накоплением субфракций глиаина и низкомолекулярных субъединиц глютеина (НМСГ), в то же время с общим содержанием глиаиновой фракции в зерне отмечается отрицательная взаимосвязь. Причиной этого может быть наличие примесей других фракций белков в ходе экстракции глиаиновых белков. Накопление ВМСГ 7+9, контролируемых локусом *Glu B1*, негативно влияет на содержание клейковины и вместе с тем благоприятствует улучшению показателя твердозерности. Твердозерность положительно взаимосвязана со всеми белковыми фракциями за исключением амфифильных белков. Этот характер взаимосвязи объясним с точки зрения состава амфифилиновой фракции: в нее входят белки, связанные с мягкозерностью, исходя из чего следует ожидать снижения твердозерности по мере увеличения данной белковой фракции в зерне.

Таблица 4 – Корреляционная взаимосвязь между качественными показателями зерна яровой пшеницы, произрастающей при возрастающих дозах азотных удобрений*

Признаки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1														
2	0,32	1													
3	0,49	-0,36	1												
4	0,75	-0,10	0,64	1											
5	0,83	-0,04	0,89	0,83	1										
6	0,67	0,52	0,03	0,07	0,32	1									
7	0,55	-0,14	0,60	0,17	0,61	0,69	1								
8	-0,45	0,25	-0,63	-0,13	-0,57	-0,60	-0,99	1							
9	-0,6	0,07	-0,58	-0,19	-0,62	-0,75	-0,99	0,98	1						
10	0,56	-0,10	0,58	0,16	0,6	0,72	0,99	-0,98	-0,99	1					
11	-0,02	-0,31	0,37	0,15	0,23	-0,02	0,29	-0,31	-0,28	0,29	1				
12	0,51	0,59	0,08	-0,15	0,27	0,93	0,69	-0,61	-0,73	0,71	-0,03	1			
13	-0,31	0,32	-0,82	-0,16	-0,64	-0,31	-0,87	0,91	0,84	-0,86	-0,42	-0,43	1		
14	-0,35	0,26	-0,71	-0,17	-0,59	-0,45	-0,89	0,9	0,87	-0,88	-0,66	-0,49	0,93	1	
15	0,51	-0,56	0,93	0,72	0,85	-0,01	0,59	-0,62	-0,55	0,56	0,28	-0,07	-0,71	-0,61	1

*- Нумерация признаков соответствует аналогичной таблице 1.

Результаты проведенных нами исследований показали, что генотипы пшеницы, различаю-

щиеся по аллельному состоянию белоккодирующих локусов, отличаются по реакции на вне-

сение возрастающих доз азотных удобрений как по показателям урожайности, так и по качественным характеристикам зерна, сопряженным с содержанием общего белка и его фракций. При увеличении доз азотного удобрения у генотипа, относящегося по составу ВМСГ к группе с низкой оценкой качества по глютенину, наблюдается преимущественное увеличение концентрации альбумино-глобулиновых и глиадиновых белков,

что может негативно повлиять на качественные показатели зерна и муки.

Полученные данные указывают на необходимость предварительного изучения полиморфности сорта и разработки агротехнических приемов возделывания пшеницы с учетом реакции внутрисортных биотипов на внесение удобрений.

Работа выполнена в рамках грантового проекта МОН РК3889/ГФ4, ГР №0115РК00707

Литература

- 1 Osborne T. B. The vegetables proteins: Longmans Green (New York: 1924).
- 2 Fagnano M., Fiorentino N., Grazia M., Egidio D., Quaranta F., Ritieni A., Ferracane R., Raimondi G. "Durum Wheat in Conventional and Organic Farming: Yield Amount and Pasta Quality in Southern Italy" *The Scientific World Journal* 15 (2012): 9-18.
- 3 López-Bellido L., López-Bellido R.J., Castell J.E., López-Bellido F.J. "Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat" *Field Crops Res.* 72 (2001): 197-210.
- 4 Abedi T., Alemzadeh A., Kazemeini S.A. "Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat" *Aust. J. Crop Sci.* 4 (2010): 384-389.
- 5 Dupont F.M., Altenbach S.B. "Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis" *J. Cereal Sci.* 38 (2003): 133-146.
- 6 Martre P., Porter J.R., Jamieson P.D., Tribou E. "Modeling grain nitrogen accumulation and protein composition to understand the sink/source regulations of nitrogen remobilization for wheat" *Plant Physiol.* 133 (2003): 1959-1967.
- 7 Johansson E., Prieto-Linde M.L., Svensson G. "Influence of nitrogen application rate and timing on grain protein composition and gluten strength in Swedish wheat cultivars" *J. Plant Nutr. Soil* 167 (2004): 345-350.
- 8 Pedersen L., Jorgensen J.R. "Variation in rheological properties of gluten from three biscuit wheat cultivars in relation to nitrogen fertilization" *Cereal Sci.* 46 (2007): 132-138.
- 9 Fuertes-Mendizábal T., Aizpurua A., González-Moro M.B., Estavillo J.M. "Improving wheat bread making quality by splitting the N fertilizer rate" *Europ. J. Agronomy* 33 (2010): 52- 61.
- 10 Булатова, К.М. Глютениновые биотипы пшеницы Богарная 56 / К.М. Булатова // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1985. – Вып. 11. – С. 37 – 38.
- 11 Половинкина С.В. Элиминирование биотехнологическим методом биотипов из сортов мягкой пшеницы, обладающих ценными свойствами для селекционной практики / С.В. Половинкина // Вестник НГАУ. – 2014. – Вып. 4. – С. 47-53.
- 12 Валежанин В.С. Экологическая пластичность генетически полиморфных образцов яровой мягкой пшеницы / В.С. Валежанин, Н.И. Коробейников // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 12. – С. 25-27.
- 13 Логинов Ю.П. Многобиотипные сорта – резерв устойчивого производства зерна яровой пшеницы в Сибири / Ю.П. Логинов, А.А. Казак, А.А. Юдин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 10. – С. 25-28.
- 14 Жамбакин К.Ж. Гаплоидная технология селекции пшеницы Казахстанских агроэкоципов: автореферат дисс.. канд. с.-х наук / К.Ж. Жамбакин. – Алматы, 1992. – 23 с.
- 15 Булатова К.М. Изменчивость электрофоретического спектра высокомолекулярных субъединиц глютеина у дигаплоидной линии пшеницы / К.М. Булатова, К.Ж. Жамбакин // Ж. Биотехнология. Теория и практика. – 2006. – № 3. – С. 41-46.
- 16 Galili G., Feldman M. "Genetic control of endosperm proteins in wheat: 2. Variation in high molecular weight glutenin and gliadin subunits of *Triticum aestivum*," *Theor. And Appl. Genet* 66 (1983): 77-86.
- 17 Булатова К.М. Изучение компонентного состава глютеина пшеницы / К.М. Булатова // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1983. – Вып. 4. – С. 37-39.
- 18 Попереля Ф.А. Определение гибридности семян кукурузы по электрофоретическим спектрам зеина / Ф.А. Попереля, Ю.А. Асыка // Доклады ВАСХНИЛ. – 1989. – № 3. – С. 2-4.
- 19 Нурпеисов И.А., Булатова К.М., Есимбекова М.А., Аширбаева С.А. (2008) Каталог генофонда пшеницы по составу высокомолекулярных и низкомолекулярных субъединиц глютеина. *CoryLand*. – Алматы. – С. 38.
- 20 Tribou E., Martre P., Tribou-Blondel A.M. "Environmentally-induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to changes in total protein content" *Journal of Experimental Botany* 54(2003): 1731-1742.
- 21 Перуанский Ю.В. Кормовая ценность сорго в связи с содержанием танина / Ю.В. Перуанский, И.М. Савич, В.М. Макаров // Селекция и семеноводство. – 1989. – № 3. – С. 21-22.
- 22 Tribou E., Abad A., Michelena A., Lloveras J., Ollier J.L., Daniel C "Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. quantitative and qualitative variation of storage proteins" *European Journal of Agronomy* 13 (2000): 47-64.
- 23 Fowler D.B. "Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat" *Agronomy Journal* 95 (2003): 260-265.

- 24 Debiton C., Merlino M., Chambon Ch., Bancel E., Decourteix M., Planchot V., Branlard G. "Analyses of albumins, globulins and amphiphilic proteins by proteomic approach give new insights on waxy wheat starch metabolism" *Journal of Cereal Science* 53(2011): 160-169.
- 25 Dubreil L., Meliande S., Chiron H., Compoint J.P., Quillien L., Branlard G., Marion D. "Effect of puroindolines on the breadmaking properties of wheat flour" *Cereal Chemistry* 75 (1998): 222–229.
- 26 Giroux M.J., Morris C.F. "Wheat grain hardness results from highly conserved mutations in the friabilin components puroindolines a and b" *Proceedings of National Academic Science* 95 (1998): 6262–6266.
- 27 Simeone M.C., Lafiandra D. "Analysis of puroindoline b and GSP genes in rye". *Proceedings of the tenth international wheat genetics symposium, Italy, 2003*.
- 28 Payne P.I., and Lawrence G.J. "Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, GluB1 and Glu-D1 which code for high molecular weight sub units of glutenins in hexaploid wheat" *Cereal Research Communication* 11 (1983): 29-35.
- 29 Liu D., Shi Y. "Effects of Different Nitrogen Fertilizer on Quality and Yield in Winter Wheat" *Advance Journal of Food Science and Technology* 5 (2013): 646-649.
- 30 Saint Pierre C., Peterson C.J., Ross A.S., Ohm J.B., Verhoeven M.C., Larson M., Hoefler B. "Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition" *Journal of Cereal Science* 47 (2008): 407–416. DOI: 10.1016/j.jcs.2007.05.007
- 31 Krejčířová L., Capouchová I., Petr J., Bicanová E., Kvapil R. "Protein composition and quality of winter wheat from organic and conventional farming" *Zemdirbyste- Agriculture* 93 (2006): 285-296.
- 32 Wojtkowiak K., Stępień A., Tańska M., Konopka I., Konopka S. "Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain" *African Journal of Agricultural Research* 8 (2013): 3778-3783. DOI: 10.5897/AJAR2013.7371.
- 33 Ramírez-Wong B., Rodríguez-Félix F., Torres-Chávez P.I., Medina-Rodríguez C.L., Matus-Barba E.A., Ledesma-Osuna A.I. "Effects of nitrogen and irrigation on gluten protein composition and their relationship to yellow berry disorder in wheat (*Triticum aestivum*)" *Pak. J. Bot* 46 (2014): 1797-1804.
- 34 Chope G.A., Wan Y., Penson S.P., Bhandari D.G., Powers S.J., Shewry P.R., Hawkesford M.J. "Effects of Genotype, season, and nitrogen nutrition on gene expression and protein accumulation in wheat grain" *J. Agric. Food Chem* 62 (2014): 4399–4407.
- 35 Payne P.I., Nightingale M.A., Krattiger A.F., Holt L.M. "The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread making quality of British-grown wheat varieties" *J. Sci. Food Agric.* 40 (1987): 51-65.

References

- 1 Abedi T., Alemzadeh A., Kazemeini S.A. "Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat" *Aust. J. Crop Sci.* 4 (2010): 384-389. ISSN:1835-2707.
- 2 Bulatova K.M. Gliuteninovyie biotipy pshenitsy Bogarnaia 56 [Glutenin biotypes of wheat Bogarnaia 56] / K.M. Bulatova // *Vestnik s.-kh. nauki Kazakhstana*. – 1985. – No 11. – P. 37 – 38. (In Russian)
- 3 Bulatova K.M. Izmenchivost' elektroforeticheskogo spektra vysokomolekuliarnykh sub'edinit gliutenina u digaploidnoi linii pshenitsy [Variability of the electrophoretic spectrum of high-molecular glutenin subunits of the wheat dihaploid lines] / K.M. Bulatova, K.Zh. Zhambakin // *Biotekhnologiya. Teoriia i praktika*. – 2006. - № 3. – P. 41-46. (In Russian)
- 4 Bulatova K.M. Izuchenie komponentnogo sostava gliutenina pshenitsy [Study of the component composition of wheat glutenin] / K.M. Bulatova // *Vestnik s.-kh. nauki Kazakhstana*. – 1983. – No 4. – P. 37-39. (In Russian)
- 5 Chope G.A., Wan Y., Penson S.P., Bhandari D.G., Powers S.J., Shewry P.R., Hawkesford M.J. "Effects of Genotype, season, and nitrogen nutrition on gene expression and protein accumulation in wheat grain" *J. Agric. Food Chem* 62 (2014): 4399–4407. DOI: 10.1021/jf500625c.
- 6 Debiton C., Merlino M., Chambon Ch., Bancel E., Decourteix M., Planchot V., Branlard G. "Analyses of albumins, globulins and amphiphilic proteins by proteomic approach give new insights on waxy wheat starch metabolism" *Journal of Cereal Science* 53(2011): 160-169. DOI: 10.1016/j.jcs.2010.11.001
- 7 Dubreil L., Meliande S., Chiron H., Compoint J.P., Quillien L., Branlard G., Marion D. "Effect of puroindolines on the bread-making properties of wheat flour" *Cereal Chemistry* 75 (1998): 222–229. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/CCHEM.1998.75.2.222>
- 8 Dupont F.M., Altenbach S.B. "Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis" *J. Cereal Sci.* 38 (2003): 133–146. DOI: 10.1016/S0733-5210(03)00030-4
- 9 Fagnano M., Fiorentino N., Grazia M., Egidio D., Quaranta F., Ritieni A., Ferracane R., Raimondi G. "Durum Wheat in Conventional and Organic Farming: Yield Amount and Pasta Quality in Southern Italy" *The Scientific World Journal* 15 (2012): 9-18. DOI: 10.1100/2012/973058
- 10 Fowler D.B. "Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat" *Agronomy Journal* 95 (2003): 260–265.
- 11 Fuertes-Mendizábal T., Aizpurua A., González-Moro M.B., Estavillo J.M. "Improving wheat bread making quality by splitting the N fertilizer rate" *Europ. J. Agronomy* 33 (2010): 52- 61. DOI: 10.1016/j.eja.2010.03.001
- 12 Galili G., Feldman M. (1983) Genetic control of endosperm proteins in wheat: 2. Variation in high molecular weight glutenin and gliadin subunits of *Triticum aestivum*. *Theor. And Appl. Genet.*, vol. 66, pp. 77-86. DOI: 10.1007/BF00281853
- 13 Giroux M.J., Morris C.F. "Wheat grain hardness results from highly conserved mutations in the friabilin components puroindolines a and b" *Proceedings of National Academic Science* 95 (1998): 6262–6266.
- 14 Johansson E., Prieto-Linde M.L., Svensson G. "Influence of nitrogen application rate and timing on grain protein composition"

tion and gluten strength in Swedish wheat cultivars” J. Plant Nutr. Soil 167 (2004): 345–350. DOI: 10.1002/jpln.200320332

15 Krejčířová L., Capouchová I., Petr J., Bicanová E., Kvapil R. “Protein composition and quality of winter wheat from organic and conventional farming” Zemdirbyste- Agriculture 93 (2006): 285–296. ISSN 1392-3196

16 Liu D., Shi Y. “Effects of Different Nitrogen Fertilizer on Quality and Yield in Winter Wheat” Advance Journal of Food Science and Technology 5 (2013): 646–649.

17 Loginov Iu.P. Mnogobiotipnye sorta - rezerv ustoichivogo proizvodstva zerna iarovoi pshenitsy v Sibiri [Multibiotic varieties - a reserve for sustainable production of spring wheat in Siberia] / Iu.P. Loginov, A.A. Kazak, A.A. Iudin // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2013. – No 10. – P. 25–28. (In Russian)

18 López-Bellido L., López-Bellido R.J., Castill J.E., López-Bellido F.J. “Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat” Field Crops Res. 72 (2001): 197–210. DOI: 10.1016/s0378-4290(01)00177-0

19 Martre P., Porter J.R., Jamieson P.D., Triboi E. “Modeling grain nitrogen accumulation and protein composition to understand the sink/source regulations of nitrogen remobilization for wheat” Plant Physiol. 133 (2003): 1959–1967. DOI: 10.1104/pp.103.030585

20 Nurpeisov I.A., Bulatova K.M., Esimbekova M.A., Ashirbaeva S.A. (2008) Katalog genofonda pshenitsy po sostavu vysokomolekuliarnykh i nizko-molekuliarnykh sub’edinit gliutenina [Catalog of the wheat gene pool on the composition of high and low molecular subunits of glutenin]. CopyLand, Almaty. 38 pp. (In Russian)

21 Osborne T. B. The vegetables proteins: Longmans Green (New York: 1924).

22 Payne P.I., and Lawrence G.J. “Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, GluB1 and Glu-D1 which code for high molecular weight sub units of glutenins in hexaploid wheat” Cereal Research Communication 11 (1983): 29–35.

23 Payne P.I., Nightingale M.A., Krattiger A.F., Holt L.M. “The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread making quality of British-grown wheat varieties” J. Sci. Food Agric. 40 (1987): 51–65. DOI: 10.1002/jsfa.2740400108.

24 Pedersen L., Jorgensen J.R. “Variation in rheological properties of gluten from three biscuit wheat cultivars in relation to nitrogen fertilization” Cereal Sci. 46 (2007): 132–138. DOI: 10.1016/j.jcs.2007.01.001

25 Peruanskii Iu.V. Kormovaia tsennost’ sorgo v svyazi s sodержaniem tanina [Nutritive value of sorghum related to the tannin content] / Iu.V. Peruanskii, I.M. Savich, V.M. Makarov // Seleksiia i semenovodstvo. – 1989. - № 3. – P. 21–22. (In Russian)

26 Polovinkina S.V. Eliminirovanie biotekhnologicheskimi metodami biotipov iz sortov miagkoi pshenitsy, obladaiushchikh tsennymi svoistvami dlia selektsionnoi praktiki [Elimination of biotypes by biotechnological methods from soft wheat varieties possessing valuable properties for breeding practice] / S.V. Polovinkina // Vestnik NGAU. – 2014. – No 4. – P. 47–53. (In Russian)

27 Poperelia F.A. Opredelenie gibridnosti semian kukuruzy po elektroforeticheskim spektram zeina [Determination of hybridity of corn seeds from electrophoretic spectra of zein] / F.A. Poperelia, Iu.A. Asyka // Doklady VASKhNIL. – 1989. - № 3. – P. 2–4. (In Russian)

28 Ramírez-Wong B., Rodríguez-Félix F., Torres-Chávez P.I., Medina-Rodríguez C.L., Matus-Barba E.A., Ledesma-Osuna A.I. “Effects of nitrogen and irrigation on gluten protein composition and their relationship to yellow berry disorder in wheat (*Triticum aestivum*)” Pak. J. Bot 46 (2014): 1797–1804. ISSN 0556-3321.

29 Saint Pierre C., Peterson C.J., Ross A.S., Ohm J.B., Verhoeven M.C., Larson M., Hofer B. “Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition” Journal of Cereal Science 47 (2008): 407–416. DOI: 10.1016/j.jcs.2007.05.007

30 Simeone M.C., Lafiandra D. “Analysis of puroindoline b and GSP genes in rye”. Proceedings of the tenth international wheat genetics symposium, Italy, 2003.

31 Triboi E., Abad A., Michelena A., Lloveras J., Ollier J.L., Daniel C “Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. quantitative and qualitative variation of storage proteins” European Journal of Agronomy 13 (2000): 47–64. DOI: 10.1016/S1161-0301(00)00059-9

32 Triboi E., Martre P., Triboi-Blondel A.M. (2003) Environmentally-induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to changes in total protein content. Journal of Experimental Botany, vol. 54, pp. 1731–1742.

33 Valekzhanin V.S. Ekologicheskaiia plastichnost’ geneticheskii polimorfnykh obraztsov iarovoi miagkoi pshenitsy [Ecological plasticity of genetically polymorphic samples of spring soft wheat] / V.S. Valekzhanin, N.I. Korobeinikov // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2011. – No 12. – P. 25–27. (In Russian)

34 Wojtkowiak K., Stepień A., Tańska M., Konopka I., Konopka S. “Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain” African Journal of Agricultural Research 8 (2013): 3778–3783. DOI: 10.5897/AJAR2013.7371.

35 Zhambakin K.Zh. Gaploidnaia tekhnologiiia selektsii pshenitsy Kazakhstanskikh agroekotipov [Haploid technology for wheat breeding of agroecotypes of Kazakhstan]: Avtoreferat diss. kand. s.-kh nauk / K.Zh. Zhambakin. - v. Almal'yak, 1992. - 23 pp. (In Russian)

**Z. Yessimsiitova^{*1}, N.T. Ablaykhanova¹, S.A. Mankibayeva¹, I.M. Zharkova¹,
A.E. Aisabayeva¹, M.U. Aitzhan¹, G.E. Yeltay¹, A.S. Mukash¹, Y.N. Abdikarimova¹**

¹Al-Farabi Kazakh national university,

Almaty, Kazakhstan

*E-mail: zura1958@bk.ru, nurzhanat75@mail.ru

MORPHOLOGICAL STUDYING OF RATS SKIN IN AN EXPERIMENT

The integument of a human body and animals can damage or destroy many substances having the chemical nature. Violations of integrity of integuments can occur under the influence of various factors. The chemical burn of skin is especially aggressive. It can be caused by chemicals and means on their basis. Chemical burns result from influence of acids, alkalis and aggressive substances. A chemical burn of skin of various parts differ in acids, alkalis or salts of heavy metals on expressiveness degree. Interaction of chemical with protoplasm of cells of tissues is characteristic of them. At effect of acids there is a dehydration of skin which is followed by allocation of heat and overheating of tissues that leads to coagulation of proteins and formation of a dense dry scab. At long influence of elements on integuments, there is a violation of integrity of the last. Extent of defeat depends on concentration of harmful substance and duration of his stay on the surface of skin. Even the low-concentrated solutions can become the cause of a burn if in time not to notice them. After hit of substance on skin chemical reaction is formed. It causes destruction of proteinaceous structures of skin, and membrane phospholipids. In this case on a surface there are wounds, inflammatory process. Hit of aggressive substance on a surface of an epithelium is resulted by the local chemical reaction leading to a destruction of dermal proteins, phospholipids of membranes. Morphological changes are supplemented with an ulceration of wounds and development of inflammatory process. All this in total gives an overall picture of the corrosive burn which is shown one of four degrees. In recent years considerably interest of researchers in search of the new materials suitable for use in the medical purposes, in particular nanosorbents grew. By the present moment approaches to treatment of wounds of a skin are developed. In this regard, undoubted interest for the experts working in the field represents our research which was referred on studying of local changes of structure of a skin after influence of a chemical factor with use of medical bandages, possessing antimicrobial action at the expense of a carbonaceous fiber, actively deleting a pathological microflora from a wound. This scientific experiment pursued the aim to give a comparative assessment to efficiency of use of a new method for treatment of combustions of a skin a medical bandage with a sorbent No. 1, No. 2. The sorbent bandages was a part No. 1 vitamin A, E, the dimined powder 3 gr., camphoric oil of 1 ml, and structure No. 2 the sorbent bandages consisted of the dimined powder 3gr., olive oil of 1 ml., vaselinum of 1 g.

Key words: organs, destruction, enterosorbent, histology, morphology, necrosis, pathology.

**З.Б. Есимсиитова^{*1}, Н.Т. Аблайханова¹, С.А. Манкибаева¹, И.М. Жаркова¹,
А.Е. Айсабаева¹, М.У. Айтжан¹, Г.Е. Елтай¹, А.С. Мукаш¹, Ы.Н. Абдикаримова¹**

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

*E-mail: zura1958@bk.ru, nurzhanat75@mail.ru

Тәжірибедегі егеуқұйрықтардың терісін морфологиялық зерттеу

Адам және жануарлар организмнің тері жабынына химиялық табиғатқа ие көптеген заттар зиян келтіре алады. Тері жабынының тұтастығы әртүрлі факторлар әсерінен бұзылады. Әсіресе терінің химиялық күйіктері агрессивті болып келеді. Оған химикаттар және химикат негізіндегі қосылыстар себеп болады. Қышқылдар, сілтілер және агрессивті қоспалар химиялық күйіктерге

алып келеді. Қышқылдар, сілтілер немесе ауыр металдардың тұздары әсерінен пайда болатын терінің химиялық күйіктері көріну дәрежесіне қарай ерекшелінеді. Оларға химиялық заттың және ұлпаның клетка протоплазмасымен өзара әрекеттесуі тән. Қышқылдар әсерінен ұлпалардың дегидратациясы жүріп, жылу бөлінеді, нәтижесінде ұлпалар қызып кетеді. Бұл белоктардың коагуляциясына және қатты, құрғақ қабыршақтың пайда болуына алып келеді. Тері жабынына элементтердің ұзақ мерзімді әсерінен тері жабынының тұтастығы бұзылады. Зақымдану деңгейі зиянды заттың тері жабынында болу ұзақтығына және оның концентрациясына байланысты. Тіпті төмен концентрациялы ерітінділер уақытында байқалмай қалса, күйікке алып келуі мүмкін. Қоспалар тері жабынына түскенде химиялық реакция жүре бастайды. Бұл реакция терінің белокты құрылымдары мен мембраналық фосфолипидтердің зақымдалуына себеп болады. Осы кезде, беткі қабатында жарақат, ісіну процесі пайда болады. Агрессивті қоспаның эпителий бетіне түскенде жергілікті химиялық реакция жүреді, ол тері белоктары мен мембрана фосфолипидтерінің деструкциясына алып келеді. Морфологиялық өзгерістерді ісіну процесі толықтырады. Бұның барлығы химиялық күйіктің жалпы көрінісін береді. Ол төрт сатының біреуімен көрінеді. Соңғы жылдар ішінде медициналық мақсатта қолдана алатын жаңа материалдарды іздестіруде, соның ішінде наноэнтеросорбенттерге зерттеушілер үлкен қызығушылық білдіреді. Қазіргі уақытта, тері жарақаттарын емдеуде жаңа тәсілдер табылған. Бірақ кейбір жағдайлар емделуге кедергі жасауы мүмкін. Мысалы, инфекция, диабет, егде жастық кезінде емделудің жалпы әдістерге қарағанда басқа тәсілдерді қолдану қажеттілігі туады. Осының бәрі тәжірибелерді жүргізуді талап етеді. Бұл зерттеулер, жараның жазылу процесіне, клеткааралық қарым-қатынастар жиынтығы, пролиферацияның стимуляциясы, әртүрлі клетка популяцияларының дифференцировка мен миграция процестеріне түсінік береді. Осының бәрі клеткааралық матрикс пен дерма клеткаларының барлық типтеріне тән. Сондықтан, біз жүргізген тәжірибе осы саланың мамандар назарын аударта алады. Зерттеулер химиялық факторлар әсерінен, емдік таңғыштарды қолдану барысында тері құрысының жергілікті өзгерістерін анықтау үшін жүргізеді. Емдік таңғыштар жарақаттан патологиялық микрофлораны кетіре алатын көміртекті талшықтар арқасында антимикробты әсерге ие. Бұл тәжірибенің мақсаты, тері күйіктерін емдеу үшін №1 және №2 емдік сорбентті таңғыш көмегімен жаңа әдістің қолдану эффективтілігін салыстыру. №1 сорбентті таңғыш құрамына А, Е витаминдері, 3 гр диминді ұнтақ, 1 мл камфора майы кірді, ал №2 сорбентті таңғыш құрамында 3 гр диминді ұнтақ, 1 мл зәйтүн майы, 1 мл вазелин болды.

Түйін сөздер: мүшелер, деструкция, энтеросорбент, гистология, морфология, некроз, патология.

З.Б. Есимситова^{*1}, Н.Т. Аблайханова¹, С.А. Манкибаева¹, И.М. Жаркова¹, А.Е. Айсабаева¹, М.У. Айтжан¹, Г.Е. Елтай¹, А.С. Мұқаш¹, Ы.Н. Абдиқаримова¹

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

*E-mail: zura1958@bk.ru, nurzhanat75@mail.ru

Морфологическое изучение кожи крыс в эксперименте

Кожный покров человеческого организма и животных могут повредить или разрушить многие вещества, имеющие химическую природу. Нарушение целостности кожных покровов может происходить под воздействием различных факторов. Особенно агрессивным является химический ожог кожи. Он может быть вызван химикатами и средствами на их основе. Химические ожоги возникают в результате воздействия кислот, щелочей и агрессивных веществ. Химический ожог кожи различных частей кислотами, щелочами или солями тяжелых металлов отличается по степени выраженности. Для них характерно взаимодействие химического вещества с протоплазмой клеток тканей. При действии кислот происходит дегидратация тканей, сопровождающаяся выделением тепла и перегреванием тканей, что приводит к коагуляции белков и образованию плотного сухого струпа. При длительном влиянии элементов на кожные покровы происходит нарушение целостности последних. Степень поражения зависит от концентрации вредного вещества и длительности его нахождения на поверхности кожи. Даже низкоконцентрированные растворы могут стать причиной возникновения ожога, если вовремя не заметить их. После попадания вещества на кожу образуется химическая реакция. Она вызывает разрушение белковых структур кожи, а также мембранных фосфолипидов. В этом случае на поверхности появляются раны, воспалительный процесс. В результате попадания агрессивного вещества на поверхность эпителия происходит локальная химическая реакция, приводящая к деструкции кожных белков, фосфолипидов мембран. Морфологические изменения дополняются изъязвлением ран и развитием воспалительного процесса. Все это в совокупности дает общую картину химического ожога, проявляющегося одной из четырех степеней. За последние годы

заметно вырос интерес исследователей к поиску новых материалов, пригодных для применения в медицинских целях, в частности наносорбентов. К настоящему моменту выработаны подходы к лечению ран кожи. Но некоторые особые ситуации могут осложнить возможности проводимого лечения, как инфекция, диабет, пожилой возраст, возникает необходимость подхода к лечению данной патологии в несколько необычных формах, в отличие от общепринятых методов лечения. Все это заставляет проводить экспериментальные исследования, обеспечивающие полное понимание закономерностей процесса заживления ран, представляя совокупность межклеточных взаимодействий, сопровождающихся стимуляцией пролиферации, миграции и дифференцировки различных клеточных популяций. Это касается всех видов клеток дермы и межклеточного матрикса. В связи с этим, несомненный интерес для специалистов, работающих в данной области, представляет наше исследование, которое было направлено на изучение локальных изменений структуры кожи после воздействия химического фактора с использованием лечебных повязок, обладающие антимикробным действием за счет углеродистого волокна, активно удаляющие из раны патологическую микрофлору. Данный научный эксперимент преследовал цель дать сравнительную оценку эффективности использования нового метода для лечения ожогов кожи лечебной повязкой сорбентом №1, №2. В состав №1 сорбентных повязок входили витамин А, Е, диминированный порошок 3 гр., камфорное масло 1 мл, а состав №2 сорбентных повязок состоял из диминированного порошка 3 гр., оливкового масла 1 мл., вазелина 1 г.

Ключевые слова: органы, деструкция, энтеросорбент, гистология, морфология, некроз, патология.

Introduction

At a combustion first of all the tissue caused by local influence of high temperatures, more than 55-60C, aggressive chemicals, electric current, light and ionizing radiation is damaged. The corrosive burn meets as a result of production injuries, disturbances of safety measures, accidents in life, etc. Depending on structure, chemicals make various impact on a skin. Acids form coagulative, and strong alkalis necrosis. Lesion depth at a corrosive burn in many respects depends on concentration of substance and time of an exposition. It is necessary to remember that at corrosive burns the bubbles characteristic of corrosive burns of the II—III degree seldom appear. Chemical damages of a skin are widespread type of pathology and demand effective methods of treatment. Annually several million cases of damages of the integuments demanding delivery of health care are registered. Every year it is carried out ablations of extremities, which reason complications of a wound process were. The mortality from traumatic damages around the world takes a leading place at persons of working-age among other causes of death. The majority of cases is followed by damage of integrity of an integument that treats tissues to action of aggressive agents, bacterial contamination, chemical influence, etc. promotes development of complications of a wound process. (Алексеев 2010:23-37), (Алексеев 2011:45-58), (Bernd 1988:582-586), (Botchkarev 1997:379-395), (Cruise 2004:1-10), (Dodd 1993:131-135), (Eckert 1989:109-116), (Endl 2000:231-237), (Жучков 2007:68-72), (Луцевич 2006:84-89).

By the present moment approaches to treatment of wounds of a skin are developed. But some special situations can complicate possibilities of the carried-out treatment an infection, diabetes, advanced age. In this regard there is a need of approach to treatment of this pathology for a little unusual forms unlike the standard methods of treatment. All this forces to conduct the pilot studies providing a full comprehension of patterns of process of an adhesion of wounds. Process of an adhesion of wounds represents set of the intercellular interactions which are followed by stimulation of a proliferation, migration and a differentiation of various cell populations. It concerns all types of cells of derma and an intercellular matrix. In this aspect, secretory function of the cells mentioned above and migrating in a wound is important. (Chen 1995:97-107), (Толстых 2006a:40-47), (Гейниц 2015:124-128), (Луцевич 2006:73-80), (Луцевич 2006:89-94), (Толстых 2007b:96), (Глубокова 2005:27-33), (Foreman 1979:707-715), (Heen 1998:123-126), (Li 2007:9-18).

Now it is shown that in the course of an healing wound a large amount of biologically active agents appears. It both growth factors, and cytokines, and inhibitors of the proceeding processes. It is possible to claim that process of an adhesion of wounds includes the whole cascade of the reactions controlled by the humoral regulators operating locally in a wound autocrine and paracrine mechanisms. In recent years, considerably interest of researchers in search of the new materials suitable for use in the medical purposes, in particular nanosorbents grew. (Bernd 1990:782-787), (Воробьев 2009:404-406), (Глухов 2010:368-373),

(Глухов 2009:14-19), (Crish 2002:738-747), (Eckert 2004:13-22), (Enjolras 1991:2174-2176), (Essers 2005:9350-9359), (Каралова 1988:604-606), (Колсанов 2009:199-200).

In this regard, we have made an experiment on morphological studying skin of rats at a chemical burn sulfuric acid in an experiment against the background of use of medical bandages with a sorbent No. 1 and No. 2. However, it should be noted what the purposeful and systematic morphological researches devoted to studying of opportunities of application of medical bandages with use of medical bandages with use of a nanoenterosorbent as new material of medicobiological appointment, wasn't carried out earlier.

Purpose and research problems: The purpose of our work was morphological studying of leather of rats at a chemical burn sulfuric acid in an experiment against the background of use of medical bandages with a sorbent No. 1 and No. 2. Entered a research problem:

1. To study a morphological structure skin of the rats who haven't undergone a chemical burn in an experiment;

2. To conduct a morphological research of leather of rats at a chemical burn sulfuric acid within 7, 14 days;

3. To reveal morphological changes of leather of rats at a chemical burn with use of medical bandages with a sorbent No. 1 and No. 2 within 7, 14 days.

Materials and methods of a research

For performance of experimental work of a research, we used white not purebred rats at the age of three months with the average body weight of 180-220 g. Total 24 rats, all contained in identical standard conditions vivariums, received usual forage, drank water beyond all bounds. For drawing wound damage, the site of a skin was cleared of wool in the beginning. After preliminary excision of wool on a skin back caused a corrosive burn in experimental animals sulphuric acid and got burn of the III degree of 5-8%. Experimental rats were divided into 4 groups on 6 animals in everyone: The first control group of rats didn't undergo a corrosive burn; The Second group of rats got a corrosive burn of a skin sulphuric acid and got burn of the III degree of 5-8%. The third group of rats which got a corrosive burn of a skin sulphuric acid used a medical bandage with a sorbent No. 1 on the damaged wound; The Fourth group of experimental rats, got a corrosive burn of a skin sulphuric acid, and used a medical bandage with a sorbent No. 2 on the dam-

aged wound. The chemical burn was put by means of the cotton wool moistened with sulfuric acid. The amount of sulfuric acid was calculated taking into account the area of skin.

All operations were performed under anesthetic. The burn at all animals was put on the right half of a trunk in a lower back. The study of morphology of a burn wound during the different periods of a burn disease and wound process was the main objective of this experiment. For this purpose made a biopsy of a burn wound at rats with a burn an injury on 7 and for the 14th days after plotting of damages under anesthetic. After coretraction of a section of a wound (the central part and the edge of a wound), the burn wound was partially taken in nodal seams as well mobilized leather of rats allowed execution of such option of elimination of a burn wound.

As object of a histologic research served pieces of leather of the experimental rats with a diameter of 5-6 mm, fixed them in 10% neutral formalin. In case of such processing decay of cells and corrupting of fabric structure under the influence of own cellular enzymes and in the course of rotting is prevented. Therefore, the lifetime structure remains and the possibility of a full-fledged study of material is created. The fixed pieces of skin washed out in flowing water within 24 hours, then dehydrated in alcohols of the increasing fortress. Material was flooded paraffin, and produced on the sled microtome cutoffs thickness 5mk.

Histologic processing of material were carried out by traditional methods of microscopic technique of preparation of thin cutoffs. Cutoffs colored hematoxylin – eoziny. Viewing and photography of histologic medicines realized by means of a luminous microscope of Leica DMLS with the LeicaDFS 280 digital camera. Medical sorbent bandages No. 1 vitamin A, E the dimined powder 3 gr., camphoric oil of 1 ml, in structure No. 2 medical the sorbent bandages consisted of the dimined powder 3gr olive oil of 1 ml. Vaselinum of 1 g. After drawing a combustion as analgetics used analginum and Dimedrol. And also after drawing a corrosive burn within one week daily intramuscularly entered a complex of vitamins B (milgamm) in a dose of 0,2 mg.

Results of researches and their discussion

The conducted visual research control rats showed that the general satisfactory condition, delicacy, a malaise, change of behavior at control rats isn't revealed, the gross weight, pupils and a wool integument is normal, physiological deviations weren't observed. The animals which got a cor-

rosive burn sulphuric acid it is visible that in both groups experimental animals show excitement and even some aggression which is bound to strong shock. From the table No. 1 it is visible that at control rats during the experiment a skin without changes (fig. 1). At experimental rats of the second group, getting a corrosive burn sulphuric acid an adhesion of wounds a partial cuticularization (fig. 2-3) is re-

vealed. The rats of the third group who subjected to a corrosive burn sulphuric acid, and treatment by a bandage a sorbent No. 1 an insufficient adhesion of wounds (fig. 4-5) is observed in 7-14 days. Animals of the fourth group, subjected to a corrosive burn when using a medical bandage with a sorbent No. 2 it is visible that in 14 days a full adhesion of wounds (fig. 6-7). The lethal outcome wasn't.

Table 1 – Chemical burn of rats skin by sulfuric acid

Group of animals	In 7 days	In 14 days
1 group control (n=6)	norm	norm
2 group (n=6) chemical burn	□	□
3 group, treatment by a bandage with a sorbent No. 1 (n=6)	□	■
4 group, treatment by a bandage with a sorbent No. 2 (n=6)	□	♥

Addition: n – number of animals in group;
 ○ – a lethal outcome;
 ■ – insufficient healing of wounds;
 □ – healing of wounds with a partial epitelization;
 ♥ – full healing of wounds.

The histologic research of skin of control rats has shown that on the basis of a growth layer one number of the high prismatic cages directly adjacent to a basal membrane lies. Cages of a basal layer breed and are the main source which is filling up the decrease of cells of epidermis resulting from an cornification.

Cages of the flattened form, kernels are painted by hematoxylin eozin in violet color. On the surface epidermis shrimps, but thickness of a horn layer from it doesn't decrease as process of an cornification takes new cellular ranks all the time, and the decrease is replenished due to reproduction of cages of a basal layer (fig. 1).

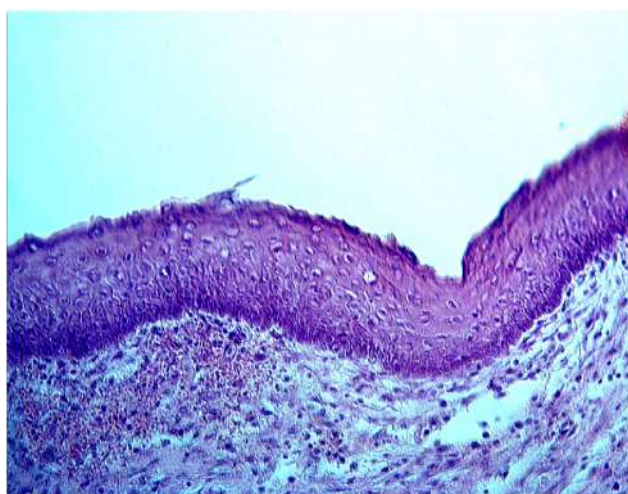


Figure 1 – Skin of Rats - normal Gematoxililn-eozin. x400

At a microscopic research of skin in the place of a burn at rats of the second group for the 7th days after drawing a burn trauma the expressed hypostasis of all layers terms, inflammatory cellular infiltration, a widespread focal necrosis of all layers of skin, a spasm of small vessels and their squeezing was noted by exudate. Places of rejection of a scab and suppuration, lack of the top layers of skin came to light. Skin in a condition of a coagulative necrosis with fragmentation, a vakuolization, and the centers of total absence of

epidermis, a necrosis, hypostasis, dystrophy and the centers of a necrosis in a term and massive infiltration by polymorphnucleic leukocytes (Fig. 2). In researches of the second group of animals with a chemical burn of a wound for the 14th days it was visible that skin is presented by unripe granular tissue with capillaries, focal hemorrhages, it is purulent - necrotic imposings on a surface. In the subject departments – muscle fibers with intermuscular hypostasis and inflammatory infiltrates (fig. 3)

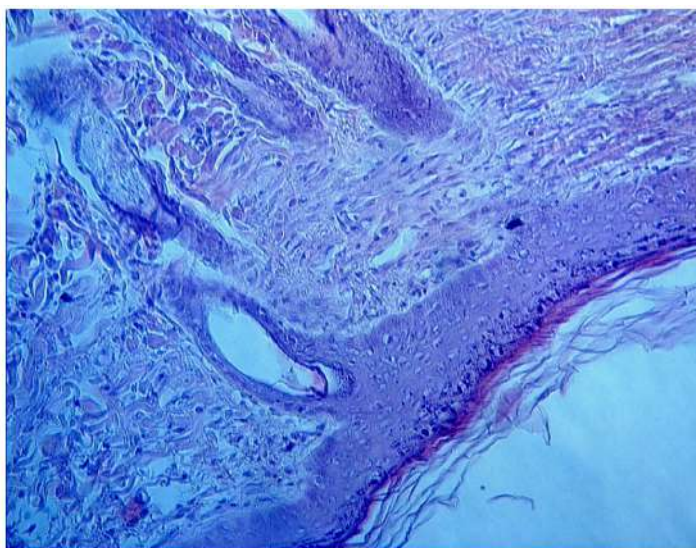


Figure 2 – A chemical burn of skin of rats with sulfuric acid in 7 days
Gematoxilín-eozín. x 400

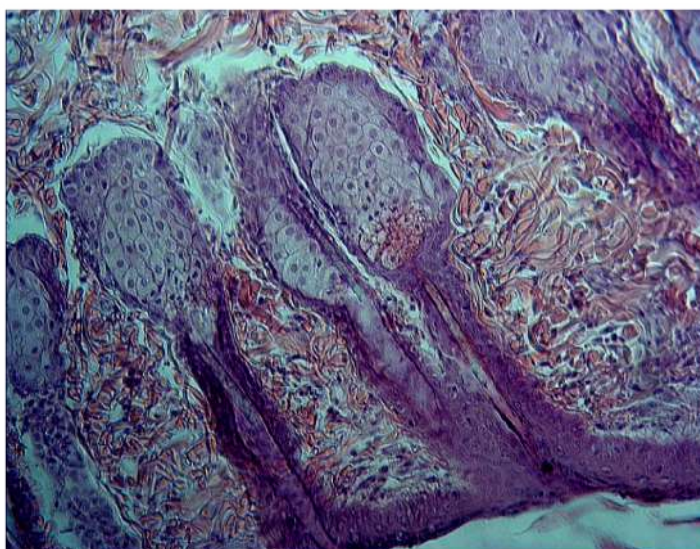


Figure 3 – A chemical burn sulfuric acid in 14 days
Gematoxilín-eozín. x400

At a morphological research at rats, subjected to a chemical burn against the background of treatment by a bandage with a sorbent No. 1 for the 7th days at animals on medicines skin with a large number of hair follicles, a multilayered flat epithelium on a

bigger extent in a condition of a small necrosis, in a term – hypostasis, a purulent inflammation is visible. The wound remained pale, friable and edematous with the single granulations and edges which are pulled together towards the center (Fig. 4).

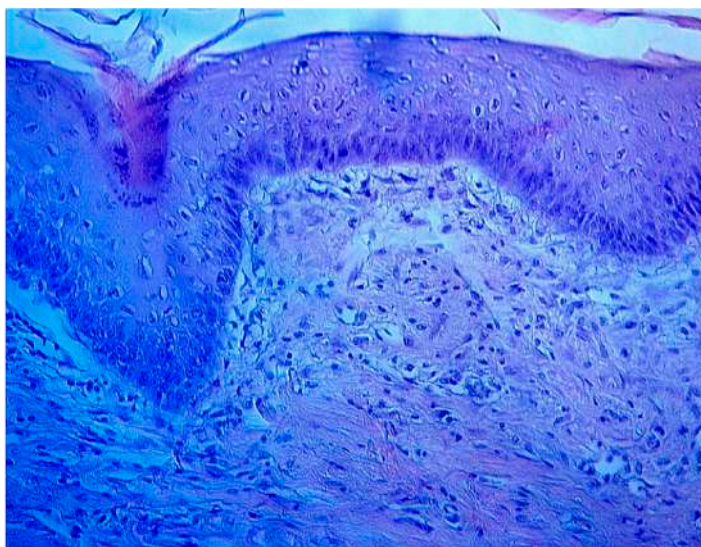


Figure 4 – A chemical burn against the background of treatment by a bandage with a sorbent No. 1 in 7 days. Gematoxilin-eozin. x400

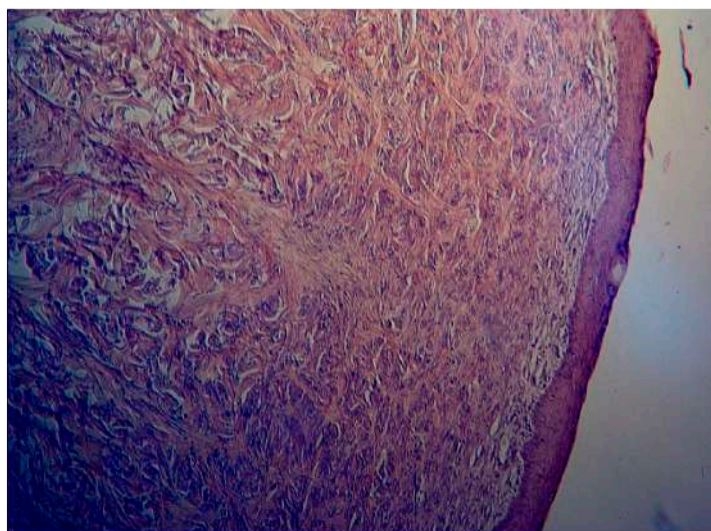


Figure 5 – A chemical burn against the background of treatment by a bandage with a sorbent No. 1 in 14 days. Gematoxilin-eozin. x400

The histologic research of rats in 14 days has shown that on a surface of wounds of skin there were scab remains in the form of fibrous leucocyte layer under which granular tissue with the ordered course

of collagenic fibers settled down. Also ill-defined diffusion infiltration of granular fabric of a wound was observed by lymphoid elements. Granular tissue of the healing burn wound was characterized

by prevalence of cellular elements over collagenic fibers (Fig. 5).

Histologic research of medicines at animals with a chemical burn + treatment in an initial stage unripe connecting fabric decided on single muscle fibers, on the diffusion cellular infiltration presented by mainly

lymphoid elements with impurity of eosinophils, the segmented leukocytes, capillaries by a bandage No. 2. After treatment of a burn wound the new growth of vessels goes a bandage No. 2 for the 7th days, the wound gains pink color, considerable reduction of inflammatory infiltration (Fig. 6) is observed.

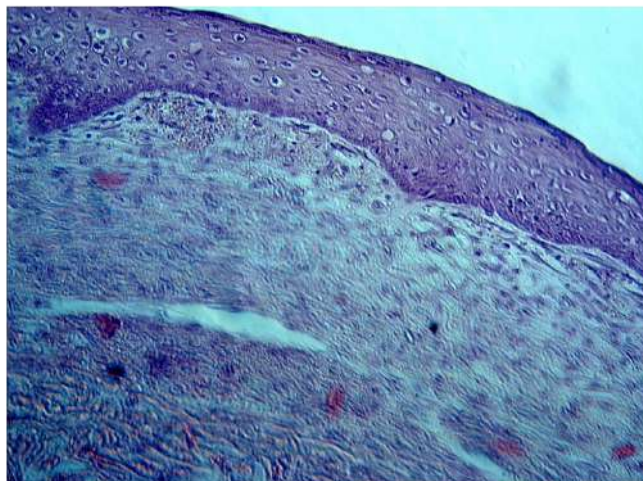


Figure 6 – A chemical burn against the background of treatment by a bandage with a sorbent No. 2 in 7 days.
Gematoxililn-eozin. x400

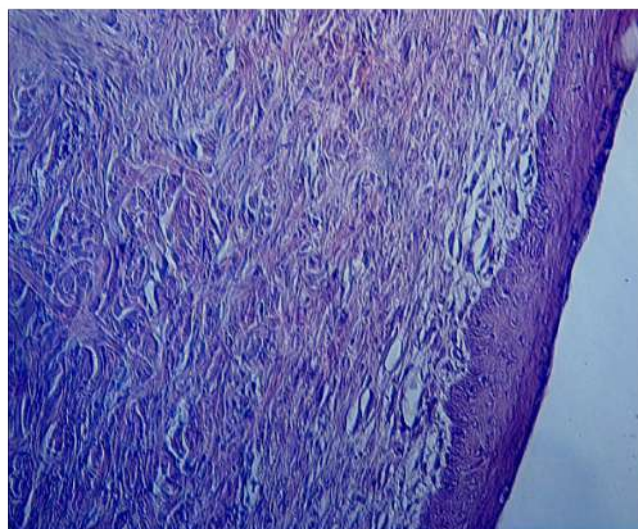


Figure 7 – A corrosive burn against the background of treatment by a bandage with a sorbent No. 2 in 14 days.
Hematoxylin eosine. x400

The morphological picture of healing of wound defects at rats at treatment by a bandage No. 2 for the 14th days after drawing a burn significantly differed. At many rats the epitelization of wounds was noted. In granular tissue the moderate number of thin-walled

vessels came to light. The sufficient number of collagenic fibers was noted. Diffusion and ill-defined infiltration of granular tissue was observed. In the regions of wounds of animals it is observed epitelization of a wound surface mainly due to proliferation of epidermis (Fig. 7).

Thus, at a comparative research of rates of an adhesion of wounds and morphological features of a wound process in experimental groups we noted retardation of phases of a wound process when using a bandage No. 1, terms of demarcation of necrotic tissues, the period of cellular infiltration, sharply slow rate of growth of vascular network and development of a granular tissue, than a medical bandage with a sorbent No. 2 were extended

Conclusion

Treatment of a corrosive burn, considering set of the pathogenetic factors causing gravity of this type of a trauma showed morphological features of a current of a wound process in the conditions of experimental to the combined scheme: a corrosive burn against the background of use of sterile bandages with a sorbent No. 1, No. 2, showed a series of morpho-physiological changes. A combustion and if to speak more precisely, the burn disease, represents not only and not so much local pathological process, and suffering, undoubtedly, taking an organism in general. Therefore our research was referred also on studying of local changes of structure of a skin after influence of a chemical factor. This scientific experiment pursued the aim to give a comparative assessment to efficiency of use of a new method of treatment of combustions of a skin a medical bandage with a sorbent No. 1, No. 2. The sorbent bandages are a part No. 1: AE vitamin, the dimined powder 3 rp., camphoric oil of 1 ml. The sorbent bandages are a part No. 2: the dimined powder 3gr., olive oil of 1 ml., Vaselineum of 1 g. The histological research of sections of a skin in the place of a burn trauma validates judgments concerning larger therapeutic effect from treatment повязки№2 in comparison with treatment by a bandage No. 1. In particular, thickness of a rostkovy layer of a false skin at rats of the fourth group in a zone of a cuticularization of a wound surface it is reliable above, than at rats of the third group. Acceleration of rates of an adhesion of burn wounds is reached due to weakening of expression of a destructive and inflammatory phase of a wound process and activization of a proliferative and reparative phase.

Efficiency the sorbent bandages was observed in 7-14 days after drawing a corrosive burn. From the first observation it is already possible to draw a conclusion, that the sorbentny bandage No. 2 affected locally - only the sick site and all depth. During action of a bandage No. 2 within 7 days of a naozhoga updating of liquid in tissues of the sick site and their disinfection - purification

from a pathogenic factor, so, and elimination of pathological process came acid, at the same time tissues carried out a role of the peculiar filter passing through itself microorganisms and particles of substance. Impact of bandages No. 2 on an adhesion of wounds was more expressed, than bandages No. 1. Rats with bandages No. 2 were more active, than rats with bandages No. 1. And the bandage No. 1 insufficiently effectively affected process of an adhesion of combustions and wounds. Use of a sorbent bandage No. 2 promoted not only reliable acceleration of a healing, but also reduction of range of terms of a cuticularization, (to decrease of dispersion of indicators), healing took place under a dry scab. By results of a research it is possible to draw a conclusion that No. 2 the sorbent bandage in comparison с№1 a bandage has more effective wound healing effect. The medical sterile bandages with a carbon sorbent which are possessing antimicrobial actions at the expense of a carbonaceous fiber, actively deleting a pathological microflora from a wound are for the first time developed. The main indications to use composite carbon the sorbent bandages was treatment of corrosive burns. The obtained data allow to speak about unique properties the sorbent bandages which have good ability to absorb a wound secret, to render at the same time the expressed sorption effect in relation to microorganisms, reducing a bacterial activity to wounds and trophic ulcers. Completely eliminates exsudate smells. The carbonaceous sorbent creates the conditions necessary for prophylaxis of complications of primary injuries. Are used as primary and medical dressing

1. The histologic research of cuts of skin after a chemical burn validates judgments concerning bigger therapeutic effect from treatment of a bandage No. 2 in comparison with treatment by a bandage No. 1 as the sorbit bandage No. 2 affected locally - only the sick site and all depth.

2. During action of a bandage No. 2 within 7-14 days on a chemical burn updating of liquid in fabrics of the sick site and clarification from a pathogenic factor, elimination of pathological process has come sulfuric acid. Rats with bandages No. 2 were more active, than rats with bandages No. 1, the bandage No. 1 insufficiently effectively affected process of healing of a burn and wounds.

3. Application of a sorbent bandage No. 2 promoted not only reliable acceleration of healing, but also reduction of range of terms of an epitelization, quick healing, has more effective wound healing effect.

Литература

- 1 Алексеев А.А. (2010) Бобровников А.Э. Местное применение стимуляторов регенерации для лечения ожоговых ран. Комбустиология: электронный журнал. №41. С. 23-37.
- 2 Алексеев А.А. с соавт. (2011) Использование мази сульфаргин для лечения ожоговых ран // Комбустиология: электронный журнал №44. С. 45-58.
- 3 Bernd A., Theilig C., Muller K., Bereiter Hahn J., Hevert F., Holzmann H. «Antiproliferative activity of highly purified coal tar preparation in comparison with clobetasol-17-propionate» *Arzneimittelforschung*. 40 (1990):782-787.
- 4 Bernd A., Wehrenberg O., Hevert F., Holzmann H. «Experimental and clinical demonstration of the antiproliferative effect of a highly purified coal tar fraction in a special gel vehicle» *Arzneimittelforschung* 38 (1988):582-586.
- 5 Botchkarev V.A., Eichmuller S., Johansson O., Paus R. «Hair cycle-dependent plasticity of skin and hair follicle innervation in normal murine skin» *J. Comp Neurol.* 386 (1997): 379-395.
- 6 Воробьев А.В., Мартусевич А.К., Соловьева А.Г. с соавт. (2009) Некоторые физико-биохимические свойства биологических жидкостей крыс при модельной термической травме // Бюллетень экспериментальной медицины и биологии. Т. 147, №4. С. 404-406.
- 7 Гейниц А.В., О.Э. Луцевич, М.П. Толстых, В.Г. Ширинский (2015) Новый способ лечения длительно не заживающих ран и трофических язв. Актуальные вопросы клинической медицины. Сборник научных трудов, посвященный 50-летию ГКБ №52 Департамента здравоохранения г.Москвы. – Москва. С.124-128.
- 8 Глубокова И.Б. с соавт. Эффективность мазевых композиций и коллагенбутоловых покрытий при лечении инфицированных ран // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. 2005. №1. С. 27-33.
- 9 Глухов А.А. (2010) Гистохимический анализ репаративных процессов в асептических экспериментальных ранах при использовании гидроимпульсной санации и тромбоцитарного концентрата / А.А. Глухов, С.Н. Семенов, Н.Т. Алексеева, А.П. Остроушко // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. -Том 3. - №4. - С. 368-373.
- 10 Глухов А.А. (2009) Применение программной гидропрессивно-аспирационной санации в комплексном лечении больных с гнойными очагами мягких тканей. Вестник экспериментальной и клинической хирургии. - Т.2, №1. - С. 14-19.
- 11 Dodd W.A. «Tars. Their role in the treatment of psoriasis.» *Dermatol. Clin.* 11 (1993):131-135.
- 12 Eckert R.L., Rorke E.A. «Molecular biology of keratinocyte differentiation» *Environmental Health Perspectives*. 80 (1989): 109-116.
- 13 Eckert R.L., Crish J.F., Efimova T., et al. «Regulation of involucrin gene expression» *J. Invest. Dermatol.* 123 (2004): 13-22.
- 14 Endl E., Gerdes J. «The Ki-67 protein: fascinating forms and an unknown function» *Exp. Cell Res.* 257 (2000): 231-237.
- 15 Enjolras O. «Local treatment of cutaneous psoriasis» *Rev. Prat.* 41 (1991):2174-2176.
- 15 Essers J., Theil A.F., Baldeyron C., van Cappellen W.A., Houtsmuller A.B., Kanaar R, Vermeulen W «Nuclear dynamics of PCNA in DNA replication and repair» *Mol. Cell. Biol.* 25 (2005): 9350-9359.
- 17 Жучков С. А. Состояние кератиноцитов интерфолликулярного эпидермиса при аппликации 13-цис-ретиноевой кислоты (иммуноцитохимический анализ) // Морфология. 2007а. - Т. 132, №4. - С. 68-72.
- 18 Каралова Е.М., Петросян А.В., Аброян Л.О., Ноздрин В.И., Мага-кян Ю.А. Синтез и содержание ДНК в ядрах клеток эпидермиса кожи мышей в процессе их дифференцировки и специализации // Бюл. эксперимент, биол. и мед. – 1988. – № 11. – С. 604-606.
- 19 Колсанов А.В. с соавт. Экспериментально-клиническое обоснование применения клеточных культур фибробластов в лечении ран и рубцовых деформаций кожи // Морфологические ведомости. 2009. №3. С. 199-200.
- 20 Crish J.F., Bone F., Banks E.B., Eckert R.L. «The human involucrin gene contains spatially distinct regulatory elements that regulate expression during early versus late epidermal differentiation» *Oncogene* 21 (2002):738-747.
- 21 Cruise B. «Wounds increase activin in skin and a vasoactive neuropeptide in sensory ganglia.» *Developmental biology* 271 (2004):1-10.
- 22 Луцевич О.Э., Толстых М.П., Ширинский В.Г., Ахмедов Б.А., Миронов К.Э., Гаджиев А.И. (2006) Морфология раневого процесса. Актуальные проблемы неотложной помощи в практическом здравоохранении (Сборник научных работ). -Мытищи: УПЦ «Талант». -Том XII. –С.73-80.
- 23 Луцевич О.Э., В.Г. Ширинский, Т.Г. Руденко, А.Б. Шехтер, М.П. Толстых, Б.А. Ахмедов, К.Э. Миронов, М.Ю. Лебедева (2006) Сравнительная оценка стимулирующего влияния различных лекарственных и биологически активных средств на заживление линейных ран в эксперименте // Актуальные проблемы неотложной помощи в практическом здравоохранении (Сборник научных работ). -Мытищи: УПЦ «Талант». -Том XII.–С.84-89.
- 24 Луцевич О.Э., В.Г. Ширинский, М.П. Толстых, К.Э. Миронов, Б.А. Ахмедов, А.И. Гаджиев (2006) Регуляция свободнорадикальных реакций в раневом процессе. Актуальные проблемы неотложной помощи в практическом здравоохранении (Сборник научных работ). -Мытищи: УПЦ «Талант»-Том XII. –С.89-94.
- 25 Толстых В.А. Дербенёв Ю.В. Бехер В.Г. Ширинский В.А. Крамаренко (2007) Монография. Стимуляция заживления и профилактика нагноений послеоперационных ран / М.П. // -М.: Дипак. -96с.
- 26 Толстых М.П., Толстых П.И., Ширинский В.Г., Ахмедов Б.А., Бехер Ю.В., Кулешов Ю.И., Будневский С.В., Гаджиев В.И. (2006) Молекулярно-клеточные механизмы лазерной и антиоксидантной коррекции заживления ран // Лазерная медицина – Т.10. –Вып.2. – С.40-47.
- 27 Chen J.D., Lapiere J.C., Sander D.N. «Interleukin-1 alpha stimulates keratinocytes migration through an epidermal growth factor transformationsgrowth factor-alpha-independent pathway» *Invest. Dermatol.* (1995):97-107.

- 28 Foreman M.I., Picton W., Lukowiecki G.A., Clark C. «The effect of topical crude coal tar treatment on unstimulated hairless hamster skin» *Br. J. Dermatol.* 100 (1979):707-715.
- 29 Heen M., Thiriar S., Noel J.C. Galand P. «Ki-67 immunostaining of normal human epidermis: comparison with 3H-thymidine labeling and PCNA immunostaining» *Dermatology* 197 (1998):123-126.
- 30 Li J. «Pathophysiology of acute wound healing» *Clinics in dermatology* 25.(2007): 9-18.

References

- 1 Alekseyev A.A. Bobrovnikov A.E. (2010) Mestnoye primeneniye stimulatorov regeneratsii dlia lecheniya ozhogovykh ran [Local application of regeneration stimulants for the treatment of burn wounds] *Kubustologiya: e-zhurnal.* № 41. pp. 23-37.
- 2 Alekseev A.A. With et al. (2011) Ispolzovaniye mazi sulfargin dlia lecheniya ozhogovykh ran [Use of sulphargin ointment for the treatment of burn wounds] *Kombustologiya: e-zhurnal.* № 44. pp. 45-58.
- 3 Bernd A., Theilig C., Muller K., Bereiter Hahn J., Hevert F., Holzmann H. «Antiproliferative activity of highly purified coal tar preparation in comparison with clobetasol-17-propionate» *Arzneimittelforschung.* 40 (1990):782-787.
- 4 Bernd A., Wehrenberg O., Hevert F., Holzmann H. «Experimental and clinical demonstration of the antiproliferative effect of a highly purified coal tar fraction in a special gel vehicle» *Arzneimittelforschung* 38 (1988):582-586.
- 5 Botchkarev V.A., Eichmuller S., Johansson O., Paus R. «Hair cycle-dependent plasticity of skin and hair follicle innervation in normal murine skin» *J. Comp Neurol.* 386 (1997): 379-395.
- 6 Vorobiev A.V., Martusevich A.K., Solovieva A.G. With et al. (2009) Nekotorye fiziko-boikhimicheskiye svoystva biologicheskikh zhidkostey krysa pri modelnoy termicheskoy travme [Some physical and biochemical properties of biological fluids in rats under model thermal trauma] *Bulletin of Experimental Medicine and Biology.* T. 147, №4. pp. 404-406.
- 7 Geynits A.V., Lutevich O.E., Tolstykh M.P., Shirinsky V.G. (2015) Novyi sposob lecheniya dlitelno ne zazhivayushchih ran [A new way to treat long-term healing wounds and trophic ulcers] *Actual problems of clinical medicine / Collection of scientific works dedicated to the 50th anniversary of the State Clinical Hospital №52 of the Moscow City Health Department.* - Moscow. -pp.124-128.
- 8 Glubokova I.B. With et al. (2005) Effectivnost mazevykh kompozitsiy i kollagenbutolovykh pokrytiy pri lechenii infitsirovannykh ran [Efficiency of ointment compositions and collagenbutol coatings in the treatment of infected wounds] *Experimental and clinical dermatocosmetology.* № 1. pp. 27-33.
- 9 Glukhov, A. A., Semenov S.N., Alekseeva N.T., Ostroushko A.P. (2010) Gistokhimicheskii analiz reparativnykh protsessov v aseptichestkikh eksperimentalnykh ranah pri ispolzovanii gidroimpulsnoi sanatsii i trimbitsitarnogo kontsentrata [Histochemical analysis of reparative processes in aseptic experimental wounds using hydroimpulse sanitation and platelet concentrate]. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery.* Volume 3. - №4. - pp. 368-373.
- 10 Glukhov A.A., Sergeev V.A., Ivanov V.M. (2009) Primeneniye programmnoi gidropressivno-aspiratsionnoi sanatsii v kompleksnom lechenii bolnykh s gnoynymi ochagami miagkikh tkaney [Application of programmed hydropressive-aspiration sanitation in complex treatment of patients with purulent foci of soft tissues] *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery.* - T.2, №1. - pp. 14-19
- 11 Dodd W.A. «Tars. Their role in the treatment of psoriasis.» *Dermatol. Clin.* 11 (1993):131-135.
- 12 Eckert R.L., Rorke E.A. «Molecular biology of keratinocyte differentiation» *Environmental Health Perspectives.* 80 (1989): 109-116.
- 13 Eckert R.L., Crish J.F., Efimova T., et al. «Regulation of involucrin gene expression» *J. Invest. Dermatol.* 123 (2004): 13-22.
- 14 Endl E., Gerdes J. «The Ki-67 protein: fascinating forms and an unknown function» *Exp. Cell Res.* 257 (2000): 231-237.
- 15 Enjolras O. «Local treatment of cutaneous psoriasis» *Rev. Prat.* 41 (1991):2174-2176.
- 16 Essers J., Theil A.F., Baldeyron C., van Cappellen W.A., Houtsmuller A.B., Kanaar R., Vermeulen W «Nuclear dynamics of PCNA in DNA replication and repair» *Mol. Cell. Biol.* 25 (2005): 9350-9359.
- 17 Zhuchkov S.A (2007) Sostoianiy keratinotsitov interfollikuliarnogo epidermis pri aplikatsii 13-tsisretinoevoi kisloty (immunotsitokhimicheskii analiz) [The state of keratinocytes of interfollicular epidermis in the application of 13-cis-retinoic acid (immunocytochemical analysis)] *Morphology.* - T. 132, №4. - pp. 68-72.
- 18 Karalova E.M., Petrosyan A.V., Abroyan L.O., Nozdrin V.I., Magakhan Yu.A. (1988) Sintez i sodержanie DNK v yadrah kletok epidermisa kozhi myshey v protsesse ih differentsirovki i spetsializatsii [Synthesis and DNA content in the nuclei of epidermal cells of the skin of mice during their differentiation and specialization] *Bul. Experiment, bio. And honey.* - No. 11. - pp. 604-606.
- 19 Kolsanov A.V. With et al. (2009) Eksperimentalno-klinicheskoe obosnovanie primeneniya klenochnykh kultur fibroblastov v lechenii ran i rubtsovykh deformatsii kozhi [Experimental-clinical substantiation of the use of fibroblast cell cultures in the treatment of wounds and cicatricial deformities of the skin] *Morphological sheets.* № 3. pp. 199-200.
- 20 Crish J.F., Bone F., Banks E.B., Eckert R.L. «The human involucrin gene contains spatially distinct regulatory elements that regulate expression during early versus late epidermal differentiation» *Oncogene* 21 (2002):738-747.
- 21 Cruise B. «Wounds increase activin in skin and a vasoactive neuropeptide in sensory ganglia.» *Developmental biology* 271 (2004):1-10.
- 22 Lutsevich O.E., Tolstykh M.P., Shirinsky V.G., Akhmedov B.A., Mironov K.E., Hajiyev A.I. (2006) Morfologiya rannego protsessa [Morphology of the wound process] *Actual problems of emergency care in practical public health (Collection of scientific works).* -Myteschi: UOC "Talent". -To XII. -pp.73-80.
- 23 Lucevich O.E., Shirinsky V.G., Rudenko T.G., Shekhter A.B., Tolstykh M.P., Akhmedov B.A., Mironov K.E., Lebedev M.Yu (2006) Regulyatsiya svobodnoradikalnykh reaktivatsii v rannem vozroste [Comparative evaluation of the stimulating effect of vari-

ous drugs and biologically active agents on the healing of linear wounds in the experiment] Actual problems of emergency care in practical public health (Collection of scientific works). -Myteschi: UOC "Talent". -Tom XII.-pp.84-89.

24 Lucevich O.E., Shirinsky V.G., Tolstykh M.P., Mironov K.E., Akhmedov B.A., Hajiyev A.I (2006) Sravnitel'naiya otsenka stimuliruyushchego vliianiya razlichnykh lekarstvennykh i biologicheskii aktivnykh sredstv na zazhivleniye lineynykh ran v experimente [The regulation of free radical reactions in the wound process] Actual problems of emergency care in practical public health (Collection of scientific works). -Myteschi: UOC "Talent". -Tom XII. -pp.89-94.

25 Tolstykh M.P., Lutsevich O.E., Shirinsky V.G., Medusheva E.O, Kramarenko E.A., Krivikhin D.V. (2007) Monografiya/ Stimulatsiya zazhivleniya i profilaktika nagnoenii posleoperatsionnykh ran [Monograph / Theoretical and practical aspects of wound healing] M.: Deepak. pp.96

26 Tolstykh M.P., Tolstykh P.I., Shirinsky V.G., Akhmedov B.A., Bekher Yu.V., Kuleshov I.Yu., Budnevsky S.V., Gadzhiev V.I. (2006) Molekuliarno-kletochnye mekhanizmy lazernoi i antioksidantnoi korrektsii zazhivleniya ran [Molecular-cellular mechanisms of laser and antioxidant correction of wound healing] Laser medicine - T.10. -Vyp.2. - pp.40-47.

27 Chen J.D., Lapiere J.C., Sander D.N. «Interleukin-1 alpha stimulates keratinocytes migration through an epidermal growth factor transformationsgrowth factor-alpha-independent pathway» Invest. Dermatol. (1995):97-107.

28 Foreman M.I., Picton W., Lukowiecki G.A., Clark C. «The effect of topical crude coal tar treatment on unstimulated hairless hamster skin» Br. J. Dermatol.100 (1979):707-715.

29 Heen M., Thiriar S., Noel J.C. Galand P. «Ki-67 immunostaining of normal human epidermis: comparison with 3H-thymidine labeling and PCNA immunostaining» Dermatology 197 (1998):123-126.

30 Li J. «Pathophysiology of acute wound healing» Clinics in dermatology 25.(2007): 9-18.

Sh.Sh. Mohammad^{*1}, E.B. Vsevolodov², I.K. Sharipov², L. Aliev³

¹Al-Farabi Kazakh national university,
Almaty, Kazakhstan

²Institute of general genetics and cytology,
Almaty, Kazakhstan

³Shymkent zoo, Shymkent, Kazakhstan

*E-mail: eduardvsevolodov@mail.ru

THE OBTAINING OF THE SHEEP WITH ODD NUMBER OF CHROMOSOMES AND THE POSSIBILITY OF ITS INHERITANCE

The inheritance of the sheep karyotype with odd number of chromosomes was analyzed basing on the results of interspecies crosses in Shymkent Zoo and the data of other researchers. As the sheep wild species (or subspecies) populations have different "even" number of chromosomes in their karyotype (*Ovis ammon musimon* – mufлон 54 and *O. ammon nigrimontana* – arhar 56) their crosses have odd chromosome number ($54/2 + 56/2 = 55$) the hybrids being principally fertile. The progeny of interspecies hybrids with odd chromosome number ($2n = 55$) can inherit such karyotype at least for 3 generations without obligate transfer to "even" chromosome number ($2n = 54$ or 56). The mechanisms of karyotype transfer to "even" chromosome number within the stable natural population is not clear. We can suppose that fertility of animals with odd chromosome number is somewhat lower than of normal animals with "even" chromosome number and the latter after all outnumber animals with odd chromosome number in several generations up to elimination of the animals with odd chromosome number.

Key words: wild sheep species, chromosomes number, sheep interspecies hybrids, inheritance of odd chromosome number.

Ш.Ш. Мохаммад^{*1}, Э.Б. Всеволодов², И.К. Шарипов², Л. Алиев³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан

²Жалпы генетика және цитология институты,
Алматы қ., Қазақстан

³Шымкент зообағы, Шымкент қ., Қазақстан

*E-mail: eduardvsevolodov@mail.ru

Шымкент зообағы мен басқа да зерттеушілердің мәліметтері бойынша, тұраралық шағылыстыруда хромосома сандары тақ кариотиптердің тұқымқуалау нәтижелері талқыланды. Жабайы түр (немес тұрасты) популяциядағы қой кариотипінде әртүрлі жұп хромосомалар жиынтығы болғандықтан (*Ovis ammon musimon* – мұфлон 54 and *O. ammon nigrimontana* – архар 56), олардың гибридтерінде хромосома сандары тақ болады ($54/2 + 56/2 = 55$), сонымен қоса қорытындылай келгенде гибридтер өсімтал болады. Тұраралық гибридтердің хромосома саны тақ болған ұрпағы ($2n = 55$), мұндай жағдайдағы кариотип кем дегенде 3 ұрпаққа дейін хромосомалары «жұп» санға өзгермей ($2n = 54$ немесе 56), тақ күйінде тұқымқуалауы мүмкін. Тұрақты табиғи популяцияда кариотиптің хромосомалар саны «жұп» санға ауысу механизмдері қазірге дейін белгісіз. Сонымен мынадай болжам жасауға болады, хромосомалары тақ санды жануарларға қарағанда, хромосомалары жұп санды жануарлардың ұрпақ беруі әлдеқайда жоғары, нәтижесінде олардың ұрпақтар арасында саны жағынан басымдығы артып, ал хромосомалары тақ санды жануарлар кемиді. Хромосомалар саны тақ болатын қойлардың тұраралық гибридтерін шағылыстыру нәтижесі талданды. Жабайы қой популяцияларының әр түрінде кариотиптері әр түрлі хромосомалар санымен ерекшеленеді.

Түйін сөздер: жабайы қойлардың түрлері, хромосомалардың саны, қойлардың тұраралық гибридтері, хромосомалардың тақ сандарының тұқым қуалауы.

Ш.Ш. Мохаммад¹, Э.Б. Всеволодов², И.К. Шарипов², Л. Алиев³

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

²Институт общей генетики и цитологии, г. Алматы, Казахстан

³Шымкентский зоопарк, г. Шымкент, Казахстан

*E-mail: eduardvsevolodov@mail.ru

Было проанализировано наследование кариотипа с нечетным числом хромосом на основе результатов межвидовых скрещиваний в Шимкентском зоопарке и данных других исследователей. Поскольку популяции диких видов (подвидов) имеют в своем кариотипе разное «четное» число хромосом (*Ovis ammon musimon* – *muflon* 54 and *O. ammon nigrimontana* – *arhar* 56) их гибриды имеют нечетное число хромосом ($54/2 + 56/2 = 55$), причем гибриды принципиально плодовиты. Потомство межвидовых гибридов с нечетным числом хромосом ($2n = 55$) может наследовать такой кариотип, по крайней мере, в 3 поколениях без облигатного перехода к «четному» числу хромосом ($2n = 54$ или 56). Механизмы перехода кариотипа к «четному» числу хромосом в стабильной естественной популяции остаются неясными. Можно предположить, что плодовитость животных с нечетным числом хромосом несколько ниже, чем у нормальных животных с «четным» числом хромосом и эти последние превосходят по численности животных с нечетным числом хромосом, вытесняя в течение нескольких поколений животных с нечетным числом хромосом.

Ключевые слова: виды диких овец, число хромосом, межвидовые гибриды овец, наследование нечетного числа хромосом.

Introduction

General karyotype structure

Several species of sheep genera differ in their diploid chromosomes (C) number (Orlov 1978: 5, Bunch 1978: 77, Sharipov 1989: 20). These differences seem to be caused by Robertsonian translocations (RT) which may happen also within the domestic animals (Kanapin et al. 1991: 1). Domestic goat females have 60 C (all acrocentric). In other words the female karyotype is presented by 30 pairs of C (Sharipov 1989: 20)]. The C within the pair are called homologous, usually have the same morphology and dimensions, include the same loci but rather often these loci are presented by different alleles. So female karyotype consists of 30 homologous pairs. But males have only 29 homolog pairs and these 58 C are called autosomes. Two last C do not look like a pair because one of them (Y-chromosome) is much shorter than another (X-chromosome), includes much less loci some of which are absent in X-chromosome and has quite different morphology (metacentric in goats) while all other goat C (including X-chromosome) are acrocentric. X- and Y-chromosomes are called sex C. Each normal male cell includes one X-chromosome (female sex chromosome) and one Y-chromosome (male sex C). Normal female cells never include Y-chromosomes. It is well known that in the course of meiosis (unlike mitosis) homologs find each other and conjugate (connect with each other in several particular C sites). X- and Y-chromosomes (as mentioned above) cannot

referred to as real homologs, but still they conjugate in meiosis.

Sheep karyotype evolution and odd C number interspecies hybrids karyotypes

The karyotype of goats seems to be most probable original karyotype for Bovidae family (Sharipov et al. 1980: 20). Later one after another RT took place. First of all the 1st and 4th C of the goat-like karyotype “fused” by their proximal (centromere) ends. It is supposed that one of these acrocentric chromosomes (AC) was broken near centromere (Bruere et al. 1974: 342, Vorontsov et al. 1972: 1109) and was lost. The other AC was broken near centromere in the very short shoulder which is still present in AC. This short shoulder was lost like centromere (together with short arm) was lost from the first AC. So both C loci of fresh breaks (“adhesive ends”) fuse (RCT) to produce the new metacentric chromosome (MC) with two well developed shoulders corresponding to the long shoulders of the 1st and 4th goat AC. Thus the C number in the cell became 59 instead of 60. If these events happened in a cell of germinal line (zygote → some definite blastomeres → primordial germ cells → oogonium or spermatogonium cells → oocytes or spermatocytes → egg or spermatid) which might become a gamete (spermatozoid or egg) the new MC could be transferred to the next generation. In the course of the meiosis this new MC might conjugate with two AC (one shoulder with its homolog AC 1st and another shoulder with its homolog AC 4th). At the anaphase stage one of the daughter cells was to receive the new MC but no AC

homologs of its shoulders. The zygote originated from the gamete of the parent with normal karyotype and another gamete bearing C mutation of RT type might produce heterozygous organism where all the cells had 59 C one being MC (RT). These organisms proved to be fertile (Bruere 1975: 323, Bruere et al. 1974: 342, Bunch et al. 1980: 9). This fact demands explanation. When two homologs conjugate and later part - one moving to one daughter cells and another to the other daughter cell no problem of correct distribution of genetic material between two cells seems to arise. But when three chromosomes conjugate such distribution is somewhat problematic. The MC must move to one of the daughter cells and two independent AC being together its shoulders homologs must both move into another daughter cell or the DNA distribution between two daughter cells would not be correct (balanced). Such organism originated from structurally heterozygous diploid germ line cell having new metacentric autosome and its shoulder homologous presented by different AC (Highman et al. 1976: 197) was expected to produce two types of haploid cells (gametes): 1) with new MC (RT) ($n=29$) and 2) having instead two different AC ($n=30$). As there appeared many offspring (male and female) of the ram with 59 C bearing the RT there might appear the offspring originated from zygotes where both spermatozoid and egg brought the RT. So these offspring became homozygotes with 58 C and the homolog pair of the RT. Such 58 C karyotype became the species (semispecies) characteristic of *Ovis ammon vignei* (Urial). On the basis of such 58 chromosome karyotype happened another RT (Hungerford 1965: 333) which fused 5th and 11th C of the goat type karyotype and when it became homozygous there appeared 56 C karyotype of Archar (*Ovis ammon nigrimontana*) and later 54 C karyotype of some other semispecies (Atilla et al. 2011: 81, Evans et al. 1973: 383, Bunch et al. 1980: 199, Orlov et al. 1983: 200, Highman et al. 1976: 197). At last on the basis of such 56 C karyotype happened another RT which fused 2nd and 8th C of the goat and when it became homozygotic there appeared 54 C karyotype of *Ovis ammon musimon* (Mouflon), *Ovis orientalis anatolica* (Ford 1980: 145) and *Ovis area* (domestic sheep). All these sheep species were crossed with each other (Sharipov 1998: 1) and the hybrids proved to be fertile when crossed back with any original species inspite of the difference between diploid C numbers ($2n$) of the species. For example, Archar $2n=56$ with 2 pairs of large metacentric autosoms. Domestic (or Mouflon) sheep $2n=54$ with 3 pairs of large metacentric autosoms. So F1 hybrid $2n=55$ (the sum of two haploid numbers Archar $n=28$

and domestic (or Mouflon) $n=27$. The F2b hybrid: {F1 ($2n=55$) X Archar ($2n=56$)} is expected to have $2n=56$ (probability 50%) or $2n=55$ (probability 50%). Indeed, Archar is supposed to be structurally homozygous at the chromosome structure level. It means that both daughter cells produced by the first meiotic division invariably receive $n=28$ C (including 2 metacentric and 25 acrocentric autosomes). Unlike original Archar species, F1 hybrid is structurally heterozygous as the balanced daughter cells must receive 28 chromosomes (including 1 sex chromosome, 2 metacentric and 25 acrocentric autosomes) or 27 C (including 1 sex chromosome, 3 metacentric and 23 acrocentric autosomes). The expectation of these results supposes the lack of interaction of C in what concern their structure during interphases of the germinal line cells or in the course of meiosis. But the results of some backcrossing of the F1 hybrid $2n=55$ {(Archar X domestic sheep) X domestic ram $2n=54$ } produced the unexpected karyotype $2n=56$. It supposes a kind of homologous C interaction increasing the probability of C level mutation causing the restoration of 2 different AC out of one MC ("reversed RT"). Such C mutations might be the result of homologous C interactions during "somatic crossingover" (Luchnik. et al. 1974: 219) at the zygote stage or at the early cleavage stages where such mutation happens in a single cell (blastomere) from which the whole bone marrow later develops. So the aim of this research was to analyze some new original material about the interspecies sheep hybrids karyotype heredity in different generations of the hybrids obtained in Shymkent Zoo in several recent years.

Materials and methods

In the recent time in Shymkent zoo were obtained some new hybrids whose parents had odd karyotypes $2n=55$. Their karyotypes were also studied to determine whether they could keep the parental karyotype structure in the 3rd generation of hybrids or they would inevitably acquire the "even" number of C. To prepare the lymphocytes metaphase spreads of different sheep species and their hybrids some of existing (Sumner 1972: 304) traditional methods traditional methods were used (Sharipov 1998: 1). They include:

- 1) collection of peripheral blood from the jugular vein, into the tubes containing heparin,
- 2) its transportation to the laboratory within the thermoboxes with temperature several degrees over 0°C ,
- 3) cultivation the blood lymphocytes (Radjabli et al. 1977: 231, Orlov et al., 1976: 1) in vitro in the medium 199 + cow fetal serum with the addition of lymphocyte proliferation stimulating factor phytohemagglutinin for 3 days,

4) arrest of transgression of metaphase to anaphase and to accumulate the cells at the stage of metaphase by adding colchicine 3 hours before the cells fixation,

5) swelling the metaphase to increase the distances between the chromosomes to make their structure more clear,

6) the fixation of the metaphases,

7) spreading the cells on the glass slides,

8) dying them with Gimsa dye (Grafodatski 1988: 1, Orlov et al., 1976: 1),

9) inserting them into transparent medium under cover glass,

10) selection of the metaphases spreads of high quality using the light microscope Axioscope 40 (Zeiss)

9) microphotography of the carefully selected spreads by the digit photcamera (Baumer optronic)

using computer program Video-KaryoTest-3.1 objective 100 X,

10) printing the photos on the paper for analysis of the structure and the number of chromosomes in the cells.

CYTOGENETICAL INVESTIGATION OF SHEEP INTERSPECIES HYBRIDS

The karyotype of several lambs obtained in Shymkent zoo were studied including those whose both parents had $2n=55$ C (Table 1).

Some progeny of the parents with $2n=55$ had $2n=54$ but the frequency of these latter did not dominated over the $2n=55$.

So our own data displayed the possibility of reproduction of $2n=55$ odd chromosome number karyotypes at least for 3 generations but $2n = 54$ “even” karyotypes also could be produced by the parents both of which had $2n=55$.

Table 1 – Progeny of the animals with $2n=55$ chromosomes karyotypes

N	Parents		Progeny	
	Origin	2n	Origin	2n
1	F1(Mf x Ar) F1(Mf x Ar)	55 55	F2{F1(Mf x Ar) x F1(Mf x Ar)}	55
2	F2 F1	55 55	F3(F2 x F1)	55
3	F2 F1	55 55	F3(F2 x F1)	55
4	F2 F1	55 55	F3(F2 x F1)	55
5	F2 F2	55 55	F3(F2 x F2)	55

Mf – Mufflon, Ar – Arhar, F1, F2, F3 – hybrids of 1st, 2^d and 3rd generations, 2n – diploid chromosome number.

Results and discussion

So having at our disposal ram and ewe of different species with $2n= 56$ and $2n=54$ karyotypes we can easily obtain the fertile progeny with odd number of C $2n=55$. The fertility of such F1 hybrids put the question, why usually the species characteristic C number is “even” (not odd) though in the wild nature near the border of two species areals the particular animals were found with odd C number (most probably as the result of interspecies hybridization) (Sharipov 1989: 20). Sharipov presented data of Bunch and Cox (Bunch et al. 1980: 9) who obtained F2 hybrids from F1 hybrids Archar ($2n=56$) X Mufflon ($2n=54$).

F1 hybrids had $2n= 28 + 27=55$. F2 hybrids had 2n depending on whether both parents “sent” non-paired MC into gamet or only one of them. In the last case $2n=55$ (structural heterozygote) and in the former case $2n=54$ (structural homozygote). These data shown that the odd structural heterozygote karyotypes ($2n=55$) were obtained at least not less often then “even” structurally homozygous karyotypes ($2n=54$). Of 37 such crosses 23 had $2n=55$ and only 14 had $2n=54$ C.

As karyotype $2n=54$ means that all 3 MC are paired, the F3 karyotype seems to receive inevitably at least 5 MC and F3 2n can’t be expected to be 56 excluding the cases of C mutations described

above (page ..., lines ...). Such mutations must be rather rare as not a single C mutation of this kind was met among 37 F3 obtained. We must take into account that the cells with C level structure heterozygosity may produce not only “unexpected” variants of karyotypes by Robertsonian or “inverted” Robertsonian mutations but also such mutation which imitate “expected” variants of C distribution and so the C mutations may happen more often than we can detect by methods used.

We can suggest that C meiotic (or, perhaps, interphase) conjugation of the type metacentric + 2 different AC homologous to its two shoulders may be followed by:

1) Unbalanced distribution of C material between two daughter cells:

one cell receives MC + one of AC homologous to one of its shoulders and the other cell receives only one AC homologous to the other shoulder of MC. Both these gamete karyotypes can't support normal development, cause early death of the embryos and must lower the fertility. So the animals structurally heterozygous will have less progeny and will be outnumbered and step by step excluded from the population by the more fertile progeny of structural homozygotes.

2) Crossingover interaction between MC and 2 AC with production “expected” and

“non-expected” chromosome mutations perhaps like that we suggested to explain the correlation between the cattle color mutation and chromosome Robertsonian translocation in the cattle (Kanapin et al. 1991: 704).

Such mutations may influence by some mechanism the frequencies of different

karyotypes distribution in the progeny of the crosses and lower the fertility of odd

karyotypes.

According to Bunch (Bunch et al., 1980) odd $2n=55$ karyotype proved to be not

more rare ($100 \times 23/37 = 62\%$) in the 37 hybrids mentioned above, than “even”

$2n=54$ karyotype ($100\% \times 14/37 = 38\%$) at least in artificial breeding condition. The corresponding

expected frequencies basing on supposed equal probability of balanced C distribution variations is 50% / 50%. In artificial breeding condition a ram and a ewe may be put into the same cage and several repeated inseminations may easily happened after the early death of the embryo while in the natural conditions many ewes are to be inseminated and the recycling dam may more easily escape repeated insemination and thus proved to be less fertile than structurally homozygous dam with “even” C number.

Conclusions

1. We can easily obtain principally fertile (at least in artificial conditions of breeding) sheep with odd chromosome number by crossing the animals of different species (for example Domestic sheep with $2n=54$ and Arhar with $2n=56$) or interspecies hybrids for further studying the chromosome behavior in meiosis when structurally non-homozygous chromosomes conjugate.

2. The progeny of interspecies hybrids with odd chromosome number ($2n=55$) can inherit such karyotype at least for 3 generations without obligate transfer to “even” chromosome number.

3. The mechanisms of karyotype transfer after all into structurally homozygous “even” chromosome number karyotype within the stable natural population is not clear.

4. We can suppose that fertility of animals with odd chromosome number is somewhat lower than of normal animals with “even” chromosome number structural homozygotes and the latter after all outnumber heterozygotes in several generation up to disappearing of the odd chromosome number,

5. Crossingover interaction between metacentric chromosomes and acrocentric chromosomes producing “expected” and “non-expected” chromosome mutations perhaps may influence by some mechanism the frequencies of different karyotypes distribution in the progeny of the crosses (Demin 1982: 105) and lower the fertility of odd karyotypes.

References

- 1 Орлов В.Н. Систематика горных баранов и происхождение домашних овец по данным кариологии. В: Морфо-экологические особенности диких родичей домашних овец. М., (1978): 5-17.
- 2 Bunch T.D. “Fundamental karyotype in domestic and wild species of sheep: identity and ranking of autosomal acrocentrics involved in banded formations” J. of Heredity 69 (1978): 77-80.
- 3 Шарипов И.К. Кариотип домашних и диких видов овец. – Алма-Ата: Наука. КазССР (1989): 1-142.
- 4 Bruere A.N., Mills R.A. “Observations on the incidence of Robertsonian translocations and associated testicular changes in a flock of New Zealand Romney sheep” 10 (1971): 260-72

- 5 Графодатский А.С., Раджабли С.И. Хромосомы сельскохозяйственных и лабораторных животных (атлас). «Наука» (1988):1-126.
- 6 Шарипов И.К., Кабир – Биюк-Оглы. “Цитогенетическое исследование диких баранов, домашних овец и их гибридов” Генетические основы выведения пород и биологии сельскохозяйственных животных 14 (1980): 91-104.
- 7 Bruere A.N. “The significance of the G-bands and C-bands of three different Robertsonian translocations of domestic sheep (*Ovis aries*)” 13 (1974) 342-51.
- 8 Evans H.J., Buckland R.A., Sumner A.T. “Chromosome homology and heterochromatin in goat, sheep and ox studied by banding techniques” *Chromosoma* 42 (1973): 383-402
- 9 Bruere A.N. “Further evidence of normal fertility and formation of balanced gametes in sheep with one or more different Robertsonian translocations” *J. of reproduction and fertility* 25 (1975): 323- 31..
- 10 Bruere A.N., Chapman H.M. “Double translocation heterozygosity and normal fertility in domestic sheep” *Cytogenetics and cell genetics* 13 (1974): 342-51
- 12 Орлов В.Н., Булатова Н.Ш. Сравнительная цитогенетика и кариосистематика млекопитающих. – М., (1983), 1-405.
- 13 Bunch T.D., Wang S. et al. “Cytogenetics, morphology and evolution of four subspecies of the giant sheep argali (*Ovis ammon*) of Asia” *Mammalia* 64 (1980): 199-207.
- 14 “International system for chromosome nomenclatures of domestic bovids” *Cytogenetics and cell genetics* 92. (1981): 283 – 99
- 15 Ford C.E., Pollock D.L., Gustavsson I. “Proceedings of the first international Conference for the standartisation of banded karyotypes of domestic animal” *Hereditas* 92 (1980): 145-62.
- 16 Evans H.J., Buckland R.A., Sumner A.T. “Chromosome homology and heterochromatin in goat, sheep and ox studied by banding techniques” *Chromosoma* 42 (1973): 383 - 402.
- 17 Atilla A., Zima J. “Banded karyotype of the Konia wild sheep (*Ovis orientalis anatolica* Valennciennes, 1856) from Turkey” *Comparative cytogenetics* 5 (2011) : 81-89.
- 18 Орлов В.Н., Чудиновкая Г.А., Горелов Ю.К. “Кариотипы гибридов уриалов (*Ovis ammon cycloceros*) с каракульской овцой” // Проблемы гибридизации копытных. – М., (1980): 89-91.
- 19 Лучник Н.В., Севанкаев А.Б., Козлов В.М. “Особенности формирования хромосомных aberrаций после облучения клеток в G₀-фазе и при подготовке к делению” (Russian). *Радиобиология* 14 (1974): 219-23.
- 20 Шарипов И.К., Кабир – Биюк-Оглы. “Цитогенетическое исследование диких баранов, домашних овец и их гибридов” Генетические основы выведения пород и биологии сельскохозяйственных животных 14 (1980): 91-104.
- 21 Орлов В.Н., Чудиновкая Г.А., Крюкова Е.Р. “Исследование хромосомных наборов млекопитающих (методическое руководство)”. (Russian). Москва. (1976): 1-36.
- 22 Хаймэн Дж., Полдинг А. С. “Культивирование человеческих фибробластов для исследования хромосом”(Russian) Новые методы культуры тканей. «Мир», Москва.(1976): 197-221.
- 23 Раджабли С.И., Графодатский А.С “Эволюция кариотипа млекопитающих (структурная реорганизация хромосом и гетерохроматин” *Цитогенетика гибридов, мутации и эволюция кариотипа* (Russian) (1977): 231-48.
- 24 Hungerford D.A. “Leucocytes cultured from small inocula of whole blood and the preparation of metaphase chromosomes by treatment with hypotonic KCl “ *Stain technology* 40 (1965): 333-38.
- 25 Шарипов И.К. “Методы хромосомного анализа у млекопитающих. – Алматы: «Қазақ университеті». (1998): 1-55.
- 26 Sumner A.T. “A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin” *Experimental cell research* 75 (1972): 304-06
- 27 Воронцов Н.Н., Коробицына К.В. и др. “Цитогенетическая дифференциация и видовые границы истинных баранов (*Ovis S. Str.*) Палеарктики” (Russian) // Зоологический журнал 8 (1972): 1109-122.
- 28 Bunch T.D., Cox L.M. “Argali-Mouflons. Gambling with genes” *Wild sheep international*. (Published by international sheep and goat institute, London) (1980): 9-12
- 29 Канапин А.К., Шарипов И.К., Вишневецкая С., Всеволодов Э.Б., Кусмулданов К.С. “Хромосомная транслокация 1/29 и некоторые фенотипические проявления у скота алтайской породы” (Russian). *Генетика* 27 (1991): 704-08.
- 30 Демин Ю.С.”Презиготическая селекция у животных” *Успехи современной биологии (Russian) (Successes of modern biology)* 93 (1982): 105-09.

References

- 1 Atilla A., Zima J. Banded karyotype of the Konia wild sheep (*Ovis orientalis anatolica* Valennciennes, 1856) from Turkey. *Comparative cytogenetics* 5 (2): P.81-89 (01 July 2011).
- 2 Bruere A.N., The significance of the G-bands and C-bands of three different Robertsonian translocations of domestic sheep (*Ovis aries*) // *Cytogenetics and cell genetics* 1974. V. 13., P.342-351.
- 3 Bruere A.N. Further evidence of normal fertility and formation of balanced gametes in sheep with one or more different Robertsonian translocations // *J. of reproduction and fertility*. 1975. V.25. P. 323- 331..
- 4 Bruere A.N., Chapman H.M. Double translocation heterozygosity and normal fertility in domestic sheep // *Cytogenetics and cell genetics*.. 1974. V. 13. P. 342-351.
- 5 Bruere A.N., Mills R.A. Observations on the incidence of Robertsonian translocations and associated testicular changes in a flock of New Zealand Romney sheep // *Cytogenetics* . 1971. V, 10. P. 260-272.
- 6 Bunch T.D. Fundamental karyotype in domestic and wild species of sheep: identity and ranking of autosomal acrocentrics involved in banded formations // *J. of Heredity*. 1978. V.69. P. 77-80.

- 7 Bunch T.D., Cox L.M. Argali-Mouflons. Gambling with genes// Wild sheep international. 1980 (Published by international sheep and goat institute, London). P. 9-12.
- 8 Bunch T.D., Wang S. et al. Cytogenetics, morphology and evolution of four subspecies of the giant sheep argali (*Ovis ammon*) of Asia // *Mammalia* V.64: P. 199-207.
- 9 Demin U.S.(1982) Prezignotnaya selektsiya u jivotnyh.[Prezigotic selection in animals]. // *Uspehi sovremennoy biologii* (Russia) (Successes of modern biology). 1982, V. 93, N 1, PP. 105-109.
- 10 Evans H.J., Buckland R.A., Sumner A.T. Chromosome homology and heterochromatin in goat, sheep and ox studied by banding techniques. // *Chromosoma*. 1973. V. 42. P. 383-402.
- 11 Ford C.E., Pollock D.L., Gustavsson I. Proceedings of the first international Conference for the standartisation of banded kariotypes of domestic animal // *Hereditas* . 1980. V. 92, P. 145-162
- 12 Grafodatsky A.C., Radjabli C.I.(1988). Chromosomy selkhozhoziystvennyh i laboratornyh jivotnyh [chromosomes of agricultural and laboratory mammals (atlas)] Novosibirsk. "Nauka", 1988. P. 1-126
- 13 Hungerford D.A. Leucocytes cultured from small inocula of whole blood and the preparation of metaphase chromosomes by treatment with hypotonic KCl // *Stain technology* 1965, V. 40, N 6, P. 333-338
- 14 Хаймэн Дж., Полдинг А. С. (1976) Cultivirovaniye chelovecheskih fibroblastov dlya issledovaniya hromosom [Cultivation of human fibroblasts to study chromosomes] [*Novyie metody kultury tkaney*] . Moscow. "Mir" PP. 197-221.
- 15 Kanapin A.K., Sharipov I.K., Vishnevskaya S.S., Vsevolodov E.B, Kusmuldanov K.S.(1991) translokatsiya hromosomy 1/29 i yeyo nekotorye fenotipicheskiye proyavleniya u skota altayskoy porody. *Genetika-* (Russian) vol.27, N4, PP.704-708 [Translocation of the chromosome 1/29 and its some phenotypical expressions in the cattle of Alatauuskaya breed] (Russian). *Genetika* ,V.27. N4. P.704-708.
- 16 International system for chromosome nomenclatures of domestic bovids // *Cytogenetics and cell genetics*. V. 92. P. 283 – 299.
- 17 Luchnic N.V., Sevankaev A.B., Kozlov V.M (1974) Osobennosti formirovaniya hromosomnyh aberratsiy Posle oblucheniga kletok V G₀ – faze u vo vremia podyotovki k deleniyu.[The specificity of chromosomes aberration formation after cells irradiation in G₀-phase and during preparation to division] *Radiobiologiya-* (Russia) vol. 14 N2, PP 219-223
- 18 Orlov V.N. (1978) Sistematika gornyh baranov i proishogdenie domashnih ovets Po kariologichaskim dannym [Mountain rams systematics and domestic sheep origin according to karyological data. Morfo- ekologicheskkiye osobennosti dikih predkov domashnih ovets] In: "The Morphological - Ecological specificity of domestic sheep wild relatives, PP. 5-17.
- 19 Orlov V.N., Bulatova N.Sh.(1983) Sravnitel'naya tsitogenetika i kariosistematika mlekopitayuschih –(Russia) [Comparative cytogenetics and karyosystematics of the mammals (Russia)] Moscow.. PP.1-405
- 20 Orlov V.N., Chudinovskaya G.A., Gorelov Yu.K (1980) Kariotipy gibridov urialov (*Ovis ammon cycloceros*) s karakulskoy ovtsoy- [The karyotypes of hybrids of Uriaals (*Ovis ammon cycloceros*) with Karakul ewe (Russia)] *Problems of hoofed hybridization - Russia* Moscow. PP. 89-91.
- 21 Orlov V.N., Chudinovskaya G.A., Krukova E.P. (1976) Issledovaniye hromosomnyh naborov mlekopitayuschih (metodicheskiye inseruktsii) [The investigation of the chromosome sets of mammals (methodical instructions) (Russian)] Moscow, PP. 1-36.
- 22 Radjabli S.I., Grafodatsky A.S (1977) .Evolutsia kariotipa mlekopitayuschih (strukturnaya reorganizatsiya hromosom i geterochromatina) "Evolution of the mammals karyotype (structural reorganizations of chromosomes and heterochromatin)- Russia .Cytogenetics of hybrids, mutations and karyotype evolution (Russia) Novosibirsk, "Nauka". PP. 231-248.
- 23 Sharipov I.K.Kariotip domashnih i dikih ovets [Karyotype of domestic and wild sheep] "Nauka" (Russia) Akmaty.1989, PP. 1-143.
- 24 Sharipov I.K.(1998). Metody hromosomnogo analiza u mlekopitayuschih [Methods of chromosome analysis in mammals] Almaty. «Қазақ университеті». PP. 1-55.
- 25 Sharipov I.K., Kabir-Biyuk-Ogly(1980) Tsitogeneticheskoye issledoovanie dikih Baranov domashnih ovets i ih gibridov [Cytogenetical investigation of wild rams, domestic sheep and their hybrids]. *Genetical basis of breeds derivement and biology of agricultural animals*(Russia). Almaty. Vol.14. PP. 91-104.
- 26 Sumner A.T.(1972) A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin // *Experimental cell research*.. V.75. PP. 304-306.
- 27 Vorontsov N.N., Korobitsina K.V., Nadler C.F. et al (1972).Tsitogenetichesk aya differentsiatsiya i vidovgie granitsy istinnyh Baranov (*Ovis S. Str.*) palearktiki (Cytogenetical differentiation and species borders of true rams (*Ovis S. Str.*) of Palearctic// *Zoologicheskyy journal* –Russia , - Vol. 51, N 8, PP. 1109-1122.

МАЗМҰНЫ–СОДЕРЖАНИЕ

Шолу мақалалары

Обзорные статьи

<i>Zayadan B., Sadvakasova A., Usserbayeva A., Bayzhigitova A., Sarsekeyeva F.</i> Prospects of using cyanobacteria for biodiesel production.....	4
<i>Atabayeva S.D., Nurmahanova A.S., Asrandina S.S., Alybayeva R.A., Kenzhebayeva S.S.</i> Plants under the combined effect of salinity and heavy metals.....	15
<i>Атабаева С.Д., Нурмаханова А.С., Асрандина С.Ш., Кенжебаева С.С.</i> Особенности действия кадмия на растения	27
<i>Жубанова А.А., Акимбеков Н.Ш., Кайырманова Г.К., Тастамбек К.Т., Цяо С.</i> Мировые запасы угля, влияние его добычи на экологию окружающей среды в разных странах: обзор.....	36

1-бөлім

Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері

Раздел 1

Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды

<i>Kolumbayeva S.Zh., Lovinskaya A.V., Shalakhmetova T.M., Suvorova M.A., Voronova N.</i> The antimutagenic potential of biologically active compounds of <i>Inula britannica</i> L. family Compositae.....	46
<i>Савицкая И.С., Кистаубаева А.С., Шокатаева Д. Х., Исаева А.У., Жабакова А.Б.</i> Эффективность биоокисления серы различной дисперсности тионовыми бактериями.....	54

2-бөлім

Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар деңсаулығына әсерін бағалау

Раздел 2

Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения

<i>Ермагамбетова Ж., Ыдырыс Ә., Аблайханова Н.Т., Бейсенбай А., Жәлел Ж., Б.А. Үсіпбек</i> Экзогенді факторлардың егеуқұйрықтар эритроциттерінің резистенттілігіне әсері	66
<i>Нурмаханова А.С., Атабаева С.Д., Тілеуберді А., Алыбаева Р.А., Асрандина С.Ш., Кенжебаева С.С.</i> Күріш сорттары тамырының (<i>oryza sativa</i> l.) құрылымына кадмий иондарының әсері	77

3-бөлім

Биологиялық алуантүрлікті сақтаудың өзекті мәселелері

Раздел 3

Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия

<i>Izbastina K., Aipeisova S., Kurmanbayeva M., Kurmantayeva A., Baishanbo A.</i> Review of genus <i>Anthemis</i> L. (<i>Asteraceae</i>) species, stored in some Kazakhstan herbarial funds	88
<i>Булатова К.М., Мазкират Ш., Раимбекова А.Т., Бабисекова Д.И.</i> Влияние аллелей глютенинкодирующего локуса <i>Glu1B</i> на хозяйственно-ценные показатели пшеницы при разных дозах азотных удобрений.....	100
<i>Yessimsitova Z., Ablaykhanova N.T., Mankibayeva S.A., Zharkova I.M., Aysabayeva A.E., Aytzhan M.U., Eltay G.E., Mukash A.S., Abdikarimova Y.N.</i> Morphological studying of rats skin in an experiment	111
<i>Mohammad Sh.Sh., Vsevolodov E.B., Sharipov I.K., Aliev L.</i> The obtaining of the sheep with odd number of chromosomes and the possibility of its inheritance.....	123

CONTENTS

Review articles

- Zayadan B., Sadvakasova A., Ussebayeva A., Bayzhigitova A., Sarsekeyeva F.*
Prospects of using cyanobacteria for biodiesel production.....4
- Atabayeva S.D., Nurmahanova A.S., Asrandina S.S., Alybayeva R.A., Kenzhebayeva S.S.*
Plants under the combined effect of salinity and heavy metals15
- Atabayeva S.D., Nurmahanova A.S., Asrandina S.S., Kenzhebayeva S.S.*
THE Peculiarities of cadmium effect on plants27
- Zhubanova A.A., Akimbekov N.Sh., Kaiyrmanova G.K., Tastambek K.T., Qiao X.*
World coal reserves the impact of mining on the ecology of
the environment in different countries: overview36

Section 1

Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protection

- Kolumbayeva S.Zh., Lovinskaya A.V., Shalakhmetova T.M., Suvorova M.A., Voronova N.*
The antimutagenic potential of biologically active compounds of *Inula britannica* L. family Compositae.....46
- Savitskaya I.S., Kistaubaeva A.S., Shokatayeva D.H., Isayeva A.U., Zhabakova A.B.*
The efficiency of bio-oxidation of sulfur of various dispersions by thiobacteria 54

Section 2

Assessment of environmental pollution on biota and health

- Yermagambetova Zh., Ydyrys A., Ablaiqhanova N.T., Baishanbo A., Jielile J., Ussipbek B.A.*
Effect of exogenous factors on the resistance of red blood cells of white rats66
- Nurmahanova A.S., Atabayeva S.D., Tleuberdy A., Alybayeva R.A., Asrandina S.S., Kenzhebayeva S.S.*
Action of cadmium ions on the structure of the root of some varieties of rice (*Oryza sativa* L.)77

Section 3

Actual problems of biodiversity conservation

- Izbastina K., Aipeisova S., Kurmanbayeva M., Kurmantayeva A., Baishanbo A.*
Review of genus *Anthemis* L. (*Asteraceae*) species, stored in some Kazakhstan herbarial funds88
- Bulatova K.M., Mazkirat Sh., Raimbekova A.T., Babisekova D.I.*
Effect of glutenin coding Glu1B locus alleles on economic valuable traits of
wheat in case of the different doses of nitrogen fertilizers 100
- Yessimsitova Z., Ablaykhanova N.T., Mankibayeva S.A., Zharkova I.M.,
Aysabayeva A.E., Aytzhan M.U., Eltay G.E., Mukash A.S., Abdikarimova Y.N.*
Morphological studying of rats skin in an experiment111
- Mohammad Sh.Sh., Vsevolodov E.B., Sharipov I.K., Aliev L.*
The obtaining of the sheep with odd number of chromosomes and the possibility of its inheritance.....123