

ISSN 1563-0218; eISSN 2617-7498

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

Биология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия биологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EXPERIMENTAL BIOLOGY

№1 (86)

Алматы
«Қазақ университеті»
2021



ISSN 1563-0218; eISSN 2617-7498

ХАБАРШЫ

БИОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №1 (86) наурыз



04. 05. 2017 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникация министрлігінде тіркелген

Қуәлік № 16494-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады
(наурыз, маусым, қыркүйек, желтоқсан)

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Сапарғалиева Н.С., б.ғ.к., аға оқытушы (Қазақстан)
e-mail: bb.kaznu.kz@gmail.com

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Бисенбаев А.Қ., б.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі (ғылыми редактор) (Қазақстан)
Бекманов Б.О., б.ғ.к., доцент (ғылыми редактордың орынбасары) (Қазақстан)
Төлеуханов С.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Айташева З.Г., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кистаубаева А.С., б.ғ.к. (Қазақстан)
Ивашенко А.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Мухитдинов Н.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Нургазин С.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Турусбеков Е.К., б.ғ.к., қауымдастырылған профессор (Қазақстан)

Омаров Р.Т., PhD (Қазақстан)
Искаков Б.К., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Сарбасов Д., PhD, профессор (АҚШ)
Орынбаева З., PhD, профессор (АҚШ)
Курмашева Р.Т., PhD (АҚШ)
Сапарбаев М., PhD, профессор (Франция)
Ищенко А., PhD (Франция)
Лось Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Ташев А.Н., профессор (Болгария)

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Смекинов Изат, PhD (Қазақстан)

Журнал материалдарында ауқымды биологиялық мәселелері қарастырылады – ғылыми шолу, теориялық және эксперименталдық зерттеулердің нәтижелері.

Мақалалар биологияның келесі бөлімдері бойынша жарияланады: ботаника, биотехнология, биохимия, өсімдіктер физиологиясы, генетика және молекулалық биология, клеткалық биология, биофизика, адам және жануарлар физиологиясы, зоология және ихтиология, цитология және гистология, микробиология және вирусология.



Министерство образования и науки
Республики Казахстан
Официальный интернет-ресурс
Комитета по контролю в сфере
образования и науки



РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index



Жоба менеджері

Гүлмира Шаққозова
Телефон: +7 701 724 2911
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:

Гүлмира Бекбердиева
Ағила Хасанқызы

Компьютерде беттеген

Айгүл Алдашева

ИБ № 14313

Пішімі 60x84 ¹/₈. Көлемі 13,0 б.т. Тапсырыс № 2328.
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, 2021

1-бөлім
БОТАНИКА

Section 1
BOTANY

Раздел 1
БОТАНИКА

Alexander Tashev*, Nikolai Tashev

University of Forestry, Bulgaria, Sofia

*e-mail: altashev@mail.ru

PLANT SPECIES OF BULGARIAN FLORA INCLUDED IN THE CITES CONVENTION

The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) was finally agreed in Washington DC, on March 3 1973. It was ratified by the Parliament of Bulgaria in 1991 and published in 1992. The study presents characteristics of the systematic structure and ecological and biological characteristics of Bulgarian flora plants, included in Appendix II of the Convention. According to the Convention, 77 species belonging to 29 genera and 4 families of Bulgarian flora are protected. The intraspecific diversity includes 18 subspecies, varieties and two forms. The plants are classified according to biological types, life form and floristic elements following Walter. Also, information on the distribution of these species in Bulgaria and their ecological groups are presented. The conservation importance of the species is analyzed in the national and international context. Full systematic list of the species of Bulgarian flora, protected by Appendix II of the CITES is presented.

Key words: Bulgaria, flora, CITES.

А. Ташев*, Н. Ташев

Ормантехникалық университеті, София, Болгария қ.

*e-mail: altashev@mail.ru

CITES конвенциясына енгізілген болгар флорасы өсімдіктерінің түрлері

Құрып кету қаупі төнген жабайы фауна мен флора түрлерімен халықаралық сауда туралы Конвенция (CITES) 1973 жылы 3 наурызда Вашингтонда келісілген болатын. Қазіргі уақытта Конвенцияға 175 ел қосылды. Ол 1991 жылы Болгария Парламентімен ратификацияланды және 1992 жылы жарық көрді. Осы зерттеудің мақсаты конвенцияға II Қосымшаға енгізілген Болгар флорасы өсімдіктерінің жүйелі құрылымы мен экологиялық-биологиялық сипаттамаларын талдау болып табылады. II қосымша қазіргі уақытта жойылып кету қаупі төніп тұрған, бірақ осындай болуы мүмкін түрлерді қамтиды және олардың халықаралық саудасы шамадан тыс пайдалануды болдырмау үшін қатаң бақыланады. Конвенцияға сәйкес Болгарияда жергілікті флораның 29 туысы мен 4 тұқымдасына жататын 77 түрі қорғалады. Ішкі алуантүрлілікке 18 тұрасты, сорт және екі форма кіреді. Уолтер бойынша өсімдіктер биологиялық типтерге, тіршілік формаларына және флористикалық элементтерге жіктеледі. Мақалада сондай-ақ, бұл түрлердің Болгария елінде таралуы және олардың экологиялық топтары туралы ақпарат қарастырылған. Түрді сақтаудың маңыздылығы ұлттық және халықаралық контексте талданады. II CITES қосымшасымен қорғалатын Болгар елінің флорасы түрлерінің толық жүйелі тізімі ұсынылған.

Түйін сөздер: Болгария, флора, CITES.

А. Ташев*, Н. Ташев

Лесотехнический университет, Болгария, г. София

*e-mail: altashev@mail.ru

Виды растений болгарской флоры, включенные в конвенцию CITES

Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (CITES), была окончательно согласована в Вашингтоне 3 марта 1973 года. В настоящее время к Конвенции присоединились 175 стран. Она была ратифицирована парламентом Болгарии в 1991 году и опубликована в 1992 году. Целью настоящего исследования является анализ систематической структуры и эколого-биологических характеристик растений болгарской флоры, включенных в Приложение II к Конвенции. Приложение II включает виды, которым в настоящее время не угрожает исчезновение, но которые могут стать таковыми, и международная торговля ими строго контролируется во избежание чрезмерной эксплуатации. В соответствии с Конвенцией в Болгарии охраняются 77 видов, принадлежащих к 29 родам и 4

семействам местной флоры. Внутривидовое разнообразие включает 18 подвигов, разновидностей и две формы. По Уолтеру, растения классифицируются по биологическим типам, жизненным формам и флористическим элементам. Также представлена информация о распространении этих видов в Болгарии и их экологических группах. Важность сохранения вида анализируется в национальном и международном контексте. Представлен полный систематический список видов болгарской флоры, охраняемых Приложением II CITES.

Ключевые слова: Болгария, флора, CITES.

Introduction

The aim of this study was to analyze the systematic structure, ecological and biological features and conservation significance of the species of Bulgarian flora (at the national and international level), which are included in the Convention on International Trade in Endangered Species of Flora and Fauna (1973). The Convention, better known as CITES (also known as the Washington Convention), is an international wildlife conservation agreement that aims to prevent the extinction of plant and animal species due to trade. It was signed in Washington in 1973 and came into force on July 1, 1975. Currently, 175 countries have joined the Convention. One of them is Bulgaria, for which the Convention came into force on April 16, 1991, when it was ratified by the Parliament of the Republic of Bulgaria. A basic principle of the Convention is the control of trade with endangered species of plants and animals by introducing a particular system of permits issued by the relevant authorities in the member states of the Convention.

The Convention subjects are more than 33,000 species of plants and animals, included in 3 annexes depending on their degree of endangerment and, accordingly, the need for protection. Endangered species are included in Annex I – international trade is allowed only in exceptional cases and requires the issuance of import and export permits. Annex II includes species that are not currently threatened with extinction but could become so and international trade with them is strictly controlled to prevent over-exploitation. Annex III includes species protected by at least one of the countries that have asked other CITES participants for assistance in controlling trade with these species – international trade is only possible with an appropriate CITES document proving the origin of the specimen. Species of the Bulgarian flora are included only in Annex II of the Convention.

Materials and Methods

The nomenclature of species were identified according to GBIF (2001), Euro+Med PlantBase

(2006), The PlantList (2013) and POWO (2020). In determining the national nature conservation status of the plant species of Bulgarian flora protected by the CITES the following resources were used: Velchev (1984), Petrova & Vladimirov (2010), Peev (2015) and national legislation documents related to the protection of plant species: Biodiversity Act (2002) and its amendment (2007). The determination of the international status of the analyzed species was developed based on the IUCN Red List of Threatened Plants (Walter & Gillett, 1998), the List of Rare Threatened and Endemic Plants in Europe (Lucas 1983), European Red List of vascular plants (Bilz et al. 2011), Bern Convention (1973) and Council Directive 92/43/EEC of May 21, 1992, on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (1992). It is the last document that became the basis for establishing the pan-European ecological network NATURA 2000. The phyto-geographic affinity of the species was determined according to Assyov and Petrova (2012). Ecological groups of the analyzed species were determined according to Flora NR of Bulgaria (Jordanov 1964; 1970; Kozhuharov 1982; 1992; Delipavlov ed. 2011). Medicinal plants were classified according to Medicinal Plants Act (2000) and Tashev & Dimitrova (2019).

Results and Discussion

Based on a critical analysis of the latest data on the flora of Bulgaria, mainly related to the specification of the list of all members of the family Orchidaceae in it, we found that under the protection of the Convention are 77 species of 29 genera and 4 families. Taxa at the subspecies level are represented by 18 subspecies, 11 varieties and 2 forms (Jordanov 1964).

The family Amaryllidaceae is represented by 2 genera, 3 species, 2 subspecies and 2 varieties: *Galanthus elwesii* Hook. f. (syn. *G. maximus* Velen., *G. nivalis* auct. bulg.), *G. elwesii* ssp. *elwesii*, *G. elwesii* ssp. *minor*, *G. nivalis* var. *gracilis*, *G. nivalis* var. *maximus*; *Sternbergia colchiciflora* Waldst. & Kit. (syn. *Oporanthus colchiciflorus*).

The family Orchidaceae is represented by 25 genera, 71 species, 14 subspecies, 7 varieties and 2 forms: *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich. (syn. *Orchis pyramidalis*); *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce (syn. *C. alba*, *C. pallens*, *Epipactis alba*); *C. epipactoides* Fisch. & C. A. Mey.; *C. longifolia* (L.) Fritsch (syn. *C. ensifolia*, *Serapias helleborine* ssp. *longifolia*); *C. rubra* (L.) Rich. (syn. *Serapias rubra*); *Coeloglossum viride* (L.) Hartm. (syn. *Satyrium viride*), *C. viride* ssp. *bracteatum*; *Corallorhiza trifida* Chatel (syn. *C. innata*, *Ophrys corallorhiza*); *Cypripedium calceolus* L.; *Dactylorhiza baumanniana* Hölz. & Künkele; *D. cordigera* (Fries) Sóo (syn. *Orchis cordigera*, *O. latifolia* auct.), *D. cordigera* ssp. *cordigera*, *D. cordigera* ssp. *bosniaca*; *D. incarnata* (L.) Sóo (syn. *Orchis incarnata*, *O. angustifolia*), *D. incarnata* var. *incarnata*, *D. incarnata* var. *janevii*; *D. kalopisii* E. Nelson; *D. pindica* B. & E. Willing; *D. maculata* (L.) Soo ssp. *transsilvanica* (Schur) Soó; *D. romana* (Sebast. & Mauri) Sóo (syn. *Orchis romana*, *O. pseudosambucina*); *D. saccifera* (Brongn.) Sóo (syn. *Orchis maculata* ssp. *macrostachis*); *D. sambucina* (L.) Sóo (syn. *Orchis sambucina*); *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser; *E. gracilis* P. & H. Baumann; *E. greuteri* H. Baumann & Künkele; *E. helleborine* (L.) Crantz (syn. *E. latifolia*, *Serapias helleborine*), *E. helleborine* spp. *helleborine*, *E. helleborine* ssp. *viridiflora*, *E. helleborine* var. *obricularis* (syn. *E. obricularis*); *E. leptochila* (Godfery) Godfery; *E. microphylla* (Ehrh.) Sw (syn. *Helleborine microphylla*, *Serapias microphylla*), *E. microphylla* f. *nuda*; *E. palustris* (L.) Crantz (syn. *Helleborine palustris*, *Serapias helleborine* ssp. *palustris*); *E. persica* (Soo) Nannf.; *E. pontica* Taubenheim; *E. purpurata* Sm.; *E. spiridonovii* J. Devillers-Tershuren & P. Devillers; *Epipogium aphyllum* Sw. (syn. *E. gmelini*); *Goodyera repens* (L.) R.Br. (syn. *Satyrium repens*, *Epipactis repens*); *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. (syn. *G. conopsea*, *Orchis conopsea*, *Satyrium conopseum*), *G. conopsea* var. *conopsea* (syn. *G. conopsea* var. *typus*); *G. densiflora* (Wahlenb.) A. Dietr. (syn. *G. conopsea* var. *densiflora*); *G. frivaldii* Hampe ex Griseb. (syn. *G. frivaldskyana*); *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze (syn. *Malaxis paludosa*); *Herminium monorchis* (L.) R.Br. (syn. *Ophrys monorchis*); *Himantoglossum jankae* Somlyay, Kreutz & Ovari (syn. *Himantoglossum caprinum* auct. pl., non (M. Bieb.) Spreng. (Molnar et al. 2012); *H. hircinum* auct. non (L.) Spreng., *Satyrium hircinum*, *Loroglossum hircinum*); *Limodorum abortivum* (L.) Schwarz (syn. *Orchis abortivum*, *Ionorchis abortiva*); *Liparis loeselii* (L.) Rich. (syn. *Ophrys loeselii*, *Sturmia loeselii*); *Listera cordata* (L.) R.Br. (syn.

Ophrys cordata, *Diphryllum cordatum*); *L. ovata* (L.) R.Br. (syn. *Ophrys ovata*, *Diphryllum ovatum*); *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. (syn. *Ophrys nidus-avis*); *Nigritella nigra* (L.) Rehb. f. (syn. *N. angustifolia*, *Gymnadenia nigra*); *Ophrys apifera* Huds., *O. apifera* f. *flavescens* Rosb.; *O. cornuta* Steven (syn. *O. bicornis*, *O. oestriifera* M. B. var. *cornuta*); *O. insectifera* L., *O. mammosa* Desf. (syn. *O. aranifera* ssp. *mammosa*); *O. reinholdii* Spruner ex Fleishm.; *Neotinea tridentata* (Scop.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase.; *Orchis commutata* Torado; *O. coriophora* L., *O. coriophora* ssp. *coriophora*, *O. coriophora* ssp. *fragrans*, (syn. *O. fragrans*); *O. elegans* Heuff.; *O. lactea* Poir.; *O. laxiflora* Lam. s. str. (syn. *O. palustris* auct.), *O. laxiflora* ssp. *laxiflora*, *O. laxiflora* ssp. *elegans* (syn. *O. elegans*); *O. mascula* L. s. str., *O. mascula* ssp. *signifera* (syn. *O. speciosa*), *O. mascula* ssp. *mascula*, *O. militaris* L. (syn. *O. rivini*); *O. morio* ssp. *picta* (syn. *O. pictus*), *O. morio* var. *škorpili*, (syn. *O. škorpili*); *O. ovalis* F. W. Schmidt ex Mayer; *O. pallens* L. (syn. *O. sulphurea*); *O. papilionacea* L. (syn. *O. expansa*), *O. papilionacea* var. *parviflora*; *O. pinetorum* Boiss. & Kotschy; *O. provincialis* Balb.; *O. purpurea* Huds. (syn. *O. fusca*); *O. simia* Lam (syn. *O. tephrosanthos*), *O. simia* var. *laxiflora* Boiss.; *O. spitzelii* Saut. ex Koch; *O. tridentata* Scop. (syn. *O. taurica*), *O. tridentata* ssp. *tridentata*, *O. tridentata* ssp. *lactea* (syn. *O. lactea*); *O. ustulata* L. (syn. *O. amoena*); *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (syn. *P. solstitialis*, *Orchis bifolia*); *P. chlorantha* (Custer) Rehb. (syn. *P. montana*, *Orchis chlorantha*); *Pseudorchis albida* (L.) A. & D.Love. (syn. *Gymnadenia albida*, *Satyrium albidum*, *Perstylus albidus*); *Serapias vomeracea* (Burm.) Briq. (syn. *S. longipetala*, *Orchis vomeracea*, *S. vomeracea* var. *stenopetala*); *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. (syn. *S. autumnalis*, *Ophrys spiralis*); *Traunsteinera globosa* (L.) Rehb. (syn. *Orchis globosa*, *Nigritella globosa*).

Family Primulaceae is represented by 1 genus, 2 species, 2 subspecies and 2 varieties: *Cyclamen coum* Mill., *C. coum* ssp. *coum*, *C. coum* ssp. *coum* f. *coum*; *C. hederifolium* Aiton (syn. *C. neapolitanum* Ten.), *C. hederifolium* var. *hederifolium albiflorum*, *C. hederifolium* var. *hederifolium hederifolium*.

The family Ranunculaceae is represented by 1 genus and 1 species: *Adonis vernalis* L.

The vertical distribution of the analyzed species is as follows: 1.) from sea level to 500 m a.s.l. there are 7 species; 2.) up to 1000 m a.s.l. – 18 species; 3.) in the range 0–1500 m a.s.l. – 21 species; 4.) 0–2000 m a.s.l. – 9 species; 5.) 0–2500 m a.s.l. – 2 species; 6.) 500–1500 m a.s.l. – 8 species; 7.) from 500–2000 m a.s.l. – 2 species; 8.) from 500–2500 m a.s.l. –

3 species; 9.) from 1000–2000 m a.s.l. – 3 species; 10.) from 1000–2500 m a.s.l. – 2 species; 10.) from 1000–2925 m a.s.l. – 2 species (Assyov & Petrova 2012).

According to their phytogeographical classification of Walter adapted for Bulgaria's conditions, the species can be referred to the following several main groups of floral elements (Assyov & Petrova 2012). The group of sub-Mediterranean species (subMed) is best represented – 13 species, followed by the Euro-Asian (Eur-As) – 10 species and the European (Euro) – 9 species. Mediterranean (Med), Boreal (Boreal), Euro-Siberian (Eur-Sib) are represented by five species each. The Pontic-Mediterranean (Pont-Med) are 4 species. Balkan endemics (Bal) are also 4 species (*Dactylorhiza baumanniana*, *D. kalopisii*, *D. pindica* and *Epipactis spiridonovii*). Euro-sub-Mediterranean (Eur-subMed) group is represented by 3 species, while the Balkan-Anatolian (Bal-

Anat), Carpathian-Balkan (Carp-Bal), European-Oriental-Turanian (Eur-OT), Eastern Mediterranean (EMed), Arcto-alpine (Arct-Alp) and subboreal (subBoreal) are represented by 2 species.

The representation of the European Pontic (Eur-Pont), Mediterranean-Central Asian (Med-CAS), European-Anatolian (Eur-Anat), South European-Anatolian (SEur-Anat), Pontic (Pont), South Pontic (single) SPont) and Eastern European (EEur) is by 1 species each.

The distribution of CITES-protected species by floristic regions and subregions (Bondev 1966) (Fig. 1) is presented in Table 1. It shows that most of them are found in the floristic regions of the Rhodopes (63 species), Stara Planina (58 species), Rila (46 species) and Vitosha region (43 species), and the poorest are the regions Thracian lowland (30 species), Danube plain (28 species) and the valley of the Mesta river (25 species).

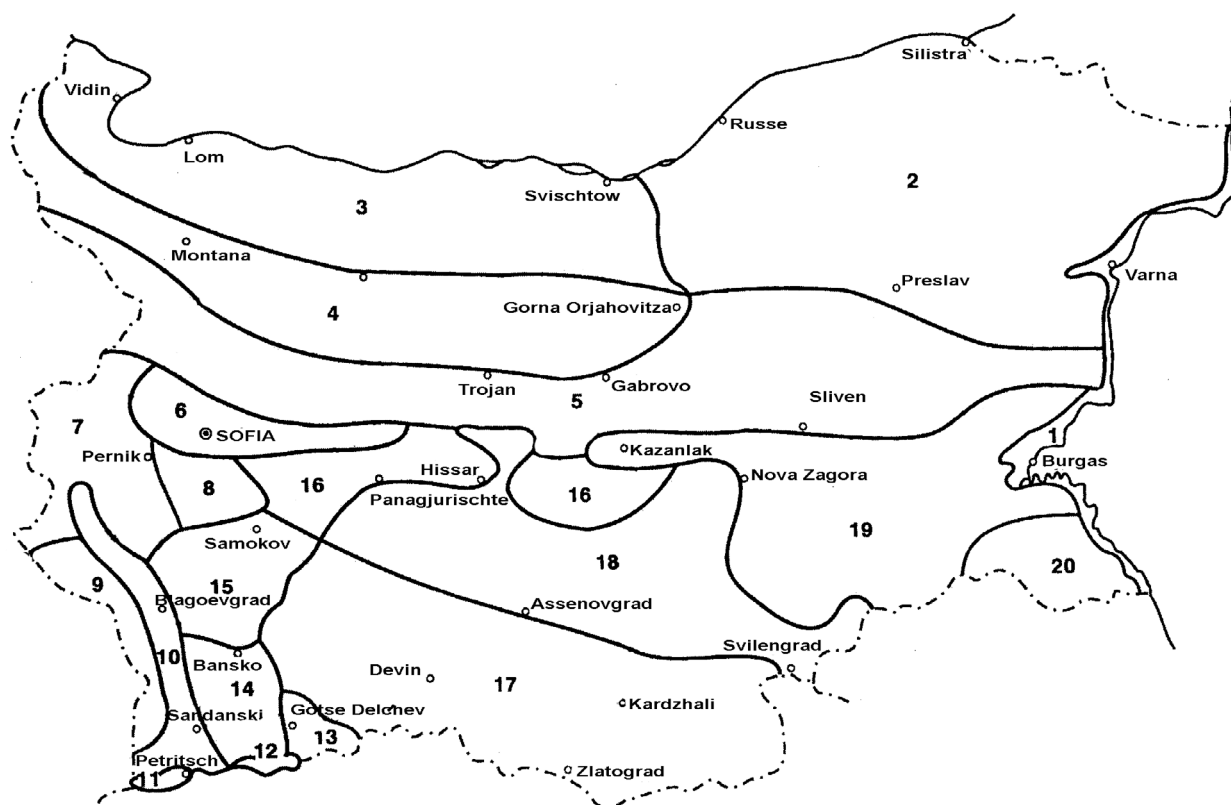


Figure 1 – Floristic regions in Bulgaria (according to Bondev, 1966). Legend: 1. The Black Sea coast; 2. North-Eastern Bulgaria; 3. Danubian Plain; 4. Fore-Balkan; 5. Stara Planina Mt. (Balkan Range); 6. Sofia region; 7. Znepole region; 8. Vitosha region; 9. West Frontier Mountains; 10. Struma River Valley; 11. Belasitsa Mt.; 12. Slavyanka Mt.; 13. Mesta River Valley; 14. Pirin Mt. (Fig. 5.); 15. Rila Mt.; 16. Sredna Gora Mt.; 17. The Rhodopes; 18. Thracian Plain; 19. Tundzha Hilly Plain; 20. Strandzha Mt

The biological spectrum according to Raunkiaer (1934) of the species protected by the CITES convention from the flora of Bulgaria has the following picture: 75 species (97.4%) are cryptophytes (Cr) and only 2 species (2.6%) are hemicryptophytes (H). All 77 species are perennial herbaceous plants (Jordanov 1964).

The analysis of the habitats (groups of plant communities) in which these plants are found shows that 36 species (48.6%) inhabit forest plant communities, 44 species (59.5%) are found in

shrub-grass phytocenoses, 55 species (73.0%) inhabit grasslands, 12 species (14.9%) prefer riparian, river, lake and swamp communities, 3 species (2.7%) grow on rocky terrain and in cracks in rocks, and only 1 species (1, 3%) inhabits agroce-noses (Jordanov 1964).

Depending on the light regime, the species are distributed as follows: 49 (62.2% of the total number of species) can be attributed to the heliophytes, 25 species (33.8%) to the hemisciophytes and only 3 species (4,0%) are sciophytes (Jordanov 1964).

Table 1 – Distribution of the species of Bulgarian flora protected by CITES by regions and sub-regions (after Bondev 1966)

Floristic region/sub-region	No species	Floristic region/sub-region	No species
Danubian Plain	28 (2)*	Pirin (northern)	43
Northeastern Bulgaria	33	Pirin (southern)	44
Fore-Balkans (western)	37	Pirin (total)	44
Fore-Balkans (eastern)	38 (1)	Slavyanka	41
Fore-Balkans (total)	39 (1)	Struma river valley (northern)	28
Balkan mountain (western)	49	Struma river valley (southern)	31
Balkan mountain (central)	53 (1)	Struma river valley (total)	31
Balkan mountain (eastern)	43 (3)	Mesta river valley	25 (1)
Balkan mountain (total)	59	Rhodopes (western)	42
Sredna gora (western)	35	Rhodopes (central)	58 (2)
Sredna gora (eastern)	29 (1)	Rhodopes (eastern)	36 (4)
Sredna gora (total)	35	Rhodopes (total)	63 (4)
Znepol region	39 (2)	Thracian lowlands	30 (2)
Western border mountain	34 (2)	Tundzha hilly plain	32 (4)
Sofia region	38 (1)	Strandzha	38 (2)
Vitosha region	43	Black Sea coast (southern)	31
Rila	46	Black Sea coast (northern)	31
Belasitca	33	Black Sea coast (total)	34

* – the numbers in brackets indicate the number of species that need to be confirmed in the relevant floristic area (Assyov & Petrova 2012).

According to their attitude to temperature conditions, mesotherms predominate – 48 species (60.8%). Microtherms are 23 species or 31.1% of the total number of species, and only 6 species (8.1%) are thermophytes.

Regarding the requirements of the analyzed species to the moisture regime, their distribution is as follows: mesophytes predominate, which are 51 species (67.6%), 19 species or 24.3% of the total number are hygro- or hydrophytes and 7 species, 1%) are xerophytes.

According to their preferences to the bedrock's chemical reaction, 12 species (14.9%) can be attributed to calciphytes, and 3 species (1.3%) are chas-mophytes.

The number of flowering species by months is distributed as follows – 1 species blooms until November, 2 species bloom in January, September and October, in March there are 5 flowering species, in April – 33 species, in May – 55 species, June – 60 species, in July – 40 species and in August 15 species bloom.

The conservation significance of most species studied is not limited to their inclusion in CITES Appendix II. Table 2 presents a list of species and their significance for the flora of Bulgaria, the flora of Europe and the world. In the Red Data Book of the People's Republic of Bulgaria (Velchev ed. 1984) are included 15 species – 9 with the category of «rare species» (R), 4 with the category of «endangered species» (En), and 2 species with the category «extinct» (Ex) – *Liparis loeselii* and *Hammarbya paludosa*. Both species were later rediscovered – the first in the Southern Struma Valley and the second in the Middle Rhodopes (Assyov & Petrova 2012). The second edition of the Red Data Book of the Republic of Bulgaria (Peev, 2015) includes 21 species: 2 species with the category “regionally extinct” (RE) – *Liparis loeselii*, *Herminium monorchis*, 8 species with the category “critically endangered” (CR)

– *Cephalanthera epipactoides*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza kalopissii*, *Epipactis greurys*, *Hammarbya paludosa*, *Ophrys insectifera*, *Orchis provincialis*, *O. spitzelii*, *Traunsteinera globosa*, 10 species with the category “endangered” (En) and only one “vulnerable” species (Vu) – *Himantoglossum jankae*.

The Red List of Bulgarian vascular plants (Petrova & Vladimirov 2009) includes 18 more species with the category “vulnerable” – *Anacamptis pyramidalis*, *Coeloglossum viride*, *Corallorhiza trifida*, *Dactylorhiza romana*, *Epipactis leptochila*, *E microphylla*, *Epipogium aphyllum*, *Gymnadenia frivaldii*, *Leucorchis albida*, *Limodorum abortivum*, *Listera cordata*, *Nigritella nigra*, *Ophrys cornuta*, *O. mammosa*, *Orchis laxiflora*, *O. papilionacea*, *O. ustulata*, *Spiranthes spiralis*, which are not included in the Red Data Book. (2015)

Table 2 – Conservation significance of the species of Bulgarian flora included in Appendix II of CITES

№	Species	Flowering time, months	RDB (1984)	RDB (2015)	BA (2007)	MPA (2000)	IUCN (1998)	Eur. list (1983)	Di-rect.92/2 EU	Bern Convention (1979)
1	<i>Galanthus elwesii</i> Hook. f.	1-3	En	En	+	+	-	-	-	-
2	<i>Galanthus nivalis</i> L.	1-4	En	En	+	+	-	-	-	-
3	<i>Sternbergia colchiciflora</i> Waldst. & Kit.	9-11	-	-	-	-	-	-	-	-
4	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	5-7	-	-	+	+	-	-	-	-
5	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Cephalanthera epipactoides</i> Fisch. & C.A.Mey.	5-6	-	CR	+	-	-	-	-	-
7	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	6-7	-	-	-	-	-	-	-	-
8	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm.	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
10	<i>Corallorhiza trifida</i> Chatel	6-8	-	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	5-6	En	CR	+	-	-	V	+	+
12	<i>Dactylorhiza baumanniana</i> Holz. & Kunkele	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Dactylorhiza cordigera</i> (Fries) Soo	5-8	-	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo	5-7	-	En	+	-	-	-	-	-
15	<i>Dactylorhiza kalopissii</i> E. Nelson	6-7	-	CR	+	-	R	-	+	-
16	<i>Dactylorhiza pindica</i> B. & E. Willing	5-8	-	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo	6	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Dactylorhiza romana</i> (Sebast. & Mauri) Soo	4-6	-	-	-	-	-	-	-	-
19	<i>Dactylorhiza saccifera</i> (Brongn.) Soo	4-8	-	-	-	-	-	-	-	-

Continuation of table 2

№	Species	Flowering time, months	RDB (1984)	RDB (2015)	BA (2007)	MPA (2000)	IUCN (1998)	Eur. list (1983)	Di-rect.92/2 EU	Bern Convention (1979)
20	<i>Dactylorhiza sambucina</i> (L.) Soo	4-6	-	-	-	-	-	-	-	-
21	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser	6-7	-	-	-	-	-	-	-	-
22	<i>Epipactis gracilis</i> P. & H. Baumann	7-8	-	-	-	-	-	-	-	-
23	<i>Epipactis greuteri</i> H. Baumann & Kunkele	5-6	-	-	+	-	-	-	-	-
24	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
25	<i>Epipactis leptochila</i> (Godfery) Godfery	5-7	-	-	+	-	-	-	-	-
26	<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Sw	6-7	-	-	-	-	-	-	-	-
27	<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	6-7	-	En	+	-	-	-	-	-
28	<i>Epipactis persica</i> (Soo) Nannf.	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
29	<i>Epipactis pontica</i> Taubenheim	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
30	<i>Epipactis purpurata</i> Sm.	5-8	-	En	+	-	-	-	-	-
31	<i>Epipactis spiridonovii</i> J. Devillers-Tershuren & P. Devillers 500 2200	6-7		-					-	
32	<i>Epipogium aphyllum</i> Sw.	7-8	-	-	+	-	-	-	-	-
33	<i>Goodyera repens</i> (L.) R.Br.	6-8	R	En	+	-	-	-	-	-
34	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br.	4-7	-	-	-	+	-	-	-	-
35	<i>Gymnadenia densiflora</i> (Wahllerb.) A.Dietr.	4-7	-	-	-	-	-	-	-	-
36	<i>Gymnadenia frivaldii</i> Hampe ex Griseb.	5-8	-	-	-	-	-	-	-	-
37	<i>Hammarbya paludosa</i> (L.) Kuntze	7-8	Ex	CR	+	-	-	-	-	-
38	<i>Herminium monorchis</i> (L.) R. Br.	6-7	En	RE	+	-	-	-	-	-
39	<i>Himantoglossum jankae</i> (<i>H. caprinum</i> (M. Bieb.) Spreng. auct)	5-8	-	VU	+	+	-	-	+	+
40	<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Schwarz	4-5	R	-	+	-	-	-	-	-
41	<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich.	5-7	Ex	RE	+	-	-	V	+	+
42	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.	6-7	-	-	+	-	-	-	-	-
43	<i>Listera ovata</i> (L.) R.Br.	4-6	-	-	-	-	-	-	-	-
44	<i>Neottia nidis-avis</i> (L.) Rich.	8-9	-	-	-	-	-	-	-	-
45	<i>Nigritella nigra</i> (L.) Rchb. f.	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-
46	<i>Ophrys apifera</i> Huds.	5-6	-	En	+	-	-	-	-	-
47	<i>Ophrys cornuta</i> Steven	4-6	-	-	+	-	-	-	-	-
48	<i>Ophrys insectifera</i> L.	4-6	-	CR	+	-	-	-	-	-
49	<i>Ophrys mammosa</i> Desf.	4-6	-	-	+	-	-	-	-	-
50	<i>Ophrys reinholdii</i> Spruner ex Fleishm.	5-6	-	En	-	-	-	-	-	-
51	<i>Orchis commutata</i> Torado	3-4		-					-	
52	<i>Orchis coriophora</i> L.	4-7	-	-	-	+	-	-	-	-
53	<i>Orchis elegans</i> Heuff.	4-7	-	-	-	-	-	-	-	-
54	<i>Orchis lactea</i> Poir.	4-6	-	-	-	-	-	-	-	-

Continuation of table 2

№	Species	Flowering time, months	RDB (1984)	RDB (2015)	BA (2007)	MPA (2000)	IUCN (1998)	Eur. list (1983)	Di-rect.92/2 EU	Bern Convention (1979)
55	<i>Orchis laxiflora</i> Lam. s. str.	4-7	-	-	+	+	-	-	-	-
56	<i>Orchis mascula</i> L. s. str.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
57	<i>Orchis militaris</i> L.	4-5	R	En	+	+	-	-	-	-
58	<i>Orchis morio</i> L.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
59	<i>Orchis ovalis</i> F. W. Schmidt ex Mayer	4-7	-	-	-	-	-	-	-	-
60	<i>Orchis pallens</i> L.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
61	<i>Orchis papilionacea</i> L.	4-5	R	-	+	+	-	-	-	-
62	<i>Orchis pinetorum</i> Boiss.& Kotschy	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
63	<i>Orchis provincialis</i> Balb.	4-5	R	CR	+	+	-	-	-	+
64	<i>Orchis purpurea</i> Huds.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
65	<i>Orchis simia</i> Lam.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
66	<i>Orchis spitzelii</i> Saut.ex Koch	4-6	-	CR	+	+	-	-	-	-
67	<i>Orchis tridentata</i> Scop.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
68	<i>Orchis ustulata</i> L.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
69	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich	5-7	-	-	-	+	-	-	-	-
70	<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb.	4-6	-	-	-	+	-	-	-	-
71	<i>Pseudorchis albida</i> (L.) A. & D. Love	5-8	-	-	-	-	-	-	-	-
72	<i>Serapias vomeracea</i> (Burm.) Briq.	4-5	R	En	+	-	-	-	-	-
73	<i>Spiranthes spiralis</i> (L.) Chevall.	8-9	R	-	+	-	-	-	-	-
74	<i>Traunsteinera globosa</i> (L.) Rchb.	5-6	R	CR	+	-	-	-	-	-
75	<i>Cyclamen coum</i> Mill.	2-4	R	-	+	+	-	-	-	+
76	<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton	8-10	-	-	-	+	-	-	-	-
77	<i>Adonis vernalis</i> L.	2-6	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total		15	21	26	23	1	2	4	5

Legend:

RDB (1984) – Red Book of the P. R. Bulgaria. Vol. I. Plants: R – rare, En – endangered, Ex – extinct;

RDB (2015) – Red Data Book of the Republic of Bulgaria. Vol. 1. Plants and Fungi: RE – regional extinct, CR – critical endangered, En – endangered, VU – vulnerable;

BA (2007) – Biodiversity Act of Bulgaria – Amended;

MPA (2000) – Medicinal Plants Act;

IUCN (1998) – 1997 IUCN Red List of Threatened Plants: R – rare;

Eur. List (1983) – List of Rare Threatened and Endemic Plants in Europe: V – vulnerable;

Direct.92/2 EU – Council Directive 92/43/EEC on 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora;

Bern convention (1979) – Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats.

In the List of Rare, Threatened and Endemic Plants in Europe are included 2 species – both with the category “vulnerable” (Lucas 1983). These are *Cypripedium calceolus* and *Liparis loeselii*. One species – *Dactylorhiza kalopisii* is included for Bulgaria in the IUCN Red List of Threatened Plants

with the category “rare” (Walter & Gillett, 1998). Strictly protected by the Bern Convention (1973) and included in Annex 2 are 5 species – 4 of family Orchidaceae (*Cypripedium calceolus*, *Himantoglossum jankae*, *Liparis loeselii*, *Orchis provincialis*) and one of family Primulaceae – *Cyclamen coum*.

In the Biodiversity Act (2002) and its amendment (2007), three appendices are related to protection of this group of plants. Appendix 2 includes species for which habitat protection is required. From the family Orchidaceae these are *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza kalopissii*, *Himantoglossum jankae* and *Liparis loeselii*. The most numerous is the list in Annex 3 – 33 protected plants, the picking, collection, cutting, uprooting or damaging of which in any other way is prohibited and violators are punished. Of these, 30 species belong to the family Orchidaceae, two of the family Amaryllidaceae and 1 species of the family Primulaceae (2007).

Widespread species of the genera *Orchis* and *Dactylorhiza*, which are not strictly protected, are included in Annex 4 of the Act, and their collection for bouquets for commercial purposes (for sale) is prohibited. In the past, the tubers of a number of saleps were collected as a herb to make the salep drink. The Medicinal Plants Act (2000) has not allowed their collection for years.

The medicinal plants in Bulgaria included in the Medicinal Plants Act (2000) includes 23 species – two from the families Amaryllidaceae and Primulaceae each and 19 species from the family Orchidaceae.

Annex II to Council Directive 92/43 / EEC (1992) – including species whose conservation requires the designation of special protection zones, includes 4 plants of the family Orchidaceae – *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza kalopissii*, *Himantoglossum jankae* and *Liparis loeselii*. Among the plants protected by CITES there are 13 relict species

– 5 of them are Tertiary relicts – *Cypripedium calceolus*, *Herminium monorchis*, *Limodorum abortivum*, *Serapias vomeracea* and *Cyclamen coum* and 8 are glacial relicts – *Goodyera repens*, *Gymnadenia conopsea*, *Pseudorchis albida*, *Listera cordata*, *Nigritella nigra*, *Adonis vernalis*, *Sternbergia colchiciflora* and *Galanthus nivalis*.

Conclusion

It can be concluded, that among the identified 77 species of the flora of Bulgaria, included in CITES Appendix II, all are perennial herbaceous plants, 75 of which are cryptophytes. Most of them inhabit grass (54 species), shrub-grass (44 species) and forest (36 species) phytocenoses at a wide range of altitudes – from sea level to 1500 m a.s.l. (62 species). Most of them are found in the floristic regions of the Rhodopes (63 species), Stara Planina (58 species) and Rila (46 species).

Among them, heliophytes, mesophytes and mesotherms predominate. Of the geoelements of the flora, those with an European component predominate (31 species), followed by those of Mediterranean origin and distribution (22 species). Most of these plants bloom in June – 60 species and in May – 55 species. Fifty-three species have additional conservation significance for the flora of Bulgaria as red-listed, protected and medicinal plants, and 6 of them are included in international conventions and documents for the protection of European and world flora. Among these plants, there are 8 glacial and 5 tertiary relicts.

References

- 1 Assyov, B. & Petrova, A. (eds.). 2012. Conspectus of the Vascular Flora of Bulgaria. Distribution maps and floristic elements. BBF, Fourth revised and enlarged edition, S. 490 p. (in Bulgarian).
- 2 Bilz, M., Kell, Sh. P., Maxted, N., Lansdown, R. 2011. European Red List of vascular plants. International union for conservation of nature. Luxembourg: Publications Office of the European Communities, 130 p.
- 3 Biodiversity Act of Bulgaria. 2002. State Gazette, 77. (in Bulgarian)
- 4 Biodiversity Act of Bulgaria – Amended. 2007. State Gazette, 94. (in Bulgarian)
- 5 Bondev, I. 1966. Map of Floristic Areas of Bulgaria. – In: Jordanov, D (ed.). Flora of Bulgaria. Vol. III. BAS Press, Sofia. 638 p.
- 6 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31992L0043>. Convention on International Trade in Endangered Species (CITES).
- 7 http://www.greenbalkanswrbc.org/print.php?id=82&language=bg_BG&cat_id=132. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Appendix I. 1979.
- 8 http://www.lkp.org.pl/pravo_html/konv_bernenska_zl. Delipavlov, D. (ed.). 2011. Guide to plants in Bulgaria. Acad. ubl. House of Agr. Univ. Plovdiv. 591 p. (in Bulgarian)
- 9 ubl. House of Agr. Univ. Plovdiv. 591 p. (in Bulgarian)
- 10 Directive 92/43/EEC. 1992. Council Directive 92/43/EEC on May 21 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora. – OJ L 206, 22.07.1992: 7-50.
- 11 Euro+Med (2006-): Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.
- 12 <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>. Jordanov, D. (ed.). 1964. Flora Reipublicae Popularis Bulgaricae. Vol. 2. Publishing House Bulg. Acad. Sci., Sofia. 426 p. (in Bulgarian).
- 13 Jordanov, D. (ed.). 1970. Flora Reipublicae Popularis Bulgaricae. Vol. 4. Publishing House Bulg. Acad. Sci., Sofia. 748 p. (in Bulgarian).

- 14 Kozhuharov, S. 1982. Flora Reipublicae Popularis Bulgaricae. Vol. 8. Publishing House Bulg. Acad. Sci., Sofia. 520 p. (in Bulgarian).
- 15 Kozhuharov, S. (editor). 1992. Handbook for identification of the higher plants in Bulgaria. Sofia, Nauka I izkustvo publ. (in Bulgarian)
- 16 Lucas, G. 1983. List of Rare Threatened and Endemic Plants in Europe. Strasburg. 358 p.
- 17 Medicinal Plants Act. 2000. State Gazette, 29/07.04.2000 (in Bulgarian).
- 18 Molnar, A., Kreutz, K., Ovar, M., Sennikov, A., Bateman, R. M., Takacs, A., Somlyay, L., Sramko, G. 2012. *Himantoglossum jankae* (Orchidaceae: Orchideae), a new name for a long-misnamed lizard orchid. *Phytotaxa* 73: 8–12.
- 19 Peev, D. (ed.) 2015. Red Data Book of the Republic of Bulgaria. Vol. 1. Plants and Fungi. IBEI – BAS & MOEW, Sofia, 848 p.
- 20 Petrova, A. V. & Vladimirov, V. (eds.). 2009. Red List of Bulgarian vascular plants – *Phytol. Balcan.*, 15(1): 63–94.
- 21 Petrova, A. & Vladimirov, V. 2010. Balkan endemics in the Bulgarian flora. *Phytologia Balcanica* 16 (2): 293–311.
- 22 Raunkiaer, S. 1934. *The Life Form of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press, Oxford. 632 p.
- 23 Tashev, A. & Dimitrova, V. 2019. Medicinal Plants of Bulgaria. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants*. Vol. 2(1): 29-39.
- 24 Velchev, V. (ed). 1984. *Red Book of the P. R. Bulgaria. V. I. Plants*. Sofia., Publ. House of BAS. 480 p.
- 25 Walter, K. S & Gillett, H. J. (eds). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. IUCN – The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Lxiv + 862 p.
- 26 GBIF.org. 2021. GBIF Home Page. Available from: <https://www.gbif.org> (accessed 19 January 2021).
- 27 The Plant List. 2013. Version 1.1. Published on the Internet; Available at <http://www.theplantlist.org/> (accessed 19 January 2021).
- 28 POWO 2020. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens. Available at: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Accessed on 19 January 2021).

D.M. Abidkulova^{1*} , A.A. Ivashchenko² , G. Sramko³ ,

N.V. Kurbatova¹ , K.T. Abidkulova¹ 

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²Institute of Zoology, KN MES RK, Kazakhstan, Almaty

³MTA-DE 'Lendulet' Evolutionary Phylogenomics Research Group,
Hungarian Academy of Sciences, Hungary, Debrecen

*e-mail: mizzadm@gmail.com

***GYMNOSPERMIUM ALTAICUM* (PALL.) SPACH (BERBERIDACEAE), AN EARLY SPRING ELEMENT OF WILD FRUIT FORESTS OF THE TRANS-ILI ALATAU**

The floristic composition of communities of apple and hawthorn forests with the participation of the rare species *Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach was studied in the Trans-Ili (Zailiyskiy) Alatau. The list of higher plants includes 156 species from 121 genera and 48 families. Most of them (84%) are herbaceous plants; there are 25 tree and shrub species, nine of which are wild non-native species (*Ulmus laevis*, *Ulmus pumila*, *Morus nigra*, *Juglans regia*, *Malus domestica*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Viburnum opulus* and *Parthenocissus quinquefolia*). Representatives of ten families make up 65% of the total number of species: Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Boraginaceae, and Scrophulariaceae. The floristic core of the surveyed communities consists of 39 species, which mainly belong to the group of forest and forest-meadow ecological elements. Also other rare species listed in the Red Book of Kazakhstan, *Malus sieversii*, *Armeniaca vulgaris* and *Paeonia intermedia*, were found in these communities. We noticed signs of anthropogenic disturbance in the studied communities, including the presence of adventive and wild non-native species. We recommend to organize regular monitoring and strengthen the protection of the communities surveyed.

Key words: *Gymnospermium*, Berberidaceae, Red Data Book of Kazakhstan, plant communities, floristic composition, Trans-Ili Alatau.

Д.М. Абидкулова^{1*}, А.А. Иващенко², Г. Шрамко³,
Н.В. Курбатова¹, К.Т. Абидкулова¹

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

²Қазақстан Республикасы БҒМ ҰҒА зоология институты, Қазақстан, Алматы қ.

³MTA-DE 'Lendulet' эволюциялық филогеномиканың зерттеу тобы,
Венгр ғылыми академиясы, Венгрия, Дебрецен қ.

*e-mail: mizzadm@gmail.com

***Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach (Berberidaceae) – Іле-Алатауының жабайы жемісті ормандарының ерте көктемгі элементі**

Мақалада Іле Алатауындағы жабайы жемісті алмалы және доланалы ормандар қауымдастығының флоралық құрамы сирек түр *Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach қатысуымен ұсынылды. Жоғары өсімдіктер флорасының жалпы тізімі 156 түрді, 121 туыс және 48 тұқымдасты құрайды. Олардың көпшілігі (84%) – шөптесін өсімдіктер; ағашты-бұталы түрлер небәрі 25, олардың 9-ы жабайы интродуценттер болып табылады (*Ulmus laevis*, *Ulmus pumila*, *Morus nigra*, *Juglans regia*, *Malus domestica*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Viburnum opulus* және *Parthenocissus quinquefolia*). Жетекші орынды негізгі 10 тұқымдас өкілдері алады, олар флораның жалпы тізімінің 65% құрайды: Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Boraginaceae және Scrophulariaceae. Зерттелген қауымдастықтардың флоралық ядросы 39 түрден тұрады, олар орманды және орманды-шалғынды экологиялық элементтер тобына жатады. Сонымен бірге, *G. altaicum* қатысқан қауымдастықтар құрамында Қазақстанның Қызыл кітабына енген басқа да сирек түрлер – *Malus sieversii*, *Armeniaca vulgaris*, *Paeonia intermedia* анықталды. Зерттелген қауымдастықтардың антропогендік бұзылысы анықталды, олардың индикаторлары тек адвентивті түрлер ғана емес, сонымен бірге, жабайы интродуценттер де болып табылады. Соған байланысты, зерттелген қауымдастықтарды қорғауды күшейту және тұрақты мониторинг жүргізу ұсынылады.

Түйін сөздер: *Gymnospermium*, Berberidaceae, Қазақстанның Қызыл кітабы, өсімдік қауымдастықтары, флоралық құрам, Іле-Алатауы.

Д.М. Абидкулова^{1*}, А.А. Иващенко², Г. Шрамко³,
Н.В. Курбатова¹, К.Т. Абидкулова¹

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

²Институт зоологии КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

³МТА-DE 'Lendulet' Исследовательская группа эволюционной филогеномики,
Венгерская академия наук, Венгрия, г. Дебрецен

*e-mail: mizzadm@gmail.com

***Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach (berberidaceae) – ранневесенний элемент дикоплодовых лесов Заилийского Алатау**

Изучен флористический состав сообществ дикоплодовых яблоневых и боярышниковых лесов с участием редкого вида *Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach в Заилийском Алатау. Общий список флоры высших растений включает 156 видов из 121 рода и 48 семейств. Большинство из них (84%) – травянистые растения; древесно-кустарниковых пород всего 25 видов, 9 из которых являются одичавшими интродуцентами (*Ulmus laevis*, *Ulmus pumila*, *Morus nigra*, *Juglans regia*, *Malus domestica*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Viburnum opulus* и *Parthenocissus quinquefolia*). Ведущее положение занимают представители 10 основных семейств, составляющих 65% от общего списка флоры: Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Boraginaceae и Scrophulariaceae. Флористическое ядро обследованных сообществ состоит из 39 видов, которые, преимущественно, относятся к группе лесных и лесолуговых экологических элементов. Также выявлено, что в составе данных сообществ встречаются другие редкие виды, занесенные в Красную книгу Казахстана – *Malus sieversii*, *Armeniaca vulgaris*, *Paeonia intermedia*. Отмечена антропогенная нарушенность изученных сообществ, индикаторами которой являются не только адвентивные виды, но и одичавшие интродуценты. В связи с этим рекомендуется организация регулярного мониторинга и усиление охраны обследованных сообществ.

Ключевые слова: *Gymnospermium*, Berberidaceae, Красная книга Казахстана, растительные сообщества, флористический состав, Заилийский Алатау.

Introduction

The genus *Gymnospermium* Spach. (Berberidaceae Juss.) was described by the French botanist E. Spach in 1839. Originally, *Gymnospermium* was part of the genus *Leontice* L., and the independence of the former had been repeatedly questioned by various botanists. The history of separation and the distinctive features of these two genera in terms of the structure of seeds and fruits were described in detail by A.L. Takhtadzhyan [1], who noted that the independence of the genera was first adopted in the *Flora Europea* [2]. According to different authors, the size of the genus *Gymnospermium* varies from 7 to 12 species distributed from Eastern China to the Balkans [3]. We provide a visual representation of the distribution range of the genus *Gymnospermium* (Fig. 1) according to the Plants of the World Online database [4].

Only two species of *Gymnospermium* are found in Kazakhstan: *G. alberti* (Regel) Takht. and *G. altaicum* (Pall.) Spach, which are confined mainly to mountain broadleaved forests; the latter species has been found in the Northern Tien Shan, Dzhungarskiy Alatau and Altai, and the former, in Syrdarya Karatau and Western Tien Shan [5,6,7].

Gymnospermium altaicum (Pall.) Spach is a perennial herbaceous plant with a globular tuber about

1.0–1.5 cm in diameter (Fig. 2). Stem erect, up to 15–20 cm in height with a long petiolate basal leaf and an almost sessile stem leaf located directly under the inflorescence; the latter is a single raceme 4–5 cm long with 6–12 yellow flowers. The stem leaf is terminal, three-leaved and palmate. Its segments have a solid margin; they are oblong or oblong-lanceolate and obtuse at the apex. The fruit is a capsule with the diameter of about 8 mm and 3–4 seeds. The fruit opens at the top with rounded blades even before the seeds ripen. *G. altaicum* is one of the earliest flowering plants in the mountainous regions of eastern and south-eastern Kazakhstan; it blooms in March–April, and its seeds ripen in June. The plants can reproduce by seed and vegetatively. This species grows at 200–1500 m above sea level along mountain foothills, on rocky mountain slopes, among shrubs, in steppe meadows, and in forests. Its distribution range is discontinuous. It extends in the southern and southwestern directions (Fig. 3) from Central and Western Altai, and south-west of Siberia to the Trans-Ili Alatau and Xinjiang in north-west China [5,8–10]. Human activities including intensive pasture management, agricultural plowing, and harvesting of herbs contribute to the reduction in the size of the populations of *G. altaicum*. It is listed as rare in the Red Book of Kazakhstan and other regional reports [4,11,12].

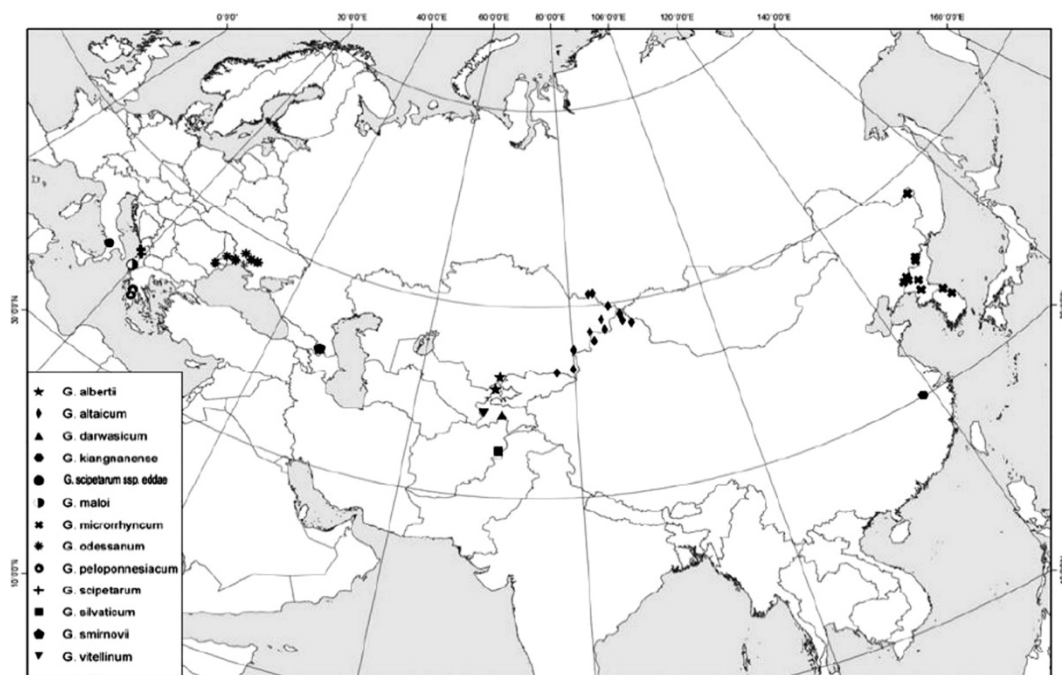


Figure 1 – Distribution range of the genus *Gymnospermium* [3]



Figure 2 – *Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach. in Turgan gorge of the Trans-Ili Alatau



Figure 3 – Distribution range of *Gymnospermium altaicum* [4]

G. altaicum was described by I. Pallas in 1779 as *Leontice altaica* Pallas based on his collections from Altai [13]; later the species was transferred to the genus *Gymnospermium* Spach described by the French botanist E. Spach in 1839. Various features of representatives of these two genera have been studied by a number of botanists. For instance, D.B. Arkhangelsky and A.L. Takhtajan [14] studied the morphology of pollen grains in representatives of *Leontice* L., *Gymnospermium* Spach and other genera of the family Berberidaceae to find differences between individual species and genera. There is still no consensus on the systematics and size of *G. altaicum*. Some Western European taxonomists [2,15] believe that this species is distributed from Central Asia to Eastern Europe, including Ukraine and Romania. Moreover, they remarked that, despite the geographical separation of the two areas within the distribution range, typical samples from Mountainous Altai were very similar to those from Europe; therefore the division at the species level could not be justified.

However, A.L. Takhtajan [1] considered populations from the Black Sea region as *G. odessanum* (DC.) Takht. Isolated populations from the Peloponnese (Greece) included in the latter species by the same author were later allocated to the new species *G. peloponnesiacum* (Phitos) Strid [16].

To understand interrelationships and spatio-temporal diversification of European populations of *Gymnospermium*, a group of scientists recently employed modern methods of AFLP, and used nuclear and plastid DNA sequences. The analysis of these indicators made it possible to identify two main

evolutionary lineages in the group *G. altaicum*. The results suggest two separate parallel migrations of representatives of the genus to the Balkan Peninsula. One of them gave rise to the Greek endemic *G. peloponnesiacum* and the Pontic species *G. odessanum*, the closest relative of which, *G. altaicum* is distributed in the north of Central Asia. The second line includes the Caucasian species *G. smirnovii* (Trautv.) Takht., which is related to the Balkan species *G. maloi* Kit Tan & Shuka and *G. scipetarum* Papparisto & Qosja ex E. Mayer & Pulević [17].

Other taxonomists studied relationships between various genera of the family Berberidaceae including *Gymnospermium*. For example, Wang *et al.* [18] used the sequences of the *matK* and *rbcl* chloroplast genes and nuclear ribosomal ITS2 for phylogenetic analysis of Berberidaceae. They identified three main clades. Moreover, they found that the desert xerophytes of Berberidaceae in southwestern Asia arose as a result of changes in climate aridity at different times; *Bongardia* separated from its closest relatives after 46.5 ± 3.6 million years, and *Leontice* separated from *Gymnospermium* after 10.3 ± 3.2 million years. The genetic diversity of the rare endemic species *Gymnospermium microrhynchum* (S. Moore) Takht., which has a limited distribution area in the mountainous regions of the Korean Peninsula, has also been studied to develop successful strategies for its conservation [19]. Some taxonomists continued to revise the size of the genus *Gymnospermium* at the western border of its range, i.e. in the Balkans [20].

The information about Kazakh representatives of the genus *Gymnospermium* is limited. There are

scattered data on the species as elements of the synusia of the ephemerum of deciduous forests of the Northern and Western Tien Shan and Altai [7,21,22] and their use in traditional medicine [23]. Thus, *Leontice altaica* (syn. *G. altaicum*) is used in traditional medicine to treat epilepsy and the common cold. It has been established that this species contains quinolizidine and benzyloisoquinoline alkaloids, as well as triterpene saponins, which have antioxidant, anticholinesterase, and anti-inflammatory activity [24].

G. altaicum has passed the initial tests in cultivation in the botanical gardens of Moscow, Almaty and Ridder. Its introduction turned out to be successful; it reproduces well and proved to be self-seeding [25,26]. Other authors point out its popularity as a decorative plant, especially in Western Europe and the Baltic states [27-29].

At the same time, there is insufficient information about this rare ornamental, medicinal and melliferous plant, the main area of which is located in Kazakhstan and requires special protection. Even information about its distribution range in Kazakhstan is far from complete, as we found out after studying all the available literary sources. V.P. Goloskokov [30] classified this distribution range as Altai-Tien Shan. However, in the west, according to most authors, the distribution area is limited to the Chu-Ili mountains [5,31]. The latest summary on the flora of this region [32] does not mention this fact. The distribution range of the species in Altai has been sufficiently studied [33]; there, the species is regarded one of the tertiary relict elements of the Pre-Boreal group. According to the available literature, the species occurs in all regions of the Kazakh part of Altai: Western, Southern and Kalbinskiy Altai, as well as in several specific locations of the Azutau, Kurchum, Southern Altai ranges and in protected areas [22,34-36]. At the same time, there is no specific data on its distribution in Tarbagatai and the Dzhungarskiy Alatau [21,30]. In the Northern Tien Shan, in particular in the Trans-Ili Alatau, its occurrence is very fragmentary. For example, it is absent from many gorges of the central part of the ridge, but abundant in the valleys of the Turgen, Tauturgen and Kotyrbulak rivers; it is also absent from the west of Almaty, and from Aksai and Kaskelen [37]. After a large, almost 200-kilometer gap, it is found in abundance in the valley of the Karakunuz River [38].

All this indicates the need for a special study of the distribution of the species in the western part of the range, as well as of the number and state of its populations in order to develop improved conserva-

tion strategies for this species. Of particular interest is the study of morphological and genetic variability of plants growing at different locations within the distribution range of the species, in particular, of the isolated Karakunuz population.

These studies have been the main goal of our project. As a first step, we studied and analyzed in detail the floristic composition of forest communities with the participation of *G. altaicum* in the central part of the Trans-Ili Alatau. The results of the study are presented in this article.

Aim of research. To establish the characteristic peculiarities of the plant communities with participation of the rare species *G. altaicum* in wild fruit forests of the Trans-Ili Alatau.

Materials and methods

The research was carried out in 2008–2014 and in 2020, in different seasons (from April to October). In the central part of the Trans-Ili Alatau, on the northern slope, we examined and described in detail four forest communities with the participation of *G. altaicum*. The dimensions of the plots varied from 20 x 20 m to 40 x 40 m. These plots represent several types of apple tree (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) and hawthorn (*Crataegus songorica* C. Koch.) plant communities in the following gorges of the Trans-Ili Alatau:

- 1) **KB** – Kotyr-Bulak gorge, hawthorn forest, the lower part of the slope (952 m above sea level);
- 2) **K₁** – the northern slope in the Kuznetsovo tract, a herb and apple tree forest (1600 m above sea level);
- 3) **K₂** – the Kuznetsovo tract (the right bank of the Tauturgen River), a herb-grass and apple tree forest (1550 m above sea level);
- 4) **S** – Soldatsay gorge, cocksfoot and ground elder and apple tree forest (1540 m above sea level);

Geobotanical descriptions of the plots were carried out according to generally accepted methods as well as species abundance according to the Drude scale [39], and identification of plants, by using regional and republican summaries, keys and reference books [5,13,31]. The nomenclature of taxa is based on the summary by S.A. Abdulina [6].

Results and Discussion

The complete species list of the surveyed communities is presented in Table 1. Species listed in the Red Book of Kazakhstan [12] are in bold, and alien species (adventive and invasive introduced species) are marked with an asterisk (*).

Table 1 – Composition of the cenoflora of the surveyed communities. For abbreviations, see Materials and Methods

Species	Abundance in the surveyed plots			
	KB	K ₁	K ₂	S
1	2	3	4	5
Trees and shrubs				
Ulmaceae Mirb.				
<i>*Ulmus laevis</i> Pall.	Un	-	-	-
<i>*Ulmus pumila</i> L.	Un	-	-	-
Moraceae Link				
<i>*Morus nigra</i> L.	Un	-	-	-
Juglandaceae A. Rich. ex Kunth				
<i>*Juglans regia</i> L.	Un	-	-	-
Rosaceae Juss.				
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	Un	-	-	Un
<i>Crataegus songorica</i> C. Koch	Sp–Cop1	-	Sp	Sol
<i>*Malus domestica</i> Borkh.	-	-	Un	-
<i>Malus sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem.	Un	Sp	Sp	Sp
<i>Padus avium</i> Mill.	-	-	Sol	Sol
<i>Rosa alberti</i> Regel	-	-	-	Un
<i>Rosa laxa</i> Retz.	-	-	-	Un
<i>Rosa platyacantha</i> Schrenk	-	Sol	Sol	Un
<i>Rubus caesius</i> L.	Sp–Cop1	-	Sp	Sp-
<i>Rubus idaeus</i> L.	-	-	Sol	Sol
Rhamnaceae Juss.				
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	Un	-	Sol	-
Berberidaceae Juss.				
<i>Berberis sphaerocarpa</i> Kar. et Kir.	-	-	Sol	Un
Caprifoliaceae Juss.				
<i>Lonicera altmannii</i> Regel et Schmalh.	-	Un	Un	Un
<i>Lonicera tatarica</i> L.	-	-	Sol	Un
Celastraceae R. Br.				
<i>Euonymus semenovii</i> Regel et Herd.	-	Sol	Sol	Sol
Aceraceae Juss.				
<i>*Acer negundo</i> L.	Un	-	-	Un
<i>*Acer platanoides</i> L.	-	-	-	Un
Salicaceae Mirb.				
<i>Populus tremula</i> L.	-	-	-	Un
<i>Salix cinerea</i> L.	-	-	-	Un
Viburnaceae Rafin.				
<i>*Viburnum opulus</i> L.	-	-	-	Un
Vitaceae Juss.				
<i>*Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Un	-	-	-
Herbs				
Aspidiaceae Mett. ex Frank				

Continuation of table 1

Species	Abundance in the surveyed plots			
	KB	K ₁	K ₂	S
1	2	3	4	5
<i>Dryopteris filix-max</i> (L.) Schott	Sol	-	Un	Un
Athyriaceae Alston				
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh,	Sol	-	-	-
Poaceae Barnhart				
<i>Agrostis gigantea</i> Roth	-	-	Sp	Sol
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	-	-	-	Sol
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) Beauv.	Cop ₁	Cop2	Cop1	Sol
<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub	-	-	Sol	-
<i>Bromopsis benekenii</i> (Lange) Holub	-	-	Sol	-
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	-	-	Un	Sol
<i>Dactylis glomerata</i> L.	-	Sp	Sp	Cop1
<i>Elymus tschimganicus</i> (Drob.) Tzvel.	-	Sol	Sol	Un
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	-	Sol	Un	-
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	Sol	-	Sol	Sol
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	-	Sol	Sp	-
<i>Melica nutans</i> L.	-	-	Sol	Un
<i>Milium effusum</i> L.	Sol	Sp	Sol	Sol
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	-	-	Un	Sol
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	-	-	-	Un
<i>Poa angustifolia</i> L.	-	-	Sol	Sol
<i>Poa nemoralis</i> L.	Sol-Sp	Sp-Cop1	-	-
Cyperaceae Juss.				
<i>Carex polyphylla</i> Kar. et Kir.	-	Sp	Sol	Un
Juncaceae Juss.				
<i>Juncus</i> sp.	-	-	-	Un
Liliaceae Juss.				
<i>Gagea filiformis</i> (Ledeb.) Kunth	-	-	Sol	Sol
<i>Gagea turkestanica</i> Pascher	-	-	Sol	Sol
Asphodelaceae Juss.				
<i>Eremurus robustus</i> (Regel) Regel	-	-	-	Un
Cannabaceae Endl.				
<i>Humulus lupulus</i> L.	Sol	-	Sol	Sol
Urticaceae Juss.				
<i>Urtica dioica</i> L.	Sol	Sol	Sp	Sol
Polygonaceae Juss.				
<i>Polygonum aviculare</i> L.	-	-	Sol	-
<i>Polygonum coriarium</i> Grig.	-	Sol	Sol	Sol
<i>Rumex crispus</i> L.	-	-	Un	Un
Caryophyllaceae Juss.				
<i>Cerastium arvense</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Cerastium davuricum</i> Fisch. ex Spreng.	-	Un	Sol	Sol

Species	Abundance in the surveyed plots			
	KB	K ₁	K ₂	S
1	2	3	4	5
<i>Silene wallichiana</i> Klotzsch.	-	Un	Un	Sol
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	-	-	Sol	-
<i>Melandrium viscosum</i> (L.) Čelak.	Sol	-	Un	Un
Paeoniaceae Rudolphi				
<i>Paeonia intermedia</i> C.A. Mey.	-	-	-	Un
Ranunculaceae Juss.				
<i>Aconitum leucostomum</i> Worosch.	-	Sol-Sp	Sp	Sol
<i>Aquilegia atrovinosa</i> M. Pop. ex Gamajun.	-	-	-	Sol
<i>Delphinium iliensis</i> Huth	-	Sol	-	-
<i>Ranunculus polyanthemus</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Ranunculus repens</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Thalictrum flavum</i> L.	-	Un	Un	Un
Fumariaceae DC.				
<i>Corydalis glaucescens</i> Regel	Sol	-	Sol	-
<i>Corydalis ledebouriana</i> Kar. et Kir.	-	-	Sol	Sol
Berberidaceae Juss.				
<i>Gymnospermium altaicum</i> (Pall.) Spach	Sp	Sol	Sp	Sp
Brassicaceae Burnett				
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	-	-	Sol	-
<i>Cardamine impatiens</i> L.	-	-	-	Sol
Rosaceae Juss.				
<i>Agrimonia asiatica</i> Juz.	-	-	Sol	Sol
<i>Alchimilla sibirica</i> Zam.	-	-	-	Sol
<i>Fragaria vesca</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Geum aleppicum</i> Jacq.	-	-	-	Un
<i>Geum rivale</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Geum urbanum</i> L.	Sp	Sp	Cop	Sp
Fabaceae Lindl.				
<i>Lathyrus gmelinii</i> (Fisch.)Fritsch	-	-	-	Un
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	-	-	Sol	Sol
<i>Medicago lupulina</i> L.	-	Un	Sol	-
<i>Trifolium pratense</i> L.	-	Un	-	Sol
<i>Trifolium repens</i> L.	-	-	Sol	-
<i>Vicia cracca</i> L.	-	Sol	Sol	Sol
<i>Vicia sepium</i> L.	-	-	Un	Sol
Geraniaceae Juss.				
<i>Geranium divaricatum</i> Ehrh.	-	-	-	-
<i>Geranium pratense</i> L.	Sp-Sol	Sol	Sp	Sp
<i>Geranium rectum</i> Trautv.	-	-	Sol	Sol
<i>Geranium robertianum</i> L.	Sol	-	-	Sol
Balsaminaceae A. Rich.				

Continuation of table 1

Species	Abundance in the surveyed plots			
	KB	K ₁	K ₂	S
1	2	3	4	5
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	Sol	Sp	-	-
Malvaceae Juss.				
<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	Sol	Un	Sol	Un
Rutaceae Juss.				
<i>Dictamnus angustifolius</i> G. Don fil. ex Sweet	-	-	Sol	Un
Euphorbiaceae Juss.				
<i>Euphorbia lamprocarpa</i> Proch.	-	-	Un	-
Hypericaceae Juss.				
<i>Hypericum hirsutum</i> L.	Sol	Sol	Sol	Sol
<i>Hypericum perforatum</i> L.	-	Un	Un	Un
Violaceae Batsch				
<i>Viola collina</i> Bess.	Sol	-	-	Sol
<i>Viola suavis</i> M. Bieb.	Sol	Un	Sol	Sol
Onagraceae Juss.				
<i>Epilobium velutinum</i> Nevski	-	-	-	Sol
Apiaceae Lindl.				
<i>Aegopodium alpestre</i> Ledeb.	-	-	-	Cop1
<i>Aegopodium tadshikorum</i> Schischk.	Sp	Sol	-	-
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	-	-	-	Un
<i>Bunium setaceum</i> (Schrenk) H. Wolff	-	Un	Un	-
<i>Bupleurum aureum</i> Fisch.	Sol	Un	Sol	Sol
<i>Conioselinum tataricum</i> Fisch. ex Hoffm.	-	Sol	Sol	Sol
<i>Conium maculatum</i> L.	-	-	-	Un
<i>Daucus carota</i> L.	-	-	-	Un
<i>Heracleum dissectum</i> Ledeb.	-	Un	Un	Un
Polemoniaceae Juss.				
<i>Polemonium caucasicum</i> N. Busch	-	-	-	Sol
Boraginaceae Juss.				
<i>Echium vulgare</i> L.	-	-	Un	Un
<i>Lithospermum officinale</i> L.	-	-	Un	Un
<i>Myosotis sparsiflora</i> Mikan. ex Pohl	-	-	-	Sol
<i>Rochelia peduncularis</i> Boiss.	-	Sol	-	-
<i>Solenanthes circinnatus</i> Ledeb.	-	Sol	-	-
Lamiaceae Lindl.				
<i>Clinopodium integerrimum</i> Boriss.	-	-	Sol	-
<i>Lamium album</i> L.	-	Sol	-	Sol
<i>Leonurus turkestanicus</i> V. Krecz. et Kuprian.	Un	Sol	Un	-
* <i>Melissa officinalis</i> L.	Sol	-	-	-
<i>Mentha asiatica</i> Boriss.	-	-	Un	Sol
<i>Nepeta cataria</i> L.	Sol	-	-	-
<i>Nepeta pannonica</i> L.	-	Un	Un	-

Species	Abundance in the surveyed plots			
	KB	K ₁	K ₂	S
1	2	3	4	5
<i>Origanum vulgare</i> L.	Sol	-	Sol	Sp
<i>Phlomoïdes pratensis</i> (Kar. et Kir.) Adyl., R. Kam. et Machmedov	-	Un	Sol	Sol
<i>Prunella vulgaris</i> L.	-	-	Sol	Sp
<i>Stachys sylvatica</i> L.	-	-	-	Sol
Scrophulariaceae Juss.				
<i>Scrophularia umbrosa</i> Dumort.	-	-	-	Sol
<i>Verbascum thapsus</i> L.	-	-	Un	-
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	-	-	Sol	Sol
<i>Veronica cardiocarpa</i> (Kar. et Kir.) Walpers	-	Sp	-	-
Plantaginaceae Juss.				
<i>Plantago major</i> L.	-	-	-	Un
Campanulaceae Juss.				
<i>Campanula glomerata</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Codonopsis clematidea</i> (Schrenk) Clarke	-	Un	-	-
Rubiaceae Juss.				
<i>Galium aparine</i> L.	-	Sp	Sp	Un
<i>Galium karataviense</i> (Pavl.) Pobed.	-	-	Sol	Sol
<i>Galium turkestanicum</i> Pobed.	-	Sol	Sol	Un
Orobanchaceae Vent.				
<i>Orobanche</i> sp.	-	-	Un	-
Asteraceae Dumort.				
<i>Achillea millefolium</i> L.	-	-	-	Sol
<i>Arctium leiospermum</i> Juz. et C. Sergievskaja	-	Un	Un	Sol
<i>Artemisia absinthium</i> L.	-	-	Sol	Un
<i>Artemisia annua</i> L.	Un	-	-	-
<i>Artemisia dracunculoides</i> L.	-	-	Un	-
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	-	Un	Un	-
<i>Cirsium semenovii</i> Regel	-	-	Un	Un
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	-	-	Un	Un
<i>Cousinia umbrosa</i> Bunge	-	-	Un	-
<i>Crepis sibirica</i> L.	-	Sol	Sol	Sol
<i>Echinops chantavicus</i> Trautv.	-	-	Sol	-
<i>Galatella coriacea</i> Novopokr.	-	-	Un	-
<i>Hieracium virosum</i> Pall.	-	-	-	Sol
<i>Inula helenium</i> L.	-	-	Sol	Sol
<i>Lapsana communis</i> L.	-	-	-	Un
* <i>Lapsana intermedia</i> M. Bieb.	Sol	-	-	-
<i>Ligularia macrophylla</i> (Ledeb.) DC.	-	Sp	Sp	Sp
<i>Matricaria inodora</i> L.	-	-	Un	Un
<i>Picris nuristanica</i> Bormm.	-	-	Un	Un

Species	Abundance in the surveyed plots			
	KB	K ₁	K ₂	S
1	2	3	4	5
<i>Solidago dahurica</i> Kitag.	-	-	Un	Sol
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	-	-	Un	Sol
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	Sol	-	-	Sol

Note: Cop2 (copiosae 2) – abundant, there are many individuals of this species; Cop1 (copiosae 1) – quite abundant, plants are found occasionally, scattered; Sp (sparsae) – scattered, plants are found occasionally, scattered, in small numbers; Sol (solitariae) – singly, very few plants (only a few specimens in the plot); Un (unicum) – a single specimen, the species is represented by a single specimen in the plot.

Thus, the flora of the surveyed communities comprised 156 species from 121 genera and 48 families. Of the 25 species of trees and shrubs, nine were non-native, wild introduced species found in apple and hawthorn communities located near summer cottage areas (Kotyrbulak and Soldatsay). Representatives of the following ten families made up 65% of the total number of species: Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Boraginaceae, and Scrophulariaceae.

The order of the most species rich families is very similar to that characteristic of the entire flora of the Trans-Ili Alatau [40] with the exception of Brassicaceae and Chenopodiaceae which are not included in the top ten families on our list, being replaced by two others, Apiaceae and Boraginaceae (the fifth and eighth places, respectively). This is explained by the specificity of the habitats of *G. altaicum*, both in terms of the altitudinal distribution (according to Baitulin et al. [40] it occurs in the steppe and shrub-forest-meadow altitudinal belts at 800-1500 m), and in relation to its phytocenotic affiliation (forest communities).

According to our data, of all plant species only ten were constant companions of *G. altaicum*: *Malus sieversii*, *Brachypodium sylvaticum*, *Milium effusum*, *Urtica dioica*, *Geum urbanum*, *Geranium pratense*, *Lavatera thuringiaca*, *Hypericum hirsutum*, *Viola suavis*, and *Bupleurum aureum*. The following 29 species were sometimes abundant in three out of four surveyed plots: *Crataegus songorica*, *Rosa platyacantha*, *Rubus caesius*, *Lonicera altmannii*, *Euonymus semenovii*, *Dryopteris filix-mas*, *Dactylis glomerata*, *Elymus tschimganicus*, *Festuca gigantea*, *Carex polyphylla*, *Humulus lupulus*, *Polygonum coriarium*, *Cerastium davuricum*, *Silene wallichiana*, *Melandrium viscosum*, *Aconitum leucostomum*, *Thalictrum flavum*, *Vicia cracca*,

Hypericum perforatum, *Conioselinum tataricum*, *Heracleum dissectum*, *Leonurus turkestanicus*, *Origanum vulgare*, *Phlomis pratensis*, *Galium aparine*, *Galium turkestanicum*, *Arctium leiospermum*, *Crepis sibirica*, and *Ligularia macrophylla*. Thus, the floristic core of the communities with the participation of *G. altaicum* was represented by 39 species. The overwhelming majority (70%) of them were forest and forest-meadow ecological-cenotic elements, and the rest were meadow and occasionally meadow-steppe species.

With regard to life forms, the overwhelming majority (84%) were herbaceous plants, mainly perennials (109 species). Only 23 species were annuals and biennials. Tree and shrub species made up 16%, including nine non-native species.

Emphasizing the importance of preserving *G. altaicum* as a rare Red Data Book plant, it should be noted that three more species of the same category were recorded in the surveyed plots: *Malus sieversii*, *Armeniaca vulgaris*, and *Paeonia intermedia*. It is worth mentioning that on one of the described sites we found *Melissa officinalis*, a new species for the Ile-Alatau National Park [41], and *Lapsana intermedia*, a new adventive species for the flora of Kazakhstan previously found only at one point, in the vicinity of the Shymbulak ski base [42]. The presence of these and other adventive and non-native wild species that have appeared in recent years indicates a significant anthropogenic disturbance of the surveyed communities and emphasizes the need to strengthen protection and conduct regular monitoring of their condition.

Conclusion

G. altaicum is an important early spring element of apple and hawthorn forests in the central part of the Trans-Ili Alatau. The floristic core of the com-

munities with its participation is mainly represented by forest and forest-meadow herbaceous species, the majority of which are perennials. The participation of non-native and adventive species in the plant communities of this part of the Trans-Ili Alatau indicates an increasing human impact on the native vegetation, which in turn requires constant monitoring of its condition, especially because of the presence of three other rare species listed in the Red Book of

Kazakhstan. We believe that *G. altaicum* deserves a more detailed study, both within the entire range and in the Trans-Ili Alatau, due to the sporadic nature of its distribution in this region.

Conflict of interests

All authors have read and were familiar with the content of the article and have no conflict of interest.

References

- 1 Takhtajan A.L. "On the genus *Gymnospermium* Spach". Bot. Zhurn. SSSR. Vol. 55. 1970: 1191–1193. [in Russian].
- 2 Stearn W.T., Webb D.A. "Gymnospermium Spach". In Flora Europaea. Vol. 1. Lycopodiaceae to Platanaceae, edited by Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. 244. Cambridge: Cambridge University Press, 1964. –
- 3 Rosati L., Coppi A., Farris E., Fascetti S., Becca G., Peregrym M., Tan K., Selvi F. "The Genus *Gymnospermium* (Berberidaceae) in Italy: Identity and Relationships of the Populations at the Western Limit of the Genus Range." Plant Biosystems 153 (6). (2019): 796–808. <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1549613>.
- 4 Plants of the World Online (POWO). Available from <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (accessed 12 January 2021).
- 5 Pavlov N.V. Flora of Kazakhstan: in 9 vols. Alma-Ata: Academy of Science of KazSSR, 1956-1966. [in Russian].
- 6 Abdulina S.A. Checklist of vascular plants of Kazakhstan. Almaty: Academy of Sciences, 1999.
- 7 Kokoreva I.I. Adaptation strategies of polycarpous plant species of the Northern Tien Shan. Almaty, 2011. [in Russian].
- 8 Yin L. Rare Endangered Endemic Higher Plants in Xinjiang of China. Urumqi: Xinjiang Science & Technology Publishing House, 2006.
- 9 Ying T.S., Boufford D.E., Brach A.R. *Gymnospermium* Spach. In Fl. China, vol. 19. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden, 2011.
- 10 Baikov K.S. ed. Check-list of flora of Asian Russia: Vascular plants. Novosibirsk: Publishing house of the SB RAS, 2012. [in Russian].
- 11 Maneyev A.G. ed. Red Book of the Altai Republic (Plants), 3rd Gorno-Altaysk, 2017. [in Russian].
- 12 The Red Data Book of Kazakhstan. Volume 2. Part 1. Plants. Re-edition, completed and revised. Astana, 2014.
- 13 Flora of the USSR: in 30 vols. Moscow-Leningrad, 1934-1964. [in Russian].
- 14 Arkhangel'sky D.B., Takhtajan L. "Morphology of pollen grains of *Leontice* L., *Gymnospermium* Spach and allied genera of the family Berberidaceae". Bot. Zhurn. SSSR vol. 57. (1972): 921–926. [in Russian].
- 15 Stearn W.T., Webb D.A. "Gymnospermium Spach". In Flora Europaea. Vol. 1. 2 ed.: Psilotaceae to Platanaceae, edited by Tutin T.G. 29–295. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- 16 Karl R., Strid A. "*Bongardia chrysogonum* (Berberidaceae) rediscovered on the East Aegean island of Chios". Phytol Balcanica vol. 15. (2009): 337–342.
- 17 Barina Z., Cakovic D., Pifko D., Schönswetter P., Somogyi G., Frajman B. "Phylogenetic relationships, biogeography and taxonomic revision of European taxa of *Gymnospermium* (Berberidaceae)". Bot. J. Linnean Soc. vol. 184(3). (2017): 298–311. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box028>
- 18 Wang W., Zhi-Duan Chen, Yang Liu, Rui-Qi Li, and Jian-Hua Li. "Phylogenetic and Biogeographic Diversification of Berberidaceae in the Northern Hemisphere". Systematic Botany vol. 32(4). (2007): 731–742. <https://doi.org/10.1043/06-16.1>
- 19 Lee S.H., Yeon M.H., Shim J.K. "Conservation implications of the genetic diversity of *Gymnospermium microrrhynchum* in Korea". Genet. Mol. Res. Vol. 15(4). (2016). DOI: 10.4238/gmr15048843
- 20 Tan K., Shuka L., Siljak-Yakovlev S., Malo S., Pustahija F. "The genus *Gymnospermium* (Berberidaceae) in the Balkans". Phytotaxa vol. 25. (2011): 1–17.
- 21 Stepanova E.F. Vegetation and flora of the Tarbagatai ridge. Alma-Ata: Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1962. [in Russian].
- 22 Baytulín I.O., Kotukhov Yu.A. Flora of vascular plants of Kazakhstan Altai. Almaty, 2011. [in Russian].
- 23 Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use; Family Magnoliaceae – Limoniaceae. Leningrad: Nauka, 1984. [in Russian].
- 24 Jenisa J., Nugroha A.E., Hashimoto A., Deguchia J., Hirasawaa Yu., Wong Ch. P., Kanedaa T., Shirotac O., Moritaa H. "A New Benzylisoquinoline Alkaloid from *Leontice altaica*". Natural Product Communications vol. 10 (2). (2015): 291–292.
- 25 The introduction of plants of the natural flora of the USSR. Moscow: Nauka, 1979. [in Russian].
- 26 Plants of the natural flora of Kazakhstan in the introduction. Handbook. Alma-Ata: Gylm, 1990. [in Russian].
- 27 Poletiko O.M., A.P. Mishenkova. Ornamental herbaceous plants in open ground. Reference book on the nomenclature of genera and species. Leningrad: Nauka, 1967. [in Russian].
- 28 Brian M. The Smaller Bulbs. London, 1990.
- 29 Ruksans J. Buried Treasures: Finding and Growing the World's Choicest Bulbs. Portland, 2007.
- 30 Goloskokov V.P. Flora of the Dzungarian Alatau. Alma-Ata: Science, 1984. [in Russian].
- 31 Keys to the plants of Central Asia (Critical synopsis of flora): in 10 vols. Tashkent: FAN, 1968-1993. [in Russian].

- 32 Roldugin I.I., V.V. Fisyun. Flora of Chu – Ili mountains (compendium and analysis). Almaty: Ereket-print, 2018. [in Russian].
- 33 Kamelin R.V. Materials on the history of the flora of Asia. (Altai mountainous country). Barnaul, 1998. [in Russian].
- 34 Baitulin I.O., Kotukhov Yu.A., Sinitsina V.G., Ivashchenko A.A. “Flora of the Azutau ridge”. in Flora of East Kazakhstan. 24–135. Alma-Ata, 1991. [in Russian].
- 35 Kotukhov Yu.A., A.A. Ivashchenko, J. Lyman. Flora of vascular plants of the West Altai Nature Reserve. Almaty: Tethys, 2002. [in Russian].
- 36 Utyasheva T.R. “Ecological-floristic connections of communities with the participation of rare and endangered ephemeroïd geophytes of the Markakol depression”. News of the NAS RK. Biological series vol. 2. (2007): 34-37. [in Russian].
- 37 Ivashchenko A.A. “Distribution of rare plant species in the central part of the Zailiyskiy Alatau”. Topical issues of biodiversity conservation in the Northern Tien Shan. Proceedings of the Intern. scientific. – pract. confer. to the 10th anniversary of the SSSR “Kulsay kulderi” and Intern. day for the Protection of Snow Leopard. (2017): 222 – 226. [in Russian].
- 38 Wintergoller B.A. “The hackberry’s forests of the western end of the Zailiyskiy Alatau”. Proceedings of the Botanical Gardens of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR. Vol. 8. (1964): 135-148. [in Russian].
- 39 Lavrenko E.M., A.A. Korchagin. Field Geobotany. Vol. 5. Moscow-Leningrad: Science, 1976. [in Russian].
- 40 Baitulin I.O., N.P. Ogar, S.G. Nesterova, Z.A. Inelova. Flora of the Ileyskiy Alatau. Almaty: Kazakh University, 2017. [in Russian].
- 41 Ivashchenko A.A., Zhaksylykova A.A. “Floristic diversity of apple forests on the monitoring sites of the Ile-Alatau National Park”. Bulletin of KazNU. Biological series vol. 1 (63). (2015): 231-238. [in Russian].
- 42 Ivashchenko A.A. “New for Kazakhstan adventive plants in the flora of the Ile-Alatau National Park”. Innovative ways of developing forestry and special protected natural areas: problems and prospects. (2011): 135-139. [in Russian].

FTAMP 34.29.01

https://doi.org/10.26577/eb.2021.v86.i1.03

Р.Е. Қапарбай^{1,2*} , **Н.М. Мухитдинов¹** , **Б.Б. Арынов²**

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
²ҚР ЭГТРМ ОШЖДК «Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі РММ,
 Қазақстан, Алматы облысы, Саты а.

*e-mail: raushan.kaparbay@mail.ru

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ФАЛЬКОНЕР БАУЫРШӨБІ (HEPATICА FALCONERI (THOMS.) STEWARD.) СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН ТҮРДІҢ ТАРАЛУЫ МЕН ЭКОЛОГИЯСЫНА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Мақалада Ranunculaceae Juss. тұқымдасынан, жоңғар-пригималай типті, сирек, аз зерттелген *Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward. түрін зерттеудің үш жылдық (2018–2020 жж.) бірінші кезеңінің нәтижелері келтірілген. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің, ҚР БҒМ ҒК ботаника және фитоинтродукция институтының коллекцияларында сақталған әдеби мәліметтер мен гербарий үлгілерін, сондай-ақ Мәскеу университетінің гербарий (<http://herba.msu.ru>) және Plantarium (<https://www.plantarium.ru>) сайттарының деректерін жеке зерттеу нәтижесінде түрдің таралуы нақтыланды және Қазақстан шегінде оның таралу аймағының нүктелік картасы жасалды. «Көлсай көлдері» МҰТП аумағын маршрутты-рекогносцировты тексеру нәтижесінде Талды өзенінің алқабында ең ірі популяция мекендейтін *Hepatica falconeri* орны анықталды, онда 6 оқшауланған учаске егжей-тегжейлі сипатталған. Әр түрлі авторлардың қазіргі филогенетикалық және таксономиялық зерттеулерін ескере отырып, А.Л. Тахтаджяның (1987) түсіндірмесіне сәйкес жабықтұқымды өсімдіктер жүйесіндегі түрдің жүйелік жағдайы анықталды.

Зерттеулер нәтижесінде авторлар түрдің экологиялық сипаттамасын толықтыра алды. Бұл көптеген әдеби дереккөздерде көрсетілгендей, тек субальпілік белдеуге ғана тән емес, сонымен қатар орман белдеуінің төменгі шекарасына (1690 м) түседі, бұл 2 экологиялық және ценотикалық топтарға – орман және петро-литофилге жатқызуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: сирек түр, туыс, тұқымдас, ареал, экология, экспозиция, *Hepatica falconeri*, Мемлекеттік ұлттық табиғи паркі (МҰТП)

R.E. Kaparbay^{1,2*}, N.M. Mukhitdinov¹, B.B. Arynov²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²SNNP «Kolsay kolderi» CFW MEENR RK, Kazakhstan, r. Almaty, v. Saty

*e-mail: raushan.kaparbay@mail.ru

Materials on the distribution and ecology of a rare species of liverwort *Falconer (Hepatica falconeri (Thoms.) Steward.)* in Kazakhstan

The article presents the results of the first stage of three-year (2018–2020) studies of a rare, poorly studied species with the Jungarian-Himalayan type of range *Hepatica falconeri* (Toms.) Steward. from the family Ranunculaceae Juss. The analysis of own research of literature data and herbarium specimens held in the collections of the Kazakh national University named after al-Farabi, Institute of botany and Phytointroduction, MES RK, as well as site data of the Herbarium of Moscow University (<http://herba.msu.ru>) and Plantarium (<https://www.plantarium.ru>) refined the species distribution and made a point map of the area within Kazakhstan. The result details of the route-reconnaissance survey the territory of the SNNP “Kolsai lakes” the habitat of the largest populations of *Hepatica falconeri* in the Taldy river valley, which is described in detail in 6 isolated sections. Taking into account modern phylogenetic and taxonomic studies of various authors, the systematic position of the species in the angiosperm system was determined in accordance with the interpretation of A. L. Takhtajyan (1987).

As a result of the research, the authors were able to Supplement the ecological characteristics of the species. It is established that it is typical not only for the subalpine belt, as indicated in most literature sources, but descends almost to the lower border of the forest belt (1690 m), which allows us to refer to 2 ecological-cenotic groups – forest and petro-lithophilic.

Key words: rare species, genus, family, range, ecology, exposition, *Hepatica falconeri*, state national nature park (SNNP).

Р.Е. Капарбай^{1,2*}, Н.М. Мухитдинов¹, Б.Б. Арынов²

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

²РГУ «Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері» КЛХЖМ МЭГПР РК, Казахстан, Алматинская область, с. Саты

*e-mail: raushan.kaparbay@mail.ru

Материалы к распространению и экологии редкого вида печеночницы Фальконера (*Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward.) в Казахстане

В статье приводятся результаты первого этапа трехлетних (2018–2020 гг.) исследований редкого, мало изученного вида с джунгаро-пригималайским типом ареала *Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward. из семейства Ranunculaceae Juss. В результате анализа собственных исследований литературных сведений и гербарных образцов, хранящихся в коллекциях Казахского национального университета имени аль-Фараби, Института ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК, а также данных сайтов Гербария Московского университета (<http://herba.msu.ru>) и Plantarium (<https://www.plantarium.ru>) уточнено распространение вида и составлена точечная карта ареала его в пределах Казахстана. В результате детально маршрутно-рекогносцировочного обследования территории ГНПП «Көлсай көлдері» установлено местообитание самой крупной популяции *Hepatica falconeri* в долине р. Талды, где подробно описано 6 изолированных участков. С учетом современных филогенетических и таксономических исследований различных авторов определено систематическое положение вида в системе покрытосеменных растений в соответствии с трактовкой А.Л. Тахтаджяна (1987).

В результате проведенных исследований авторам удалось дополнить экологическую характеристику вида. Установлено, что этот вид характерен не только для субальпийского пояса, как указано в большинстве литературных источников, а спускается почти до нижней границы лесного пояса (1690 м), что позволяет относить к 2 эколого-ценотические группы – лесная и петро-литофильная.

Ключевые слова: редкий вид, род, семейство, ареал, экология, экспозиция, *Hepatica falconeri*, Государственный национальный природный парк (ГНПП).

Кіріспе

Қоршаған ортаны қорғау проблемаларының қатарында биологиялық алуантүрлілікті, атап айтқанда өсімдіктер әлемін сақтау мәселесі ерекше орын алады. Жер шарының негізгі биотасын құрайтын жасыл өсімдіктер оттегі көзі, басқа тірі организмдер үшін азық-түлік тізбегінің маңызды буыны болып табылады және адамзаттың өмірін қамтамасыз етеді. Бұл ең маңызды табиғи ресурс, азық-түлік, дәрі-дәрмек, техникалық отын және құрылыс шикізатының көзі, ландшафт, су қорғау және топырақ қорғау рөлін атқарады. Біз өсімдіктердің барлық алуан түрін сақтау туралы айтып отырмыз, өйткені жер шарының флорасын құрайтын жүздеген мың түрлердің жоғалуы, сонымен қатар құнды генетикалық ресурс, мәдени сорттарды алу үшін – орны толмас. Бұл табиғатқа үлкен зиян келтіреді және қалпына келтірілмейтін бір реттік шығындар болып табылады [1].

Қазіргі уақытта жаһандық климаттың өзгеруі және табиғи экожүйелерге үнемі өсіп келе жатқан антропогендік әсер ету кезеңінде өсімдіктердің сирек кездесетін түрлері, әсіресе осал болып шықты. Олардың ауқымы аз аймақпен шектелген немесе қолайсыз табиғи

және антропогендік факторлардың әсерінен азаяды. Мысалы, дәрілік шикізат ретінде жинау және гүл шоқтары үшін әдемі гүлдейтін сәндік түрлерін сату үшін. Осыған байланысты өткен ғасырдың 60-жылдарының соңында халықаралық ауқымда және жекелеген елдерде сирек кездесетін түрлерді қорғау жөніндегі комиссиялар құрылды, содан кейін Халықаралық табиғатты қорғау одағының (ХТҚО) және жекелеген елдердің Қызыл кітаптары құрылды. Кейіннен барлық өркениетті елдерде, соның ішінде Қазақстанда да Қызыл кітаптар мен биологиялық әртүрлілікті сақтау жөніндегі стратегиялар әзірленіп, жарияланды [1, 2].

Бірінші кезекте «құрып кету және жоғалу қаупі төнген түрлер; арнайы қорғау шараларын жүзеге асырмай, олардың одан әрі тіршілік етуі мүмкін емес» деп айқындалатын 1-санаттағы түрлерді зерттеуге және қорғауға назар аудару керек [3]. Осындай сирек кездесетін түрдің бірі Фальконер бауыршөбі (*Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward.) Ranunculaceae Juss. тұқымдасына жататын, Қазақстанның Қызыл кітабына (2014) тіркелген [2]. Сонымен қатар, бұл түр туыстың басқа түрі Еуропалық Ресейдің солтүстігінде, Балтық жағалауы елдерінде және Батыс Еуропада кеңінен таралған – *Hepatica*

nobilis Mill. (*H. triloba* Gilib.) түріне қарағанда мүлдем жақсы зерттелмеген [4, 5, 6, 7]. Жоғары декоративті қасиеттерінің арқасында *Hepatica nobilis* 1440 жылдан бастап мәдениетте кеңінен танымал [8]. Түрдің морфологиясы мен биологиясының ерекшеліктері [9], анатомиясы [10], гүлдену ерекшеліктері [11], тұқымның өнуі, тозаң құрылымы [12], Ranunculaceae тұқымдасына жататын басқа түрлермен хромосома саны және кариотипін талдау бойынша салыстыру жұмыстары табиғи популяцияларында толық жүргізілді [13].

Жоғарыда айтылғандардан айырмашылығы, біздің зерттеуіміздің объектісі – *Hepatica falconeri*, табиғи популяцияларда да, мәдени жағдайда да аз зерттелген, ол туралы әдебиеттегі ақпарат өте аз. Түрдің Қазақстан аумағында таралуы, морфологиялық ерекшеліктері, эколого-фитоценодикалық негіздемелері, табиғаттағы фенологиясы, популяцияларының саны мен құрылымы бойынша мәліметтер толығымен жоқ деуге болады.

Осыған байланысты, біздің жұмысымыздың мақсаты осы түр бойынша қолда бар бірнеше әдеби және гербарий мәліметтерді толық тексеру, Қазақстан шегінде оның таралу аймағын анықтау, Күнгей Алатаудың солтүстік баурайының табиғи таралымындағы түрлердің экологиясының, морфологиясы мен биологиясының ерекшеліктерін, олардың жай-күйін бағалау және қорғалуын жақсарту мақсатында зерттеу болып табылады. Осы мақалада біз зерттеулеріміздің бірінші кезеңінің нәтижелерін баяндаймыз.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеулер 2018-2020 жылдары «Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің (МҰТП) аумағында жүргізілді. Бұл ұлттық парк бірегей табиғи ландшафтарды, бай биологиялық алуантүрлілікті, сондай-ақ тарихи-мәдени мұра объектілерін сақтау мақсатында Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 7 ақпандағы №88 Қаулысымен құрылған. Ол Күнгей Алатау жотасының солтүстік беткейінде, Алматы облысының екі әкімшілік ауданы – Райымбек және Талғар шегінде 161996 га аумақты алып жатыр. МҰТП аумағының ұзындығы – 28 км, ені (солтүстіктен оңтүстікке қарай) – 23 км. Оңтүстік шекара Күнгей Алатау жотасының бойымен, еліміздің Қырғызстан мемлекеттік шекарасының сызығымен, ал солтүстігі – Шелек өзенінің бойымен, Жарбұлақ өзенінің құйылысына дейін өтеді [14].

МҰТП аумағы толығымен таулы аймақта орналасқандықтан, оның табиғи жағдайлары өте біркелкі емес. Бұл аймақтағы климат, бүкіл Солтүстік Тянь-Шаньдағыдай күрт континенталды, жазда таулардағы температураның тәуліктік ауытқуы 9-11°C аралығында, ал тау бөктерінде – 10-15°C. Жылдық жауын-шашын мөлшерінің көпшілігі жылы уақыттың бірінші жартысында түседі және 800-900 мм құрайды, максимум 1500 мм т.б.д. байқалады [14].

Ботаникалық-географиялық аудандастыру деректері бойынша зерттеу аумағы Азия шөл аймағының Иран-Тұран регионы Іле және Іле-Солтүстікжонғар провинциясына жатады [15]. «Көлсай көлдері» МҰТП аумағының флорасы тек жартылай ғана анықталған, оның 67 тұқымдастан 520-дан астам түрден тұрады [16], ал С.К. Мухтубаеваның (2017) жаңа мәліметтерінде 90 тұқымдастың 1541 түрі көрсетілген [17].

Зерттелетін аумақ тік белдеу заңдарына бағынады және кем дегенде үш негізгі белдеуді қамтиды: 1) төмен таулы дала мен бұталар (1800 м дейін); 2) орманды-шалғынды (1800-2800 м); 3) альпілік – 2800-ден 3500-ге дейін (3800 м) [16]. Жетекші геоботаниктер жасаған типологияға сәйкес өсімдіктердің негізгі түрлері, мұнда мыналар бар: үш кешенмен ұсынылған дала; екі кешеннен тұратын қара қылқан жапырақты ормандар (шырша ормандары); криофитті шалғындар (үш кешен); криофитті жастықшалар [15, 16].

Біздің зерттеулеріміз «Көлсай көлдері» МҰТП аумағында маршрутты-рекогносцировка әдісімен жүргізілді. Далалық жұмыстар үш жыл бойы жүргізілді – 2018 жылдың күзінен бастап, келесі 2 жылда көктемгі-жазғы және күзгі кезеңдерде, флораның жалпы құрамын зерттеумен және стационарлық алаңдарда мониторинг жүргізумен қатар, *Hepatica falconeri* популяциясын мақсатты түрде іздеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу аумақтың карталарымен, сондай-ақ GPS-навигаторды (GPS ETREX 20, Garmin) пайдалана отырып жүргізілді. Барлық анықталған өсімдіктің өсу нүктелері тіркеліп және толық зерттеліп, геоботаникалық сынақ алаңдары орнатылды. Біз, бөлініп алынған 6 алаңға сипаттаманы жалпы қабылданған әдістеме бойынша жүргіздік. Қажет болған жағдайда флоралық қауымдастықты нақты анықтау үшін гербарийлер жинадық. Барлығы 100-ге жуық гербарий парақтары жиналды және өңделді. Түрлерді анықтау бойынша негізгі мәліметтерді қолдана отырып жүргізілді [18, 19, 20]. Біздің объект *Hepatica falconeri* сирек және өте нашар зерттелгенін ескере отырып, гүлдену кезеңінде

біз генеративтік және вегетативтік дарақтарын өлшедік (әрқайсысы 50-100 данадан), сонымен қатар гүлдер мен жемістердің морфологиялық өзгергіштігі туралы мәліметтер жинадық (әр нүктеде 50-100 данадан).

Hepatica falconeri өсімдігінің жалпы таралу аймағын нақтылау және Қазақстанда түрдің таралуы үшін барлық қолжетімді флоралық мәліметтер және басқа да әдеби және ғылыми жұмыстар, сондай-ақ ҚазҰУ-дың, ҚР БҒМ ҒК Ботаника және фитоинтродукция институтының (Алматы қ.), Мәскеу мемлекеттік университетінің гербарий қорлары және Plantarium сайтынан қаралды [21, 22]. Нәтижесінде «Көлсай көлдері» МҰТП аумағындағы Талды өзенінің жағалауында және Қазақстан шегінде түр ареалының картасы Google Earth пайдалана отырып жасалды.

Осы мақалада өсімдіктер түрлерінің номенклатурасы С.А. Абдулинаның (1999) мәліметі бойынша жүргізіледі [23].

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Систематикалық және таксономиялық жағдайы

Бауыршөп (*Hepatica* Mill.) туысы Magnolidae жабықтұқымды өсімдіктердің ең көне қатарынан, класстармағы Ranunculidae ішінен кең таралған Ranunculaceae тұқымдасына жатады [24]. Ranunculaceae тұқымдасының географиясын талдаған зерттеушілердің мәліметтері бойынша [25, 26], ол жалпы эндемизмнің жоғары деңгейімен сипатталады – туыстың 32%-ы осы флоралық аймақта А.Л. Тахтаджянның (1987) түсіндірмесінде ғана кездеседі. Түрлердің эндемизм деңгейі одан да жоғары – шамамен 50%, эндемдердің максималды саны ең үлкен туыстарда шоғырланған (*Aconitum*, *Delphinium*, *Aquilegia*, *Ranunculus* және т. б.) [24].

Шетелдік ғалымдар дәл осы туыстардың филогениясы мен шығу тегі бойынша егжей-тегжейлі зерттеді [27]. Әр түрлі жетілдірілген зерттеу әдістерін қолданудың арқасында тұқымдастың ежелгі шығу тегі мен оның егжей-тегжейлі таксономиялық және филогенетикалық құрылымын растау мүмкін болмады, сонымен қатар жеке тұқымдастан туыстарды бөлу, мысалы Раеониасеае, сонымен қатар басқа тұқымдасты басқа туыспен біріктіру, мысалы, Verberidaceae бұрын ойластырылғаннан гөрі жақын екенін дәлелдеді [28, 29]. Бұл тексерудің нәтижелерін басқа авторлар растайды және А.Л. Тахтаджянның (1987) отандық және ресейлік ботаниктер қабылдаған жүйесінде көрініс тапты [24].

Hepatica туысы кішігірім туыстар тобына жатады, оның құрамында 10-ға жуық түрі бар. Олардың ауқымы Еуразия мен Солтүстік Американың 4 флоралық аймағын қамтиды. Туысты Евразиялық-Солтүстік американдық дизъюнкт деп санауға болады. Ерте кезеңнің орман қоңыржай флорасының религі ретінде қарастырылады [26, 30, 31, 32].

Туыстың барлық өкілдерінің ішінде асыл бауыршөбі (*Hepatica nobilis* Gars.) кең таралған, ол Батыс Еуропаның, Балтық жағалауы елдерінің, Украинаның және Еуропалық Ресейдің солтүстігінің алты аймағының жапырақты ормандарында өседі [4, 5, 6, 7]. С.В. Юзепчук бұрын Қиыр Шығыс аймағын қамтыған бұл полиморфты түрді толық зерттеу барысында, одан толықтай таксондарды Приморья мен Жапониядан *Hepatica asiatica* Nakai, *H. yamatutai*, сонымен қатар Кореядан *H. maxima* Nakai бөліп алуға мүмкіндік берді [33, 34, 35].

Негізгі түр *Hepatica nobilis* 1753 жылы К. Линней ресми түрде *Anemone hepatica* L. деп сипаттаған және Еуропада кеңінен таралуына, сондай-ақ жоғары декоративті болуына байланысты (егін өсірілген шамамен 500 жыл бойы) толық зерттелген [8].

Біздің түр *Hepatica falconeri* 1952 жылы Кашмирден сипатталған және бұрынғыдай бастапқыда *Anemone* туысына жатқызылған (сурет 1) [36]. Алайда, кейіннен С.В. Юзепчук осы жақын туыстарды «Флора СССР» (1937) жинақтамасын өңдеген кезде оны жаңа комбинация ретінде сипаттап *Hepatica* туысына ауыстырды [18]. Бұл пікірді кейінірек екі жақын туыстың ұрық тозаңын, кариотиптерін және морфологиясын зерттеген кеңестік және шетелдік таксономистер қабылдады [12, 13, 26, 32, 35, 37, 38].



1-сурет – Талды шатқалындағы *Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward., 15.05.2019 ж.

Қазіргі тұжырымдамаларға сәйкес, А.Л. Тахтаджян (1987) жүйесі бойынша жабықтұқымды өсімдіктердің таксономиялық құрылымындағы зерттелетін түрдің орны келесідей:

Түр	<i>Hepatica falconeri</i> (Thoms.) Steward. (синоним <i>Anemone falconeri</i> Thoms.)
Туыс	Hepatica
Триба	Anemoneae
Тұқымдас тармағы	Anemonoideae
Тұқымдас	Ranunculaceae Jusse, 1789
Рет тармағы	Ranunculineae
Реті	Ranunculales
Класс тармағы	B. Ranunculidae
Класс	Magnoliopsidae (Dicotyledones)
Бөлімі	Magnoliophyte (Angiospermae)

Түрдің таралу аймағы және оның Қазақстанда таралуы

Ареал типі бойынша *H. falconeri* жоңғар-пригималай болып саналады [39, 40], ол Тянь-Шаньнан Гималайға дейін – Иран, Кашмир, Үндістан, Пәкістан және Батыс Қытай аумағында кездеседі [19, 38, 41, 42, 43, 44]. Бұл түрдің солтүстік шекарасы Қазақстаннан өтеді. Көршілес Қырғызстан аумағында, Алай жотасын (Арчаты асуының нүктесін С.В. Юзепчук көрсеткен, 1937) және Батыс Тянь-Шаньды қоса алғанда, Приферганск ауданында белгілі, мұнда

оны алғаш рет Р.А. Карписонова тапқан [45]. Ыстықкөл қазаншұңқырында барлық белгілі нүктелер Оңтүстік беткейіне, Күнгей Алатау – Чон-Ақсу шатқалына жатады [22].

Бұл түр Қазақстанда бастапқыда тек Іле Алатауы (Тобылға-Су) үшін ғана көрсетілген, одан Э.Регель 1884 жылы ерекше түр *H. falconeri* – *B. semenovii* Regel сипаттаған [18, 19]. Оның таралуы кейінірек басқа дереккөздерде екі жотадан көрсетілген – Жоңғар және Іле [39], Жоңғар және Күнгей [46], Іле және Кетмен [2]. Өкінішке орай, бұл сирек кездесетін түрдің жекелеген жоталардың нақты нүктелерінде болуы туралы мәліметтер соңғы басылымдарда ғана пайда болды: Жоңғар Алатауы бойынша – Қоғалы шатқалы [47], Кетмен жотасы бойынша – Хасансай шатқалы, Көлжат ауылының маңында [48]. Іле Алатауында *Hepatica falconeri* таралуына байланысты жағдай неғұрлым түсініксіз, өйткені «Флора СССР» мен «Флора Казахстана» келтірілген Э.Регельдің жоғарыда аталған нұсқауынан басқа дәлелдер жоқ [18, 19]. И.И. Кокоревамен (2007) көрсетілген өсімдік үлгісінің фотосуреті басқа өсімдікке қатысты, бұл *Trollius dshungarica* розеткасы сияқты [49]. И.О. Байтулин соавт. бірге (2017) М.Г. Поповтың жұмысына сілтеме жасай отырып, тек бір ғана нүктені – Күнгей Алатауы, Талды шатқалын келтіреді [50, 51]. Ботаника және интродукция институтының коллекцияларында *Hepatica falconeri* гербарий жинақтары бар, олар тек екі жотадан көрсетілген (1-кесте).

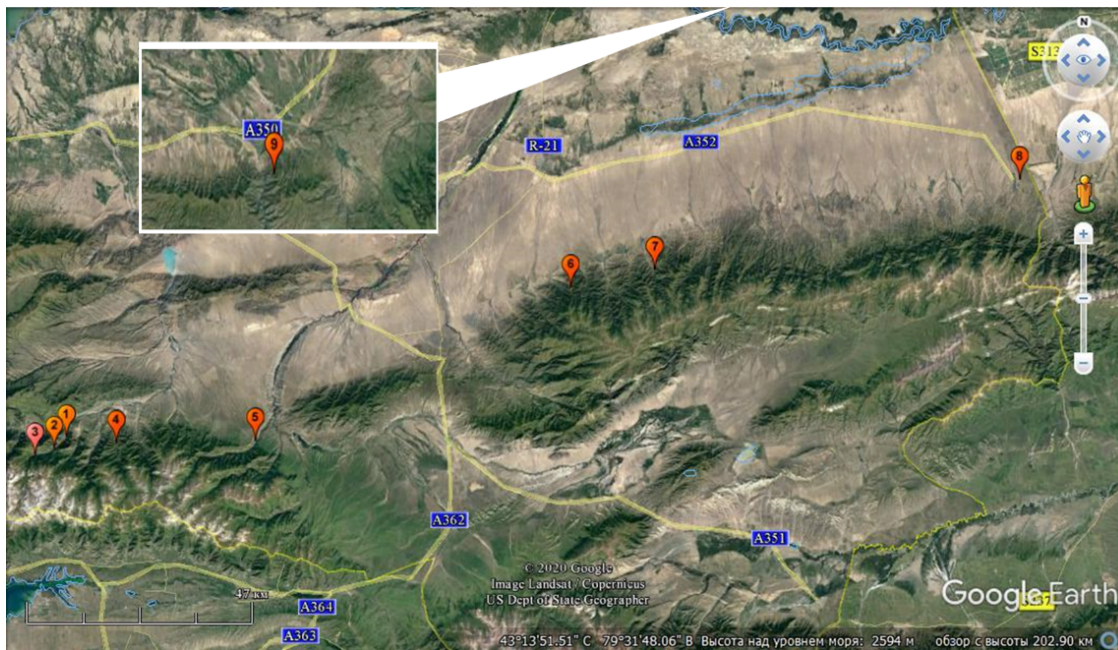
1-кесте – *Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward. гербарий жинақтары

Жота	Жиналу орны	Күні	Коллектор
Кетмен	Қырғызсай шатқалы, 5 км Подгорное ауылынан, оңтүстік-шығыс	08.06.1970	Степанова Е.Ф.
	Тегермен шатқалы	17.06.1958	Годвидский М.И.
	Б. Мұраб шатқалы, жартастардың астында	05.07.1964	Ролдугин И.И., Фисюн В. В.
Күнгей Алатау	Талдысу перевалы, оңтүстік жартас, жартастар	01.07.1937	Голоскоков В.П.
	Орта Меркеден Қырғызстанға қарай	02.07.1937	Горбунова Е.П.

Осылайша, *Hepatica falconeri* ең кең және дерлік толығымен Кетмен жотасында таралған (2-сурет).

Күнгей Алатауда екі далалық маусымда арнайы іздестіру нәтижесінде біз Талды өзенінің алқабында ғана зерттелетін түрдің тек бірнеше

оқшауланған ценопопуляцияларын таба алдық. С.К. Мухтубаева (2017) көрсеткен Саты мен Күрметі шатқалдарында біз әлі анықтай алмадық [52]. Бұл түр жергілікті жерде, жекелеген шағын популяцияларда өсетіндіктен, келесі жылдарға жалғасатын қосымша зерттеулерді қажет етеді.



2-сурет – Қазақстанда және Талды өзенінің бойында («Көлсай көлдері» МҰТП аумағы) *Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward. таралуы

Бұл түр жергілікті жерде, жекелеген шағын популяцияларда өсетіндіктен, біз келесі жылдары жалғастыратын қосымша зерттеулер қажет. *H. falconeri* өсуінің тағы бір нүктесі арнайы нақтылауды қажет етеді – бұл Тарбағатай жотасы, оны Чехословакиялық ботаниктер монографиясында келтіреді [53]. Алайда, гербарийде де, басқа әдеби көздерде де біз бұл фактіні растай алмадық.

Эколого-фитоценодикалық ерекшеліктері

Hepatica falconeri қоршаған орта жағдайларының сипаттамаларының ең көп таралған тұжырымы – бұл субальпілік белдеудің жартасты беткейлері мен жартастары. А.П. Гамаюнованың «Флора Казахстана» (1961) еңбегіндегі бұл нұсқауы көптеген басқа әдеби дереккөздерде қайталанады [2, 17, 46]. Өйткені, авторлардың көбі бұл сирек түр бойынша тек гербарийлерден ғана білді. Өкінішке орай, бұл ақпарат зерттелетін түрдің жекелеген мекендейтін жерлеріне ғана қатысты және оның экологиялық байланысы мен биіктік белдеуінің таралу ерекшеліктерін толық көрсетпейді. Жоңғар Алатауында *Hepatica falconeri* орта таулардың жартастары мен жартасты беткейлерінде өсетіндігі бойынша В.П. Голоскоков [39], ал ценодикалық қабілеттілік бойынша И.И. Ролдугин бірінші болып зерттеді [40]. Көптеген жылдар бойы Солтүстік Тянь-Шань шыршасының ормандарын зерттеген бұл автор, біздің ойымызша, *Hepatica falconeri*

экологиялық сипаттамасын «петромезофитон» экоморф тобына, ал экологиялық-ценодикалық топты орман тобына келтіреді. Кейінірек, *Hepatica falconeri* биіктігі мен экологиялық үйлесімділігі 1800-2800 м биіктіктегі ормандарда кездесетіні Пәкістан аумағы үшін де расталды [44].

«Көлсай көлдері» МҰТП аумағында осы сирек кездесетін түрдің ең төменгі таулы және ең көп популяциясы орналасқан – Талды өзенінің аңғарының төменгі бөлігінде 1692 м биіктікте; оны алғаш рет ботаника институты мен «Көлсай көлдері» МҰТП мамандары көрсеткен [14]. Мұнда біз 2018 жылы осы түрді толығымен зерттеу үшін мониторинг алаңын салдық (3-сурет).

Hepatica falconeri экологиялық қабілеттілігі бойынша бүгінгі таңда қол жетімді барлық материалдарды талдағаннан кейін, бұл түр шырша белдеуінің төменгі бөлігінен (1690 м) субальпілік белдеудің жоғарғы бөлігіне дейін (Талды мен Мерке асуларынан В.П. Голоскоков пен Е. Горбунованың гербарий үлгілері) таралғанын атап өткен жөн. Ол әртүрлі тік және экспозициялық жартастарда, шығыс және солтүстік-шығыста, солтүстік-батыс және оңтүстік-шығыста сирек кездеседі (Голоскоков, гербарий). Субстратта ол жартастарды (6 нүкте) және жартасты беткейлерінде (2 нүкте) және шыршалардың астында өсуі кездеседі.



3-сурет – Талды шатқалындағы *Hepatica falconeri* (Thoms.) Steward. өсу ортасы, жартас, 12.09.2020 ж.

Қорытынды

Зерттеу объектіміз Қазақстанның флорасындағы туыстың жалғыз өкілі, өте сирек кездесетін түр болып табылады. Біздің зерттеулеріміз «Көлсай көлдері» МҰТП аумағында 2018-2020 жылдары аралығында маршрутты-рекогносцировкалық әдісімен жүргізілді. Далалық жұмыстар үш жыл бойы флораның жалпы құрамын зерттеумен және стационарлық алаңдарда мониторинг жүргізумен қатар, *Hepatica falconeri* популяциясын мақсатты түрде іздеу жұмыстары жүргізілді. Барлық анықталған өсімдіктің өсу нүктелері тіркеліп және толық зерттеліп, геоботаникалық сынақ алаңдары орнатылды. Біздің объект *Hepatica falconeri* сирек және өте нашар зерттелгенін ескере отырып, гүлдену кезеңінде біз генеративтік және вегетативтік дарақтарды өлшедік (әрқайсысы 50-100 данадан), сонымен қатар гүлдер мен жемістердің морфологиялық өзгергіштігі туралы мәліметтер жинадық (әр нүктеде 50-100 данадан).

Әдебиеттер

- 1 Национальная стратегия и план действий по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия Республики Казахстан. – Кокшетау, 1999. – С.336.
- 2 Красная книга Казахстана. Том 2. Часть 1. Растения. – Астана, 2014. – С. 44.
- 3 Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. – Л.: Наука, 1981. – С. 264.
- 4 Chater A.O., Pawlowski B., Yutin T.G.et al. Ranunculaceae // Flora Europaea. – Cambridge Univ. press, – 1964. – Vol.1. – P. 206-242.
- 5 Grey-Wilson Christopher, Blamey Marjorie. Alpine Flowers of Britain and Europe. – London, – 1995. – P. 377.
- 6 Ruksans J. Buried Treasures: Finding and growing the World's Choicest Bulbs. – Portland, 2007. – P. 38.
- 7 Камелин Р.В. Флора Севера Европейской России (в сравнении с близ лежащими территориями). – СПб.: Изд-во ВВМ, 2017. – С. 241.
- 8 Полетико О.М., Мишенкова А.П. Декоративные травянистые растения открытого грунта. Справочник по номенклатуре родов и видов. – Л.: Наука, 1967. – С. 208.
- 9 Рысин Л.П., Рысина Г.П. Морфоструктура подземных органов лесных травянистых растений. – М.: Наука, 1987. – С. 208.
- 10 Барыкина Р.П., Гуляян Т.А. Морфолого-анатомическое исследование *Hepatica nobilis* Garsault // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1974. Т. 79. Вып. 2. – С. 94-108.
- 11 Slavikova Z. Zur Morphologie der Blütenhülle von *Hepatica nobilis* // Ibid. A. – 1976. №2. – S. 97-106.
- 12 Huyn K.L. Le pollen du genre *Anemone* et du genre *Hepatica* (Ranunculaceae) et leur taxonomie // Pollen et spores. – 1970. №3. – P. 324-364.
- 13 Baumberger H. Chromosomenzahlbestimmung und Karyotypanalysen bei den gattungen *Anemone*, *Hepatica* und *Pulsatilla* // Ber. Schweiz. Bot. ges., – 1970. №80. – S. 17-96.
- 14 Отрядных И.Г., Съедина И.А., Малыбеков А.Б. Растение Государственного национального парка «Көлсай көлдері». – Саты, 2015. – С. 200.
- 15 Ладыгина Г.М., Рачковская Е.И., Сафронова И.Н. Растительность Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). Карта. Пояснительный текст и легенде к карте. – СПб., 1995. – С. 128.
- 16 Ивашенко А.А., Ишков Л.Е. Материалы по флоре и растительности национального парка «Көлсай көлдері» // Научные труды ГНПП «Көлсай көлдері». Вып. 1. – 2013. – С. 34-70.
- 17 Мухтубаева С.К. Список флоры восточной части хребта Кунгей Алатау. – Алматы, 2017. – С. 272.
- 18 Флора СССР. Тт. 1-30. – М. – Л., 1934-1964.
- 19 Флора Казахстана. Тт. 1-9. – Алма-Ата, 1956-1966.

- 20 Определитель Средней Азии. Критический конспект флоры. Тт. 1-10. – Ташкент, 1968-1993.
- 21 <http://herba.msu.ru>
- 22 <https://www.plantarium.ru>
- 23 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. – Алматы, 1999. – С. 187.
- 24 Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – С. 439.
- 25 Tamura M. Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae. I // Sci. Rep. Osaka Univ. – 1963. – Vol. 11. – P. 115-126.
- 26 Зиман С.И. Морфология и филогения семейства Лютиковых. – Киев: Наукова думка, 1986. – С. 248.
- 27 Jabbour F., Renner S. A phylogeni of Delphinieae (Ranunculaceae) shows that Aconitum is nested within Delphinium and that Late Miocene transitions to long life cycles in the Himalayas and Southwest China coincide with bursts in diversification // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2012. – Vol. 62. – P. 928-942.
- 28 Janchen E. Die systematische gliederung der Ranunculaceae und Berberidaceae // Denkschr. Osterr. Akad. Wis. Math. naturwiss. Kl. – 1949. №4. – S. 1-82.
- 29 Jensen U. Serologische Beiträge zur Systematik der Ranunculaceae // Bot. Jb. Syst. 1968. Bd. 88. – S. 269-310.
- 30 Steward A.N. Hepatica transsilvanica group of Eastern Europe and Asia // Rhodora, – 1927. – Vol. 29. – P. 53-54.
- 31 Steyermark J.A., Steyermark C. Hepatica in North America // Rhodora, 60. №740. – P. 223-232.
- 32 Tamura M. A new classification of the family Ranunculaceae // Acta Phytotax. geobot. – 1990. – Vol. 41. – P. 93-101.
- 33 Hara H., Kurosawa S. Differentiation within Anemone hepatica L. of Japan // J. jap. Bot. – 1958. – Vol. 33. – P. 265-275.
- 34 Tho C.A. A cytotoxic study of the H. asiatica and H. maxima in Korea // J. Korean Cult. Inst. Ewha Women's Univ. – 1967. – Vol. 10. – P. 313-320.
- 35 Ogisu M., Awan M.R., Mabuchi T., Mikanagi Y. Morphology, phenology and cytology of Hepatica falconeri in Pakistan // Kew Bull. – 2002. – Vol. 57 (4). – P. 948-953.
- 36 Thomson T. Anemone falconeri // Hooker's Icon Pl., – 1852. №9: – P. 899.
- 37 Kurita M. Cytological studies in Ranunculaceae. II. The karyotype of Anemone and Hepatica // Bot. Mag. (Tokyo). – 1955. – Vol. 68. – P. 187-190.
- 38 Rield H. New Taxa und Kombinationen in Ranunculaceae from Pakistan und Kaschmir // Kew Bull., – 1979. 34. №2. – P. 361-366.
- 39 Голоскоков В.П. Флора Джунгарского Алатау. – Алма-Ата, 1984. – С. 224.
- 40 Ролдугин И.И. Еловые леса Тянь-Шаня (флора классификация и динамика). – Алма-Ата: Наука, 1989. – С. 304.
- 41 Parsa A. Ranunculaceae // Flora d' Iran (la Perse). Teheran, – 1951. – Vol.1. №1. – P. 348-442.
- 42 Hooker J.D. Flora of British India. I. Ranunculaceae to Sapindaceae. – Dehli: Perioidal Expertis, 1973. – Vol.8. – P. 1-740.
- 43 Quershi R.A., Chaudhri M.N. Anemone falconeri // Pakistana Syst. – 1988. – Vol. 4 (1-2). – P. 111-112.
- 44 Nasir Y.J., Rafiq R.A. Wild Flowers of Pakistan. Edited by T.J. Roberts. – Oxford University Press. Kazachi, 1995. – P. 298.
- 45 Лазьков Г.А., Султанова Б.А. Кадастр флоры Кыргызстана: сосудистые растения. – Бишкек, 2014. – С. 125.
- 46 Байтенов М.С. Высокогорная флора Северного Тянь-Шаня. – Алма-Ата: «Наука», 1985. – С. 232.
- 47 Иващенко А.А. Сокровища растительного мира Казахстана. По страницам Красной книги. – Алматы: «Алматыкітап», 2007. – С. 128.
- 48 Садырова Г.А., Шорманова А.А. Редкие, эндемичные и субэндемичные виды растений флоры хребта Кетмен. – Алматы, 2017. – С. 168.
- 49 Кокорева И.И. Растения Джунгарского и Заилийского Алатау, нуждающиеся в охране. – Алматы, 2007. – С. 212.
- 50 Байтулин И.О., Огарь Н.П., Нестерова С.Г., Инелова З.А. Флора Илейского Алатау. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – С. 196.
- 51 Попов М.Г. Флора Алматинского государственного заповедника. – Алма-Ата, 1940. – С. 50.
- 52 Mukhtubaeva S.K., Nelina N.V., Sitpayeva G.T., Kuudabaeva G.M., Veselova P.V., Bilibayeva B.K., Jumadilova A. Rare endemis, relict and endangered plant species of the northern Tien-Shan (Kungei, Kirgizskiy Alatau) // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2017. – Vol.6. №316, – P. 103-110.
- 53 Holubec V., Horak D. The Tian Shan and its Flowers. – Prague, 2018. – P. 404.

References

- 1 Abdulina S.A. (1999) Spisok sosudistyh rastenij Kazahstana [List of vascular plants of Kazakhstan]. Almaty, p. 187.
- 2 Bajtenov M.S. (1985) Vysokogornaja flora Severnogo Tjan'-Shanja [Alpine flora of the Northern Tien Shan]. Alma-Ata, «Наука», p. 232.
- 3 Bajtulin I.O., Ogar' N.P., Nesterova S.G., Inelova Z.A. (2017) Flora Ileyskogo Alatau [Flora of Iliyskiy Alatau]. Almaty: Қазақ университеті, p. 196.
- 4 Barykina R.P., Guljan T.A. (1974) Morfologo-anatomicheskoe issledovanie Hepatica nobilis Garsault [Morphological and anatomical study of Hepatica nobilis Garsault]. Bjuill. MOIP. Otd. biol., vol. 79., vyp. 2., pp. 94-108.
- 5 Baumberger H. (1970) Chromosomenzahlbestimmung und Karyotypanalysen bei den gattungen Anemone, Hepatica und Pulsatilla. Ber. Schweiz. Bot. ges, no 80, pp. 17-96.

- 6 Chater A.O., Pawlowski B., Yutin T.G. et al. Ranunculaceae (1964) Flora Europaea. – Cambridge Univ. press, vol.1, pp. 206-242.
- 7 Flora Kazahstana (1956-1966) [Flora of Kazakhstan]. Alma-Ata, Vv. 1-9.
- 8 Flora SSSR (1934-1964) [Flora of the USSR]. M. – L., Vv. 1-30.
- 9 Goloskokov V.P. (1984) Flora Dzhungarskogo Alatau [Flora of Dzhungarskiy Alatau]. Alma-Ata, p. 224.
- 10 Grey-Wilson Christopher, Blamey Marjorie (1995) Alpine Flowers of Britain and Europe. London, p. 377.
- 11 Hara H., Kurosawa S. (1958) Differentiation within *Anemone hepatica* L. of Japan. J. jap. Bot., vol. 33, pp. 265-275.
- 12 Holubec V., Horak D. (2018) The Tian Shan and its Flowers. Prague, p. 404.
- 13 Hooker J.D. (1973) Flora of British India. I. Ranunculaceae to Sapindaceae. Delhi: Perioidal Expertis, vol.8, pp. 1-740.
- 14 <http://herba.msu.ru>
- 15 <https://www.plantarium.ru>
- 16 Huyn K.L. (1970) Le pollen du genre *Anemone* et du genre *Hepatica* (Ranunculaceae) et leur taxonomie. Pollen et spores, no 3, pp. 324-364.
- 17 Ivashhenko A.A. (2007) Sokrovishha rastitel'nogo mira Kazahstana. Po stranicam Krasnoj knigi [Treasures of the flora of Kazakhstan. Through the pages of the Red Book]. Almaty: «Almatykitap», p. 128.
- 18 Ivashhenko A.A., Ishkov L.E. (2013) Materialy po flore i rastitel'nosti nacional'nogo parka «Kølsaj kolderi» [Materials on flora and vegetation of the national park "Kølsai kolderi"]. Nauchnye trudy GNPP «Kølsaj kolderi». Vyp. 1, pp. 34-70.
- 19 Jabbour F., Renner S. (2012) A phylogeny of Delphinieae (Ranunculaceae) shows that *Aconitum* is nested within Delphinium and that Late Miocene transitions to long life cycles in the Himalayas and Southwest China coincide with bursts in diversification. Molecular Phylogenetics and Evolution, vol. 62, pp. 928-942.
- 20 Janchen E. (1949) Die systematische gliederung der Ranunculaceae und Berberidaceae. Denkschr. Osterr. Akad. Wis. Math. naturwiss. Kl., no 4, pp. 1-82.
- 21 Jensen U. (1968) Serologische Beiträge zur Systematik der Ranunculaceae. Bot. Jb. Syst., Bd. 88, pp. 269-310.
- 22 Kamelin R.V. (2017) Flora Severa Evropejskoj Rossii (v sravnenii s bliz lezhashhimi territorijami) [Flora of the North of European Russia (in comparison with adjacent territories)]. SPb: Izd-vo VVM, p. 241.
- 23 Kokoreva I.I. (2007) Rasteniya Dzhungarskogo i Zailijskogo Alatau, nuzhdajushhiesja v ohrane [Plants of the Dzungarian and Trans-Ili Alatau, in need of protection]. Almaty, p. 212.
- 24 Krasnaja kniga Kazahstana (2014) Rasteniya [Plants]. Astana, vol. 2, p. 44.
- 25 Kurita M. (1955) Cytological studies in Ranunculaceae. II. The karyotype of *Anemone* and *Hepatica*. Bot. Mag. (Tokyo), vol. 68, pp. 187-190.
- 26 Ladygina G.M., Rachkovskaja E.I., Safronova I.N. (1995) Rastitel'nost' Kazahstana i Srednej Azii (v predelakh pustynnoj oblasti). Karta. Pojasnitel'nyj tekst i legende k karte [Vegetation of Kazakhstan and Central Asia (within the desert region). Map. Explanatory text and map legend]. SPb, p. 128.
- 27 Laz'kov G.A., Sultanova B.A. (2014) Kadastr flory Kyrgyzstana: sosudistye rasteniya [Flora Cadastre of Kyrgyzstan: Vascular Plants]. Bishkek, p. 125.
- 28 Muhtubaeva S.K. (2017.) Spisok flory vostochnoj chasti hrebta Kungej Alatau [List of flora of the eastern part of the Kungej Alatau ridge]. Almaty, p. 272.
- 29 Mukhtubaeva S.K., Nelina N.V., Sitpayeva G.T., Kuudabaeva G.M., Veselova P.V., Bilibayeva B.K., Jumadilova A. (2017) Rare endemism, relict and endangered plant species of the northern Tien-Shan (Kungei, Kirgizskiy Alatau). Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, vol. 6, no 316, pp. 103-110.
- 30 Nacional'naja strategija i plan dejstvij po sohraneniju i sbalansirovannomu ispol'zovaniju biologicheskogo raznoobrazija Respubliki Kazahstan (1999) [National strategy and action plan for the conservation and balanced use of biological diversity of the Republic of Kazakhstan]. Kokshetau, p.336.
- 31 Nasir Y.J., Rafiq R.A. (1995) Wild Flowers of Pakistan. Edited by T.J. Roberts. Oxford University Press. Kazachi, p. 298.
- 32 Ogisu M., Awan M.R., Mabuchi T., Mikanagi Y. (2002) Morphology, phenology and cytology of *Hepatica falconeri* in Pakistan. Kew Bull., vol. 57 (4), pp. 948-953.
- 33 Opredelel' Srednej Azii. Kriticheskij konspekt flory (1968-1993) [Keys to Central Asia. Critical synopsis of flora]. Tashkent, Vv. 1-10.
- 34 Otradnyh I.G., S'edina I.A., Malybekov A.B. (2015) Rastenie Gosudarstvennogo nacional'nogo parka «Kol'saj kolderi» [Plants of the State National Park "Kølsai kolderi"]. Saty, p. 200.
- 35 Parsa A. (1951) Ranunculaceae. Flora d' Iran (la Perse). Teheran, vol.1, no 1, pp. 348-442.
- 36 Poletiko O.M., Mishenkova A.P. (1967) Dekorativnye travjanistye rasteniya otkrytogo grunta. Spravochnik po nomenklature rodov i vidov [Ornamental herbaceous plants in open ground. Reference book on the nomenclature of genera and species.]. L.: Nauka, p. 208.
- 37 Popov M.G. (1940) Flora Almatinskogo gosudarstvennogo zapovednika [Flora of the Almaty State Reserve]. Alma-Ata, p. 50.
- 38 Quershi R.A., Chaudhri M.N. (1988) *Anemone falconeri*. Pakistan Syst., vol. 4 (1-2), pp. 111-112.
- 39 Redkie i ischezajushhie vidy flory SSSR, nuzhdajushhiesja v ohrane. Pod red. A.L. Tahtadzhjana (1981) [Rare and endangered species of flora of the USSR in need of protection. Ed. A.L. Takhtadzhyan]. L.: Nauka, p. 264.
- 40 Rield H. (1979) New Taxa und Kombinationen in Ranunculaceae from Pakistan und Kaschmir. Kew Bull., vol 34, no 2, pp. 361-366.

- 41 Roldugin I.I. (1989) Elovye lesa Tjan'-Shanja (flora klassifikacija i dinamika) [Spruce forests of the Tien Shan (flora classification and dynamics)]. Alma-Ata: Nauka, p. 304.
- 42 Ruksans J. (2007) Buried Treasures: Finding and growing the World's Choicest Bulbs. Portland, p. 38.
- 43 Rysin L.P., Rysina G.P. (1987) Morfostruktura podzemnyh organov lesnyh travjanistyh rastenij [Morphostructure of underground organs of forest herbaceous plants]. M.: Nauka, p. 208.
- 44 Sadyrova G.A., Shormanova A.A. (2017) Redkie, jendemichnye i subjendemichnye vidy rastenij flory hrebta Ketmen [Rare, endemic and subendemic plant species of the flora of the Ketmen ridge]. Almaty, p. 168.
- 45 Slavikova Z.Zur (1976) Morphologie der Blütenhülle von *Hepatica nobilis*. Ibid. A., no 2, pp. 97-106.
- 46 Steward A.N. (1927) *Hepatica transsilvanica* group of Eastern Europe and Asia. Rhodora, vol. 29, pp. 53-54.
- 47 Steyermark J.A., Steyermark C. *Hepatica* in North America. Rhodora, 60. No 740, pp. 223-232.
- 48 Tahtadzhjan A.L. (1987) Sistema magnoliofitov [Magnoliophyte system]. L.: Nauka, p. 439.
- 49 Tamura M. (1963) Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae. I. Sci. Rep. Osaka Univ., vol.11, pp. 115-126.
- 50 Tamura M. (1990) A new classification of the family Ranunculaceae. Acta Phytotax. geobot., vol. 41, pp. 93-101.
- 51 Tho C.A. (1967) A cytotaxonomic study of the *H. asiatica* and *H. maxima* in Korea. J. Korean Cult. Inst. Ewha Women's Univ., vol. 10, pp. 313-320.
- 52 Thomson T. (1852) *Anemone falconeri*. Hooker's Icon Pl., no 9, p. 899.
- 53 Ziman S.I. (1986) Morfologija i filogenija semejtva Ljutikovyh [Morphology and phylogeny of the Buttercup family]. Kiev: Naukova dumka, p. 248.

Қ.Қ. Құлымбет* , Г.Ә. Ыдырыс , А.А. Тастанбекова 

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

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

СИРЕК, ЭНДЕМ, ДӘРИЛІК *ADONIS TIANSHANICA* LIPCH (ADOLF). ТҮРІНІҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫ, САНЫ ЖӘНЕ ЖАСТЫҚ СПЕКТРІ.

Мақалада сирек, эндем, дәрілік *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің тығыздығы, саны, жастық спектрі сипатталған. Түрдің жалпы 3 популяциясы зерттелді. Бірінші популяция – Кеген асуынан алынды, түрдің 2 ценопопуляциясы табылды. Екінші популяция – Жоңғар Алатауы, Текелі шатқалынан табылды, сәйкесінше 1 популяциядағыдай түрдің 2 ценопопуляциясы зерттелді. Ал, 3 популяция – Теріскей Алатауы, Сарыжаз және Қайнар ауыл аралығында табылды. Барлығы, 3 популяция және 5 ценопопуляция табылып, зерттелді. Биологиялық әртүрлілік проблемасының әлемдік сипатын ескере отырып, тек жекелеген түрлерді ғана емес, сонымен қатар бірқатар бірегей өсімдік қауымдастықтарын қорғау, олардың әртүрлілігі мен тұрақтылығы қоршаған ортаның оңтайлылығының маңызды шарты болып табылады. Қауымдастықтардың аз бөлігі белгілі бір дәрежеде қорықтарда немесе қорықшаларда қорғалады, бірақ жойылып бара жатқан және сирек кездесетін өсімдіктер қауымдастықтарының анықтамалық мәліметтерінің жалпы тізімі жоқ, оларды қорғау болашақ үшін өте маңызды және қазіргі таңда өте актуалды. Барлық ценопопуляцияларға 1м² үлгі алаңшалары салынды, түрдің саны, жастық құрамы А.А.Урановтың әдісі бойынша есептелді. Сонымен бірге, *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің дарактарының орташа тығыздығы есептелді. Түрдің 3 популяциясы орналасқан аймақтары бойынша карта құрылды (Алматы облысы жағдайында). Сонымен қатар, ценопопуляциялардың кездескен нүктесіне байланысты космостық кескіні пайдаланылды (географиялық координаттары бойынша).

Adonis tianschanica Lipch (Adolf). түр ценопопуляцияларының жастық құрамы бойынша графиктер құрылып, түрдің 3 популяция бойынша қазіргі саны, тығыздығы және жастық құрамының қазіргі жағдайына баға берілді.

Түйін сөздер: *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf), эндем, ценопопуляция, жастық құрамы, Жоңғар Алатауы, Теріскей Алатауы.

K.K. Kulymbet*, G.A. Ydyrys, A.A. Tastanbekova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty,

*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

Density, number, and age spectrum of the rare, endemic, medicinal species *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf).

The article describes the density, number and age spectrum of the rare endemic medicinal species *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). 3 populations of the species were studied. The first population was taken from the Kegen Pass, and 2 cenopopulations of the species were found. The second population was found in the Tekeli gorge of Dzungarian Alatau and 2 cenopopulations of the same species as in 1 population were studied accordingly. The third population is between the villages of Saryjaz and Kainar, Terskey Alatau. A total of 3 populations and 5 coenopopulations were found and studied. Given the global nature of the problem of biological diversity, the protection of not only individual species, but also a number of unique plant communities, their diversity and stability are important conditions for optimal environment. A small part of associations is to some extent aggravated in nature reserves or protected areas, but there is no general reference list of endangered and rare plant communities and their protection is very important for the future. For all coenopopulations, accounting areas of 1m² were built, the number of species and age composition were calculated according to the method of A. A. Uranov. In addition, the average density of individuals of the *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). type was calculated. A map has been constructed for the regions where three populations of the species are located (in Almaty region conditions). The space image was also used depending on the meeting point of coenopopulations (by geographical coordinates). Graphs are compiled for the age composition of coenopopulations of the *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf) type, and the current state of abundance, density, and age composition is estimated for 3 populations of the species.

Key words: *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf), endem, coenopopulation, age composition, Dzungarian Alatau, Terskey Alatau.

К.К. Кулымбет*, Г.А. Ыдырыс, А.А. Тастанбекова

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

Плотность, численность и возрастной спектр редкого, эндем, лекарственного вида *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf).

В статье описаны плотность, численность и возрастной спектр редкого, эндем, лекарственного вида *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). Исследованы 3 популяции вида. Первая популяция взята с перевала Кеген, обнаружены 2 ценопопуляции вида. Вторая популяция – обнаружены в ущелье Текели Джунгарского Алатау, соответственно исследованы 2 ценопопуляции того же вида, как и в 1 популяции. Третья популяция – между поселками Сарыжаз и Кайнар, Терской Алатау. Всего было обнаружено и исследовано 3 популяции и 5 ценопопуляций. С учетом мирового характера проблемы биологического разнообразия защита не только отдельных видов, но и ряда уникальных растительных сообществ, их разнообразие и стабильность являются важным условием оптимальности окружающей среды. Небольшая часть ассоциаций в определенной степени охраняется в заповедниках или заповедных зонах, но отсутствует общий перечень справочных данных исчезающих и редких растительных сообществ, их защита очень важна для будущего. Для всех ценопопуляций построены учетные площадки размером 1 м², численность вида, возрастной состав рассчитан по методу А.А. Уранова. Кроме того, была рассчитана средняя плотность особей типа *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). По регионам, где расположены три популяции вида, построена карта (в условиях Алматинской области). Также был использован космический снимок в зависимости от местности встречи ценопопуляций (по географическим координатам). Составлены графики по возрастному составу ценопопуляций типа *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf), дана оценка современного состояния численности, плотности и возрастного состава по 3 популяциям вида.

Ключевые слова: *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf), эндем, ценопопуляция, возрастной состав, Джунгарский Алатау, Терской Алатау.

Кіріспе

Қазақстан аумағында ландшафтық кешендердің бірегей жиынтығы бар: шөлдерден бастап биік тауларға және ішкі теңіздердің экожүйелеріне дейін. Құрғақ және субгумидті жерлер Қазақстан Республикасы аумағының 75%-дан астамын алып жатыр. Оларда барлық биологиялық әртүрліліктің түрлік құрамының 40%-дан астамы шоғырланған [1]. Елдің экономикалық дамуының өсіп келе жатқан қарқыны және табиғи ресурстарды пайдаланудың күшеюі жағдайында аумақтық табиғатты қорғау жүйесін одан әрі жетілдіру мәселесі өзекті. Республикамыздың биологиялық әртүрлілігін сақтаудың тиімді жүйесі ретінде Қазақстан Республикасының ерекше қорғалатын табиғи аумақтарын одан әрі дамыту қажеттілігін айқындайды [2].

Қазақстанның флорасы бірқатар бағалаулар бойынша 13 мыңнан астам түрді қамтиды, оның ішінде – жоғары сатыдағы өсімдіктердің 5754 – тен астам түрі, 5000-ға жуық – саңырауқұлақтар, 485 – қыналар, 2000-нан астам-балдырлар, 500-ге жуық-мүк тәрізділер. Саңырауқұлақтар мен жоғары сатыдағы өсімдіктердің түрлері толық түгендеуден өтті [3]. Өсімдіктер арасында түрлердің 14%-ы эндем болып табылады. Олардың ішінде көптеген реликті түрлер бар [4].

Қазақстанның өсімдіктері өте алуан түрлі. Ең бастысы, ең алдымен Еуразияда кең таралған өсімдік түрлерін атап өту керек. Ең үлкен аудандарды дала және шөлді өсімдік түрлері алып жатыр. Олардан басқа тундра, шалғын, орман, бұталы және батпақты түрлері тән [5]. Орта Азияның аридтік аймақтарымен байланысты сирек кездесетін ерекше түрлердің қатарына арша ормандары, умбеллар, саванноид, фриганоид (тікенді бұталы және таулы жусанды) түрлері жатады [6].

Қазақстанда флораның эндем орталықтары (Қаратау таулары, Батыс Тянь-Шань таулары), бірегей табиғи кешендер – құмдағы қарағай ормандары (Ара- және Аман-Қарағай, Наурызым); Орталық Қазақстанның төмен тауларының орман және дала кешендері; Бетпақ-дала, оңтүстік Балқаш маңы, Іле қазаншұңқырының шөлді қоғамдастықтары; Оңтүстік Алтайдың, Қалба таулары мен Тарбағатай орман, бұта және дала қауымдастықтарының жиынтығы, Жоңғар Алатауы мен Тянь-Шаньның орта таулары бар. қылқан жапырақты шырша ормандары және Алма ормандарының фрагменттері; Жайық, Торғай ойпаттарының, теңіз, Алакөл көлдерінің сулы-батпақты экожүйелері; Сырдария, Іле, Шарын жайылмалы ормандары (тоғайлар) [7-8].

Тау экожүйелерінің өсімдік қауымдастықтары өте алуан түрлі және өсімдіктердің әртүрлі түрлеріне бай [9].

Альпі аласа шөпті, дәнді-бозды-бетегелі шалғындар ылғалды таулы жерлерде (солтүстік Алтай, Батыс Тянь-Шань) таралады. Криофитті аз шөпті альпілік шалғындарының ерекше түрі (көбінесе шөлейт деп аталады) құрғақ және суық биік тауларда (Оңтүстік Алтай, Саур, Тарбағатай, Жоңғар Алатауы) кездеседі [10].

Биологиялық әртүрлілік проблемасының әлемдік сипатын ескере отырып, тек жекелеген түрлерді ғана емес, сонымен қатар бірқатар бірегей өсімдік қауымдастықтарын қорғау, олардың әртүрлілігі мен тұрақтылығы биологиялық өнімділікте қоршаған ортаның оңтайлылығының маңызды шарты болып табылады. Қауымдастықтардың аз бөлігі белгілі бір дәрежеде қорықтарда немесе қорықшаларда қорғалады, бірақ жойылып бара жатқан және сирек кездесетін өсімдіктер қауымдастықтарының анықтамалық мәліметтерінің жалпы тізімі жоқ, оларды қорғау болашақ үшін өте маңызды. Олардың бірқатары түрлердің тұрақты арақатынасының стандарттары ретінде ерекше қызығушылық тудырады. Көптеген қауымдастықтарда өте тар диапазондар кездеседі, сондықтан кездейсоқ өлім олардың табиғатта жоғалуына әкелуі мүмкін. Бұл сирек кездесетін және жойылып бара жатқан түрлерді олардың қауымдастықтарын күшейтілген қорғау шараларымен ғана сақтауға болады [11-12].

Мақаланың мақсаты сирек, эндем, дәрілік түр ценопопуляцияларының санын, тығыздығын және жастық спектрін анықтау.

Зерттеу нысаны: *Adonis tianschanica* (Adolf) Lipsch. Бұл атау Ranunculaceae тұқымдасы, *Adonis* туысы түрінің жалпы атауы болып табылады [13]. Ал, кей деректерде бұл түр атауын *Adonis tianschanicus* (Adolf) Lipsch. атауымен қолданады және де бұл уақытқа дейінгі көптеген зерттеу жұмыстарында осы атауды қолданған [14].

Осы мақсатқа сәйкесінше қойылған міндеттер:

1. Кеген асуы жағдайындағы сирек, эндем, дәрілік түр *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf). ценопопуляцияларының жастық спектрі, тығыздығы, саны (популяция 1).

2. Жоңғар Алатауы жағдайындағы сирек, эндем, дәрілік түр *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf). ценопопуляцияларының жастық спектрі, тығыздығы, саны (популяция 2).

3. Теріскей Алатау жағдайындағы сирек, эндем, дәрілік түр *Adonis tianschanica* Lipsch

(Adolf). ценопопуляцияларының жастық спектрі, тығыздығы, саны (популяция 3).

Зерттеу материалдары мен әдістері

Қазіргі таңда геоботаникалық зерттеу әдістері актуалды, себебі, белгілі бір қауымдастықтағы түрдің санын, оның дамуын көрсетуде үлкен басымдықты ие.

Бұл мақалалық жұмыс ценопопуляцияларды зерттеудің классикалық әдісі бойынша жүргізілді (Работнов, 1950; өсімдік ценопопуляциясы 1976, 1988, А.А. Уранов). Жалпы зерттеуге алынған популяциялар саны 3, ценопопуляция саны – 5.. Экспедиция ерте көктемде 13-16 және 30 мамыр 2020 жыл аралығында жүргізілді.

Жастық құрамын анықтауда зерттелген әрбір нүктеде трансекталар салынды. Аймақ рельефіне байланысты 10-20 м сайын ауданы 1 м² үлгі алаңшалары (5 ценопопуляцияда барлығы 50 трансекта) салынды. Әрбір үлгі алаңшаларында зерттеуге алынған түрдің барлық дарактары жастық күйіне байланысты есептелінді. Популяцияның тығыздығы 1 м² аудандағы түрдің дарактар санымен есептелді. Осы параметрлер негізінде ортаның фитоценодикалық және экологиялық ерекшеліктері анықталды. Өсімдік қауымдастықтарының табиғи жағдайы сипатталды.

Ценопопуляцияның жастық құрылымын анықтау үшін алдымен жастық спектрін анықтау қажет. Ол үшін алдымен есептеу ауданындағы даралардың жасы анықталды. Олардың өлшемі мен саны, зерттеліп отырған объектінің тіршілік формасы мен ценопопуляцияның тығыздығына байланысты. Әдетте шөптесін өсімдіктер үшін 0,25 м² немесе 1 м² аудандарды қолданады. Олардың саны жүз дарадан кем болмайтындай етіп орналыстырады [15]. Жастық спектрдің жағдайы жалпы даралардың абсолюттік саны немесе пайызы ретінде жазылып, кесте, гистограмма немесе график түрінде көрсетіледі.

Ценопопуляциядағы дарактардың саны – бұл олардың локальді ценопопуляциялардағы жалпы саны [16]. Ценопопуляциялардың санын осы популяцияның барлық дарактарын тікелей санау арқылы анықтауға болады немесе сынама алаңшаларында жеке дарактарды есепке алуға жүгінуге болады. Бұл жағдайда олар жеке дарактардың орташа саны туралы айтады, орташа қатені және бағалаудың сенімділік деңгейін көрсетеді. Жеке дарактардың орташа саны мен жалпы ауданы, алып жатқан ценопопуляция көлемі бойынша жалпы санын да, орташа популяция тығыздығын да анықтауға болады [17-18].

Ценопопуляцияның ауданы тиісті опцияны қолдана отырып, GPS навигаторымен де анықталады [19]. Ценопопуляция үлкен ауданда болған жағдайда, сынама алаңшаларында жеке дарақтарды қайта санауды қолдануға болады. Кейбір жағдайларда әр жас тобындағы жеке дарақтардың саны бөлек есептеледі. Алаңшалар кездейсоқ түрде бір фитоценоз шекарасында салынады. Егер популяция аз болса, барлық жеке дарақтардың толық есебі жүргізіледі. Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардағы өсімдіктердің сирек кездесетін түрлерінің саны аз популяцияларында GPS-навигатордың көмегімен әр дарақтың жағдайын картаға түсіреді [20].

В.Г. Кияктың айтуынша, кішкентай популяцияның өлшем критерийі – ересек дарақтардың саны 1000 данадан аз және популяцияның ауданы 1000 м²-ден аз [21].

Ценопопуляция тығыздығы – бір шаршы метрге (1кв/м) өсетін өсімдік дараларының саны. Бұл көрсеткішті анықтау үшін есептеу ауданының іріктеу әдісі қолданылады. Есептеу ауданы ценопопуляцияның тығыздығы мен даралар санының мөлшеріне байланысты болады. Кіші ценопопуляциялар үшін мұны популяция өрісіндегі барлық дарақтарды (ценопопуляцияның жеке дарақтары орналасқан аумақ) тікелей санау арқылы жасауға болады [22]. Өсімдіктердің ценопопуляциясы үшін сан ұғымы көбінесе тығыздықтың синонимі ретінде қолданылады. Доминант жағдайында ценопопуляцияның тығыздығы болып табылатын экологиялық тығыздықты ажыратуға

болады [23]. *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). биологиялық ерекшеліктерін анықтау үшін популяцияға жан-жақты талдау жүргізілді.

Ценопопуляцияларды сипаттауда А.А. Уранов пен О.В. Смирнова ұсынған онтогенетикалық топтардың абсолюттік максимум классификациясы қолданылды [24]. Ценопопуляцияның жастық спектрін құру үшін өсімдік өзінің үлкен өмірлік циклі кезінде өткен жас жағдайлары алдын ала ерекшеленеді. Жастық күйлерді ажыратуда А.А.Урановтың ұсынысы пайдаланылды: р – өскіндер; j – ювенильдік дарақтар im – имматурлық; v – виргинильдік және жас вегетативтік; g1 – жас генеративтік g2 - орташа немесе пісіп жетілген генеративтік g3 - қартайған генеративтік; ss – субсенильдік; s – сенильдік; sc – қурап қалған дарақтар [25].

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Adonis tianschanica Lipch (Adolf). түрінің ценопопуляциясының құрылымдық ерекшеліктерін анықтау үшін олардың жастық спектрі, саны, тығыздығы зерттеуге алынды. *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрі кездесетін ареал шеңберінде 5 ценопопуляция анықталды.

Сирек, эндем түрді өсімдік қауымдастығын зерттеу, өсу ортасының географиялық жағдайын бағалаудан және оның географиялық орналасу координаттарын белгілеуден, сипаттау күні мен автордан басталды (кесте 1). Одан кейін негізгі параметрлер бойынша ортаның фитоценодикалық және экологиялық ерекшеліктері айқындалды.

1-кесте – *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). зерттелген ценопопуляцияларының географиялық орналасуы

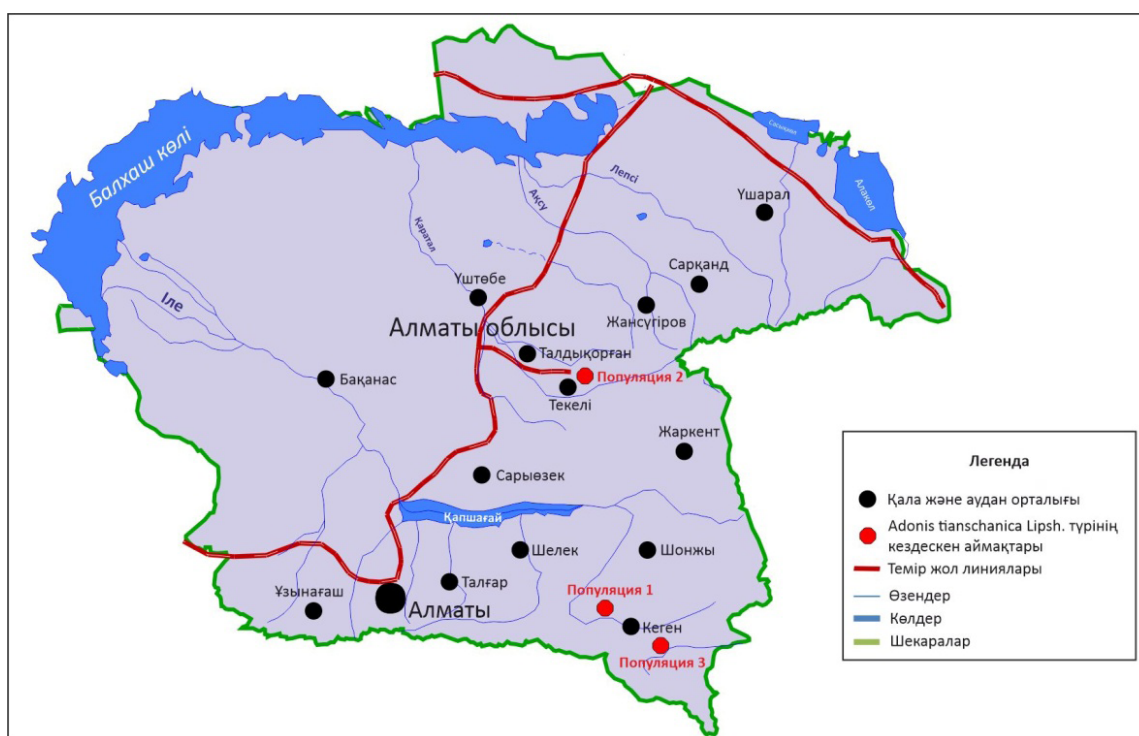
Ценопопуляция	Орналасуы	Биіктігі(м)	Географиялық координаттар	
			N	E
Ценопопуляция 1	Кеген асуы	1955	43° 08' 36.3"	79° 11' 46.3"
Ценопопуляция 2		2032	43° 08' 36.4"	79° 11' 21.8"
Ценопопуляция 3	Жоңғар Алатауы, Текелі шатқалы	2043	44° 47' 47.2"	78° 59' 40.9"
Ценопопуляция 4		2042	44° 47' 46.2"	78° 59' 34.0"
Ценопопуляция 5	Теріскей Алатауы, Сарыжаз және Қайнар ауыл аралығында.	2154	42° 52' 27.1"	79° 44' 58.4"

Adonis tianschanica Lipch (Adolf). түрінің зерттелген аймақтары (1-сурет): 1- популяция Кеген асуы, теңіз деңгейінен 1955-1956 м биік-

тікте табылды. Экспозиция: шығыс. Қауымдастық: Астық-жусанды әр түрлі шөпті. Түрлердің жобалық жабыны: 50-60 %, топырақ типі: таулы-

дала зонасындағы әлсіз сілтілі қара топырақ; 2-популяция Жоңғар Алатауы, Текелі шатқалы, теңіз деңгейінен 2042-2043 м биіктікте табылды. Экспозиция: оңтүстік шығыс. Қауымдастық: Итмұрынның қатысуымен әртүрлі шөпті. Түрлердің жобалық жабыны: 90-95 %, топырақ типі: таулы-шалғынды топырақ; 3-популяция

Теріскей Алатауы, Сарыжаз және Қайнар ауылы аралығында, теңіз деңгейінен 2154-2155 м биіктікте табылды. Экспозиция: оңтүстік-шығыс. Қауымдастық: Астық-жусанды әр түрлі шөпті және бұталардың қатысуымен. Түрлердің жобалық жабыны: 40-50 %, топырақ типі: Таулы-дала зонасындағы оңтүстік қара топырақ.



1-сурет – Алматы облысындағы эндем, сирек, дәрілік *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің зерттелген аймақтары

Ценопопуляцияның тығыздығы – аудан бірлігіне келетін дарақтар санымен анықталды. Жоғарыда көрсетілгендей, популяциялар анықталды: Кеген асуы – 1, 2 ценопопуляциялар, Жоңғар Алатауы Текелі шатқалы – 3, 4 ценопопуляциялар, Теріскей Алатауы, Сарыжаз және Қайнар ауылының аралығында – 5 ценопопуляция.

Кеген асуындағы *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрі 13 мамыр 2020 жылы зерттелді. Популяция ауданы шағын, 2 ценопопуляция аралығы 1 км жуықтайды (2-сурет). Зерттеу уақытында түрдің ценопопуляциялық құрылымы, сабағы, өркені, гүлі, өсімдіктің жайылу диаметрі (оңтүстік-солтүстік, батыс-шығыс) анықталды.

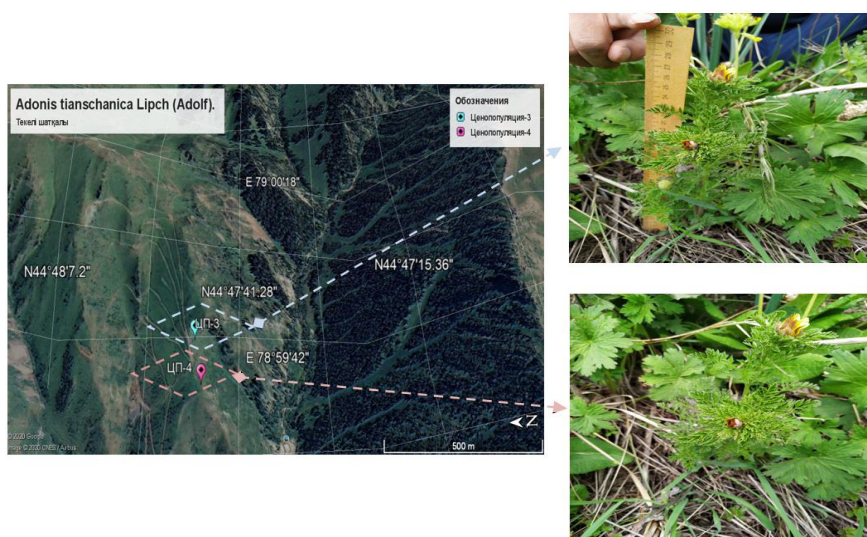
Жоңғар Алатауы, Текелі шатқалындағы *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрі 16 ма-

мыр 2020 жылы зерттелді. Популяция ауданы шағын, 2 ценопопуляция аралығы 70-80 м жуықтайды (3-сурет). Зерттеу уақытында түрдің ценопопуляциялық құрылымы, сабағы, өркені, өсімдіктің жайылу диаметрі, сонымен қатар топырақ типі анықталды.

Барлық ценопопуляциялардағы *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің саны 106 дарақ анықталды. Зерттеу кезінде ценопопуляциялардың саны 13-тен 31 дараққа дейін өзгерді (әр ценопопуляция жағдайында). Нақтырақ, 1-ценопопуляцияда – 27 дарақ, 2- ценопопуляцияда – 31 дарақ, 3- ценопопуляцияда – 16 дарақ, 4 – ценопопуляцияда – 19 дарақ, 5 популяцияда – 13 дарақ. Барлық ценопопуляцияларда 10 үлгі алаңшалары, 1м² салынды.



2-сурет – Кеген асуы жағдайындағы эндем, сирек, дәрілік *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің космостық кескіні (популяция 1)



3-сурет – Жоңғар Алатауы, Текелі шатқалы жағдайындағы эндем, сирек, дәрілік *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің космостық кескіні (популяция 2)

2-кесте – *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің дарақтарының орташа тығыздығы (дана/м²)

Популяция 1		Популяция 2		Популяция 3
ЦП – 1	ЦП – 2	ЦП – 3	ЦП – 4	ЦП – 5
2,7±0,6	3,1±0,6	1,6±0,2	1,9±0,4	1,3±0,2

Ценопопуляциялардың орташа тығыздығы 3 популяцияда 1,3 – 3,1 дарақ м² аралығында өзгерді (кесте 2). Сонымен бірге, ценопопуляциялардың орташа тығыздығы және ценопопуляциялардың әртүрлі жастық

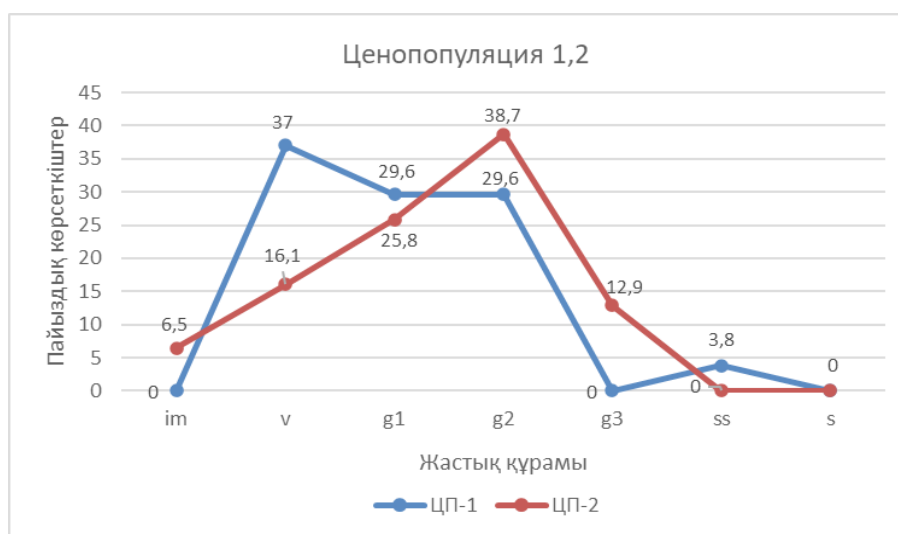
құрамы кесте 2,3 көрсетілген. Ценопопуляциялар ішінде ең ірісі ЦП – 1 және 2, түрдің ауданы жағынан да түрдің дарақтар саны мен тығыздығы жағынан да басқаларына жоғары (3-кесте).

3-кесте – *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің дарактарының орташа саны, үлгі алаңшаларындағы әртүрлі жастық құрамы жағдайында (дана/м²)

Онтогенетикалық күйі	Ценопопуляциялар (№)				
	1	2	3	4	5
Im	0	0,2±0,08	0	0	0
V	1,0±0,28	0,5±0,1	0,3±0,04	0,8±0,15	0,4±0,05
g ₁	0,8±0,14	0,8±0,13	0,8±0,09	0,4±0,09	0,5±0,07
g ₂	0,8±0,19	1,2±0,21	0,3±0,05	0,7±0,16	0,4±0,08
g ₃	0	0,4±0,08	0	0	0
Ss	0,1±0,02	0	0	0	0
S	0	0	0,2±0,04	0	0

Зерттеуге алынған барлық ценопопуляциялардың жағдайы орта деңгейде, ценопопуляция 1,2 түрдің мүшелері толық емес, кейбірі желінген немесе тапталған, сонымен бірге ценопопуляция 5 *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf).

түрінің v – дарактар көптеп кездеседі. Сонымен бірге, ценопопуляция 1, 3, 4, 5 те g₃ жастық күйіндегі дарактар жоқ, ал 2 ценопопуляцияларда Im - жастық күйіндегі дарактар кездесті (4-сурет).



4-сурет – Кеген асуы жағдайындағы *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрі ценопопуляцияларының жастық құрамы (топтағы дарактардың саны, %)

Ценопопуляция 1 және 2 (популяция 1), 3-4 (популяция 2) және 5 (популяция 3) генеративтік дарактар басым, ценопопуляция 1 де абсолюттік максимум v(37,0%) тобына сәйкес, ценопопуляция 1-2 және ценопопуляция 3-те – g₁(29,6%, 25,8% және 50% аралығында өзгереді) дарактар тобына сәйкес келеді. Ценопопуляциялардағы прегенертивтік дарактар саны айтарлықтай көп емес және ересек вегетативтік дарактармен v(16,1%-42,1%) сипатталады. Популяция -1 немесе ценопопуляция 1,2 жағдайы орташа, бірақ

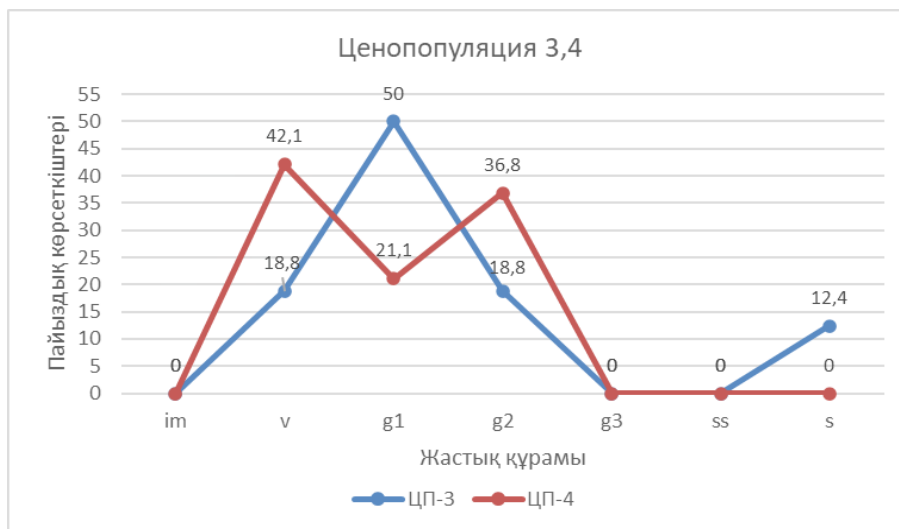
түрге жататын өсімдіктердің гүлі және жапырағы желінген жағдайлар көптеп кездеседі.

Ценопопуляция 2-де жас вегетативтік дарактардың аз болуы, бұл популяция орналасқан беткейдегі желдің ұйытқу жылдамдығы жоғары болуымен және дарактардың бойының тым аласа болуымен түсіндірілуі мүмкін. Сонымен бірге, Кеген асуында ірі кара мал жайылымының жиі жүруінен, түрдің ортаға бейімделуімен, жаңа түрлердің аз болуы және түрдің жиі тапталуымен түсіндірілуі мүмкін. Дәл осы жағдайда, бұл

жастық топ дарақтардың тіршілік қабілеттілігі төмендейді.

Ценопопуляция 3 және 4 (популяция 2) дарақтарының жастық құрамының екі максимумы бар: біріншісі (18,8 % – 42,1 %) – жас вегетативтік

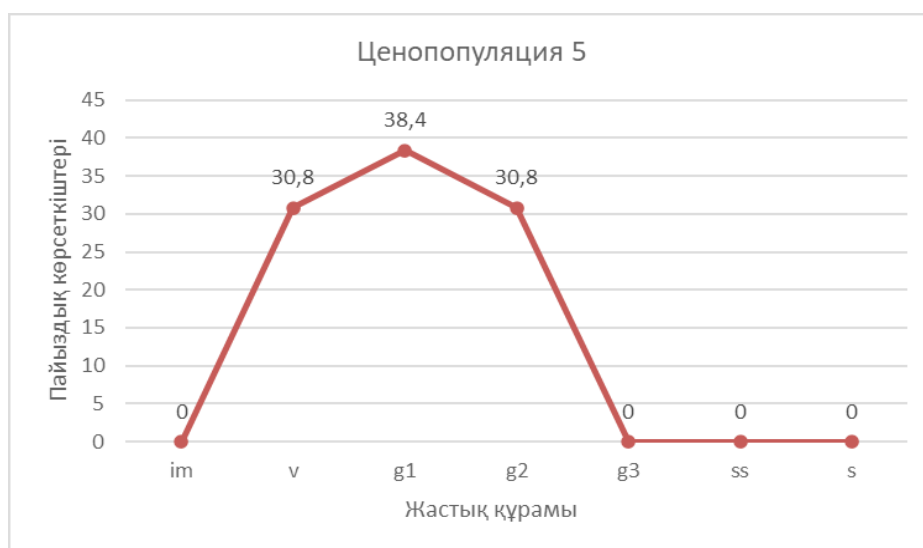
өсімдіктер тобы, екіншісі (21,1%-50,0%) – жас генеративтік өсімдіктер (сурет 3) тобы. Осы ценопопуляцияда өсетін тіршілік ортасының табиғи жағдайы басқаларына қарағанда қолайлы болуымен түсіндірілуі мүмкін (5-сурет).



5-сурет – Текелі шатқалы жағдайындағы *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түр ценопопуляцияларының жастық құрамы (топтағы дарақтардың саны, %)

Ценопопуляция 5 (популяция 3) негізінен генеративтік дарақтар басым (30,8 % – 38,4 % аралығында). Қартайған генеративтік дарақтар (g₃) кездеспейді. Сонымен бірге, субсенильді (ss) және сенильді (s) дарақтар да кездеспейді. Популяция ау-

даны шағын, түрдің ценопопуляциядағы жағдайы орта деңгейде, дарақтар саны бойынша бұл популяция тым аз санатқа жатады. Ал, популяциядағы түрлер жағдайына келер болсақ, түрлер толық, жапырақтары мен гүлі толық жетілген (6-сурет).



6-сурет – Теріскей Алатауы жағдайындағы *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрі ценопопуляцияларының жастық құрамы (топтағы дарақтардың саны, %)

Генеративтік топтағы түрлерден, барлық ценопопуляцияларда жас генеративтік (g_1) дарақтар жиі кездеседі, сонымен бірге, зерттелген ценопопуляцияларда қартайған генеративтік (g_3) жастық күй ценопопуляция 2 де (12,9%), ал қалған төрт ценопопуляцияда олар кездеспейді. Сонымен бірге, субсенильдік (ss) дарақтар ценопопуляция 1 де – 3,8%, ал сенильдік (s) дарақтар ценопопуляция 3 те (популяция 2) – 12,4% кездеседі.

Барлық ценопопуляцияларда иматурлық жастық күйі (im) – 0 % – 6,5 % , виргинилді (v) – 16,1 %– 42,1 % , жас генеративтік (g_1) – 21,1 % – 50 % , орта генеративтік (g_2) – 18,8 % – 38,7 % , кәрі генеративтік (g_3) – 0 % – 12,9 % , субсенильдік (ss) – 0 % – 3,8 % , сенильдік (s) – 0 % – 12,4 % аралығында өзгерді.

Қорытынды

Adonis tianschanica Lipch (Adolf). сирек кездесетін өсімдік түрлерінің ценопопуляциясының қазіргі жағдайын білу туралы мәлімет олардың өмір сүру перспективаларын нақтылау және тиісті қорғаныс шараларын әзірлеу үшін қажет. Кеген асуы, Теріскей Алатау, Текелі (Жоңғар Алатауы) аумағында *Adonis tianschanica* популяциялары осы уақытқа дейін зерттелмеген. Бұл жұмыста жүргізілген зерттеулердің нәтижесі *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің үш популяциясының қазіргі жағдайына баға берілді.

1. Жастық құрамы бойынша жас генеративті дарақтардың басым болуы g_1 (29,6%, 25,8% және 50%). Ценопопуляция 2 – жас вегетативтік дарақтардың аз болуы, бұл популяция орналасқан беткейдегі желдің ұйытқу жылдамдығы жоғары болуымен және дарақтардың бойының тым аласа болуымен түсіндірілуі мүмкін. Дәл осы жағдайда бұл жастық топ дарақтардың тіршілік қабілеттілігі төмендейді. Зерттеуге алынған

барлық ценопопуляциялардың тіршілік күйі орта деңгейде, ценопопуляция 1,2 түрдің мүшелері толық емес, кейбірі желінген немесе тапталған. Сонымен бірге, ценопопуляция 1, 3, 4, 5 те g_3 -жастық күйіндегі дарақтар саны жоқ, ал ценопопуляция 2 де im- жастық күйіндегі дарақтар кездеседі. Ценопопуляция 3 және 4 (популяция 2) дарақтарының жастық құрамының екі максимумы бар: біріншісі (18,8%- 42,1%) – жас вегетативтік өсімдіктер тобы, екіншісі (21,1%- 50,0%) – жас генеративтік өсімдіктер тобы. Осы ценопопуляцияда өсетін тіршілік ортасының табиғи жағдайы басқаларына қарағанда қолайлы болуымен түсіндірілуі мүмкін.

2. Барлық *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің ценопопуляциялардағы саны 106 дарақ анықталды. Оның ішінде 1- ценопопуляцияда – 27 дарақ, 2- ценопопуляцияда – 31 дарақ, 3- ценопопуляцияда – 16 дарақ, 4 – ценопопуляцияда – 19 дарақ, 5 популяцияда – 13 дарақ.

3. Түрдің орташа тығыздығы 3,1 мен 1,3 дана/м² аралығында өзгерді. Нақтырақ, ЦП-1 орташа тығыздығы – 2,7 дана/м², ЦП-2 орташа тығыздығы – де: 3,1 дана/м², ЦП-3 – орташа тығыздығы: 1,6 дана/м², ЦП-4 – орташа тығыздығы: 1,9 дана/м², ЦП-5 орташа тығыздығы: 1,3 дана/м².

4. Түрдің 3 популяциясының таралу аймақтары бойынша карта-схема жасалынды (Алматы облысы территориясы жағдайында). Ценопопуляциялардың кездескен нүктесіне байланысты космостық кескіндер пайдалынды (географиялық координаттары бойынша). *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрі ценопопуляцияларының жастық құрамы бойынша түсіндірме графиктер, саны және тығыздығы бойынша кестелер құрылды. *Adonis tianschanica* Lipch (Adolf). түрінің 3 популяциясы бойынша қазіргі саны, тығыздығы және жастық құрамының қазіргі жағдайына баға берілді.

Әдебиеттер

- 1 Вилесов Е.Н., Науменко А.А., Веселова Л.К., Аубекеров Б.Ж., Физическая география Казахстана: Учебное пособие / под общей редакцией Науменко А.А. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – С. 362-364.
- 2 Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.
- 3 Материалы семинара по проекту: Планирование сохранения биологического разнообразия на национальном уровне для поддержания реализации Стратегического плана Конвенции о биологическом разнообразии в Республике Казахстан на 2010-2011 гг. Проект ПРООН по Национальной Стратегии биологического разнообразия и по базам данных. – Алматы, декабрь 2012.
- 4 Hilton-Taylor C. 2000. IUCN Red List of Threatened Species, IUCN/SSC, Gland and Cambridge. (compiler)
- 5 Global strategy for plant conservation. Kew. – 2002. P- 62
- 6 Akeroyd J. A rational look at extinction // Plant Talk. – 2002. – Vol. 28. –P. 35-37
- 7 Флора Казахстана. – Алма-Ата, 1956. – Т. 9.

- 8 Негрбов О.П. Проблемы региональной стратегии сохранения биоразнообразия // Вестник ВГУ. Серия химия, биология. – Воронеж, 2000. – С. 112-117.
- 9 Bramwell D. How many plant species are there? // Plant Talk. -2002. – Vol. 28. – P. 32-34.
- 10 Национальная стратегия и План действий по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия РК. – Кокшетау, 1999.
- 11 Rands M.R., Adams W.M., Bennun L., Butchart S.H., Clements A., Coomes D., Entwistle A., Hodge I., Kapos V., Scharlemann J.P., Sutherland W.J., Vira, B. (2010) Biodiversity conservation beyond 2010. Science 329, 1298-1303.
- 12 Raven P.H. Chase J.M., Pires J.C. Introduction to special issue on biodiversity // American Journal of Botany. – 2011. – Vol. 98(3). – P. 330-335.
- 13 The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2623204> (data supplied on 2012-03-23).
- 14 International Plant Names Index (IPNI). Royal Botanic Gardens Kew Science; <https://www.ipni.org/n/708153-1>
- 15 Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. – Тр. Бот. Серия 3, Геоботаника. Вып. 6. – М.-Л.: Изд-во СССР, 1950.
- 16 Торопова И.А. Специфика взаимоотношений ценопопуляций видов, относится к одному фитоценозотипу. – В сб. «Структура и динамика растительного покрова». – М.: «Наука», 1976.
- 17 Уранов А.А. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений. – Тезисы докл. У съезда ВБО. – Киев, 1973.
- 18 Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во МУ, 1903.
- 19 B. Walker, Conservation Biology, 9(4) – 1995.
- 20 Уранов А.А. Возрастной спектр ценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки. – 1975, № 2.
- 21 Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценоза и видовых ценопопуляций. В кн. «Ценопопуляции растений, Развитие и взаимоотношения». – М.: «Наука», 1977.
- 22 Kiyak V. G. Small plant populations: problems and prospects of research / V. G. Kiyak // Botany and Mycology: problems and prospects for 2011-2020.- 2011, P. 18-20.
- 23 Смирнова О. В. Численность и возрастной состав популяций некоторых компонентов травяного покрова. – В кн. «Вопросы морфогенеза цветковых растений и строения их популяций». – М.: «Наука», 1969.
- 24 Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф // В кн. «Ценопопуляции растений (основные понятия и структура)». – М.: «Наука», 1976.
- 25 Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах // В кн. «Полевая геоботаника», вып. II. – М.-Л.: Изд-во СССР, 1960.

References





- 1 Vilesov Ye.N., Naumenko A.A., Veselova L.K., AubekeroV B.ZH., Fizicheskaya geografiya Kazakhstana / pod obshchey redaktsiyey Naumenko A.A.: Uchebnoye posobiye. – Almaty: Kazak, universiteti, 2009. P-362-364.
- 2 Zlobin YU.A., Sklyar V.G., Klimenko A.A. Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskiye osnovy i metodika izucheniya. – Sumy: Universitetskaya kniga, 2013. P– 439.
- 3 Materialy seminaru po projektu: Planirovaniye sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya na natsional'nom urovne dlya podderzhaniya realizatsii Strategicheskogo plana Konventsii o biologicheskom raznoobrazii v Respublike Kazakhstan na 2010-2011 gg. Proyekt PROON po Natsional'noy Strategii biologicheskogo raznoobraziya i po bazam dannykh. – Almaty, dekabr' 2012.
- 4 Hilton-Taylor C. 2000. IUCN Red List of Threatened Species, IUCN/SSC, Gland and Cambridge. (compiler)
- 5 Global strategy for plant conservation. Kew. – 2002. P- 62
- 6 Akeroyd J. A rational look at extinction // Plant Talk. – 2002. – Vol. 28. –P. 35-37
- 7 Flora Kazakhstana. – Alma-Ata, 1956. –Т-9.
- 8 Negrobov O.P. Problemy regional'noy strategii sokhraneniya bioraznoobraziya // Vestnik VGU. Seriya khimiya, biologiya. – 2000. P. 112-117.
- 9 Bramwell D. How many plant species are there? // Plant Talk. -2002. – Vol. 28. –P. 32-34.
- 10 Natsional'naya strategiya i Plan deystviy po sokhraneniyu i sbalansirovannomu ispol'zovaniyu biologicheskogo raznoobraziya RK. – Kokshetau, 1999.
- 11 Rands M.R., Adams W.M., Bennun L., Butchart S.H., Clements A., Coomes D., Entwistle A., Hodge I., Kapos V., Scharlemann J.P., Sutherland W.J., Vira, B. (2010) Biodiversity conservation beyond 2010. Science 329, 1298-1303.
- 12 Raven P.H. Chase J.M., Pires J.C. Introduction to special issue on biodiversity // American Journal of Botany. – 2011. – Vol. 98(3). – P. 330-335.
- 13 The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2623204> (data supplied on 2012-03-23).
- 14 International Plant Names Index (IPNI). Royal Botanic Gardens Kew Science; <https://www.ipni.org/n/708153-1>
- 15 Rabotnov T.A. Zhiznennyy tsikl mnogoletnikh travyanistykh rasteniy v lugovykh tsenozakh. – Tr. Bot. Seriya 3, Geobotanika. Vyp. 6. M.-L. Izd-vo SSSR. 1950.
- 16 Toropova I.A. Spetsifika vzaimootnosheniy tsenopopulyatsiy vidov, odnositsya k odnomu fitotseiotipu. – V sb. “Struktura i dinamika rastitel'nogo pokrova”, M. “Nauka”. 1976.
- 17 Uranov A.A. Bol'shoy zhiznennyy tsikl i vozrastnoy spektr tsenopopulyatsiy tsvetkovykh rasteniy. – Tezisy dokl. U s'yezda VBO, Kiyev. 1973.
- 18 Rabotnov T.A. Fitotsenologiya. Izd-vo MU 1903.
- 19 B. Walker, Conservation Biology, 9(4) – 1995.

- 20 Uranov A.A. Vozrastnoy spektr tsenopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov. Nauchn. dokl. vyssh.shkoly. Biol.nauki, 1975, № 2.
- 21 Uranov A.A. Voprosy izucheniya struktury fitotsenoza i vidovykh tsenopulyatsiy. V kn. «Tsenopulyatsii rasteniy, Razvitiye i vzaimootnosheniya». M. «Nauka». 1977.
- 22 Kiyak V. G. Small plant populations: problems and prospects of research / V. G. Kiyak // Botany and Mycology: problems and prospects for 2011-2020.- 2011, P- 18-20.
- 23 Smirnova O. V. Chislennost' i vozrastnoy sostav populyatsiy nekotorykh komponentov travyanogo pokrova. – V kn. «Voprosy morfogeneza tsvetkovykh rasteniy i stroyeniya ikh populyatsiy», M. «Nauka». 1969.
- 24 Smirnova O.V. Ob"yem schetnoy yedinitiy pri izuchenii tsenopulyatsiy rasteniy razlichnykh biomorf. – V kn. «Tsenopulyatsii rasteniy (osnovnyye ponyatiya i struktura)». M. «Nauka». 1976.
- 25 Rabotnov T.A. Metody izucheniya semennogo razmnozheniya travyanistykh rasteniy v soobshchestvakh. – kn. «Polevaya geobotanika», vyp,II, M.-L. Izd-vo SSSR, 1960.

2-бөлім
БИОТЕХНОЛОГИЯ

Section 2
BIOTECHNOLOGY

Раздел 2
БИОТЕХНОЛОГИЯ

Г.Ж. Абдиева , П.С. Уалиева , А.М. Мәлік ,
Н.Ш. Акимбеков , А.Н. Ешмуханбет*, Н. Ермекқызы

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

*e-mail: eshmukhanbet96@mail.ru

ТАЛҒАР АУДАНЫНЫҢ ПЕСТИЦИДТЕРМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚ ҮЛГІЛЕРІНІҢ МИКРОБТЫҚ АЛУАНТҮРЛІЛІГІ

Пестицидтердің жоғары токсикологиялық және экологиялық қауіптілігіне, олардың тиімділігінің жеткіліксіздігіне, сақтау кезіндегі тұрақтылығының төмендігіне, қаптамалардың тұтастығының бұзылуына байланысты Қазақстанда тыйым салынған, пайдалануға жарамсыз пестицидтерді бұрынғы сақтау қоймаларының аумақтарында химиялық ластағыштардың жиналу мәселесі өзекті болып табылады. Пестицидтерді жою саласындағы ластанған топырақ пен топырақ микробиоценоздарының құрамын зерттеу экологиялық бақылау үшін де, ксенобиотиктердің жоғары дозаларына төзімді микроорганизмдерді таңдау үшін де үлкен қызығушылық тудырады. Пестицидтермен ластанған топырақты биологиялық ыдырайтын микроорганизмдермен өңдеу әдісі жоғары тиімді және үнемді болып келеді. Жұмыста пестицидтер көмілген жерлерге іргелес аумақтардағы топырақ үлгілерінің микробтық алуантүрлілігі зерттелді. Топырақ үлгілерінің сынамалары Алматы облысы Талғар ауданының 7 нүктесінен алынды (Қызылқайрат, Бесқайнар, Амангелді-Бригада 1 (қойма 1 және қойма 2), Белбұлақ, Бригада 2 – АҚ Племзавод «Алматы», Тауқаратұрық кенті (бақылау). Сақтау орындарынан алынған топырақ үлгілерінің микробтық әртүрлілігі зерттелді, онда пестицидтер сақталмаған және микробтық және саңырауқұлақ флорасы сипатталды. Микроорганизмдердің таза дақылдарының 40 штаммы бөлініп, морфологиялық-культуральдық, физиологиялық-биохимиялық қасиеттері зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша олар *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Rhodotorula* туыстарына жатқызылды.

Түйін сөздер: пестицидтер, микроорганизм – деструкторлар, деградация.

G.Zh. Abdieva, P.S. Ualieva, A.M. Malik,
N.Sh. Akimbekov, A.N. Eshmukhanbet*, N. Ermekkyzy
Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
*e-mail: eshmukhanbet96@mail.ru

Microbial diversity of pesticide contaminated soil samples from Talgar region

Due to the increased Toxicological and environmental hazards of pesticides, the decrease in demand for them due to their lack of efficiency, low stability during storage, and violation of the integrity of packaging, the problem of accumulation of prohibited, unusable pesticides in the former territories of storage facilities for chemical plant protection products is acute in the Republic. The study of the composition of microbiocenoses of contaminated soils, as from the territory of disposal of toxic chemicals, is of significant scientific interest both for monitoring the environment and for isolating microorganisms that are resistant to high doses of toxicants. The method of cleaning soils contaminated with pesticides, using microorganisms-bi destructors, is undoubtedly effective and economical. In this work, we studied the microbial diversity of soil in the territories adjacent to the places where pesticides are buried. Samples of soil samples were taken from 7 points (kyzylkairat village, Beskaynar village, Amangeldy village-Brigade 1 (warehouse 1 and warehouse 2), Belbulak village, Brigade 2-Almaty Plemzavod JSC, Taukaraturzh village (control) of Talgar district of Almaty region. The characteristic of microbial and fungal flora in selected soil samples from locations of obsolete pesticides is given. 40 strains of pure cultures of microorganisms were isolated, morphological and cultural, physiological and biochemical properties were studied. As a result of studying morphological-cultural and physiological-biochemical properties, the selected cultures were previously assigned to the genera *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Rhodotorula*.

Key words: pesticides, microorganisms-destructors, degradation.

Г.Ж. Абдиева, П.С. Уалиева, А.М. Мәлік,
Н.Ш. Акимбеков, А.Н. Ешмуханбет*, Н. Ермекқызы

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

*e-mail: eshmukhanbet96@mail.ru

Микробное разнообразие образцов почвы Талгарского района, загрязненных пестицидами

Из-за повышенной токсикологической и экологической опасности пестицидов, снижения спроса на них из-за отсутствия их эффективности, низкой устойчивости хранения, нарушения целостности упаковки в Республике остро стоит проблема накопления запрещенных, непригодных к использованию пестицидов на бывших территориях хранилищ химических средств защиты растений. Изучение содержания микробоценозов загрязненных почв в зоне уничтожения пестицидов представляет значительный научный интерес как для контроля окружающей среды, так и для локализации микроорганизмов, устойчивых к высоким дозам токсичных веществ. Метод очистки почв, загрязненных пестицидами, биодестративными микроорганизмами отличается его эффективностью и экономичностью. В работе были изучены микробное разнообразие почвы на территориях, прилегающих к местам захоронения пестицидов. Пробы почвенных образцов отбирали из 7 точек (п. Кызылкайрат, п. Бескайнар, п. Амангельды-Бригада 1 (склад 1 и склад 2), п. Бельбулак, Бригада-2 – АО Племзавод «Алматы», п. Таукаратурьж (контроль) Талгарского района Алматинской области. Дана характеристика микробной и грибной флоры в отобранных пробах почвы из мест расположения устаревших пестицидов. Были выделены 40 штаммов чистых культур микроорганизмов, изучены морфолого-культуральные, физиолого-биохимические свойства. В результате изучения морфолого-культуральных и физиолого-биохимических свойств выделенные культуры предварительно были отнесены к родам *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Rhodotorula*.

Ключевые слова: пестициды, микроорганизмы-деструкторы, деградация.

Қысқартулар мен белгілеулер

КТБ – колония түзуші бірлік

ЕПА – ет-пептонды агар

Кіріспе

Қазіргі таңда Қазақстанда пестицидтердің токсикологиялық және экологиялық қауіптілігінің жоғарылауына, олардың тиімділігі жеткіліксіздігіне, сақтау орнықтылығының төмендігіне, қаптаманың тұтастығының бұзылуына байланысты оларға сұраныстың азаюына байланысты, химиялық өсімдіктерді қорғау құралдарын сақтау орындарының бұрынғы аумақтарында тыйым салынған, қолдануға жарамсыз пестицидтерді проблемасы өзекті болып табылады.

Пестицидтер – егіншаруашылында өсімдіктердің өнімділін арттыруда қолданылатын химиялық препараттар. Пестицидтерді көп мөлшерде қарқынды қолдануына байланысты, соңғы уақытта олар ең қауіпті поллютанттар қатарына енгізілді. Экологиялық проблемалардың бірі қоршаған орта үшін өте улы және тұрақты болып табылатын органикалық пестицидтермен табиғаттың ластануы болып табылады. Пестицидтерді қоршаған орта мен адамдар үшін

қарқынды пайдалану, сондай-ақ оларды көму және сақтау қауіпті болып табылады. Топырақтың улы заттармен ластануы барлық тірі организмдерге, сондай-ақ топырақтағы микроорганизмдер биоценозына қауіп төндіреді. Пестицидтердің ұзақ әсеріне ұшыраған экожүйені микроорганизмдер осы қосылыстарды тез ыдыратуға қабілетті. Пестицидтердің топырақтағы қалдықтарының ыдырауы маңызды экологиялық проблема болып табылады. Микроорганизмдер биосферадағы бөгде ксенобиотиктерді тиімді ыдырата алады. Микроорганизмдердің пестицидтерді ыдырату қабілеті олардың көптеген биохимиялық реакцияларымен және олардың бейімделуінің жоғары деңгейімен жүргізілуімен байланысты болады [1].

Пестицидтер мен агрохимикаттарды сақтау және қолданысқа пайдалану проблемасы ең күрделі мәселелердің бірі болып табылады. Өртүрлі антропогендік химиялық экзотоксиканттар арасында хлорорганикалық пестицидтер қоршаған орта мен адам үшін аса төзімді және қауіпті болып саналады [2].

Ауыл шаруашылығында улы химикаттарды кеңінен пайдалану топырақтың едәуір ластануына себепші болады. Топырақтың физикалық-химиялық ерекшеліктерімен және сорбциялық процестерге байланысты онда пестицидтердің

жинақталуы және олардың қалдық мөлшерінің микрофлорамен тығыз байланысуы жүреді. Ластанған топырақ микробиоценоздарының құрамын, сондай-ақ уытты химиялық көму аймағындағы топырақты зерттеу қоршаған ортаны бақылау және улы заттардың жоғары дозаларына төзімді микроорганизмдерді оқшаулау үшін үлкен ғылыми қызығушылық тудырады. Микроорганизмдер экологиялық балансты ұстауда маңызды рөл атқарады. Микроорганизмдердің көптеген түрлері конструктивтік және қуатты жасушалық метаболизм үшін метаболикалық ксенобиотиктерді пайдалана алады. Ферменттік жүйелер арқылы токсиканттардың микробтық деградациясы органикалық токсиканттардың жойылуына ықпал етеді. Топырақ микроорганизмдерінің санын анықтау пестицидтермен ластанған аудандардағы және фондық учаскелердегі топырақ микрофлорасының микробиологиялық құрамын салыстыру үшін, сондай-ақ ластануға төзімді физиологиялық топтарды анықтау үшін қажет.

Зерттеулердің басым бөлігі пестицидтердің агроценозды топырақтағы микроорганизмдердің популяциясына әсерін зерттеуге, ал пестицидтермен ластанған аудандардағы топырақтың микрофлорасын зерттеуге бағытталған. Пестицидтермен ластанған, биологиялық ыдырайтын микроорганизмдерді пайдалана отырып, топырақты өңдеу әдісі тиімді және үнемді болып табылады [3].

Зерттеу жұмысының мақсаты пестицидтер көмілген орындардан топырақтың микробтық алуантүрлілігін зерттеу және пестицидтер мен ауыр металдардың перспективті деструкторштамдарды бөліп алу болып табылды.

Жұмыста пестицидтер көмілген жерлерге іргелес аумақтардағы топырақтың микробтық әртүрлілігі зерттелді.

Топырақ үлгілерінің сынамалары Алматы облысы Талғар ауданының 7 нүктесінен алынды (Қызылқайрат, Бесқайнар, Амангелді-Бригада 1 (қойма 1 және қойма 2), Белбұлақ, Бригада-2 – АҚ Племзавод «Алматы», Тауқаратұрық кенті (бақылау)).

Пестицидтер сақталған жерден алынған су мен топырақ үлгілерінен бөлініп алынған микроорганизмдер және саңырауқұлақ флорасының сипаттамасы берілген. Микроорганизмдердің таза дақылдарының 40 штаммы бөлініп, морфологиялық-культуральдық, физиолого-биохимиялық қасиеттері зерттелді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Алматы облысының аумағында пестицидтер көмілген жерлердің (тәжірибелік үлгілер) және фондық учаскелердің (бақылау үлгілері) топырақ үлгілерінің микробтық әртүрлілігі зерттелді.

Зерттеу жұмысында дәстүрлі микробиологиялық әдістер қолданылды:

Сынамаларды іріктеп алу және микробиологиялық талдауға дайындау.

Сынамаларды алу үшін тығыз жабылған резеңке тығындары мен қатты қағаз жабыны бар стерильді шыны құтылар қолданылады.

Топырақ үлгілері әр учаскеде диагоналі бойынша бес нүктеде немесе “конвертте” (бұрыштары бойынша төрт нүкте және ортасында біреуі) іріктеледі. Орташа үлгіні 0,5 кг дайындау үшін барлық сынамалардың топырағы бір аймақтан қағаздың стерильді тығыз парағына себіледі, ал флакондардағы топырақ мұқият араластырылады.

Таңдалған топырақ сынамаларының мөлшері ластану дәрежесі мен жоспарланған анықтамаларға байланысты. Егу алдында топырақты ыдыратады.

Жер үсті су объектілерінен суды іріктеу судың тереңдігінен 10-30 см тереңдікте, резервуардың тереңдігі 1,0-1,5 м кем емес жерлерде жүзеге асырылады. Жағадан сынама алуға жол берілмейді. Сынама алу үшін батометр немесе стерильді құтылар пайдаланылады, ол берілген тереңдікке түсіріледі және сумен толтырылады.

Пестицидтермен ластанған жерлерге жақын жатқан аймақтағы қоршаған орта объектілерінің микробтық алуантүрлілігін зерттеу әдістері.

Топырақтағы микроорганизмдердің әртүрлі топтарының саны ластануға төзімді микроорганизмдерді анықтау үшін және су объектілеріне іргелес аудандардағы топырақ пен судың микробиологиялық құрамын топырақ қоспасын қатты қоректік ортаға біртіндеп араластыру әдісімен салыстыру үшін анықталды. Клетка санын анықтау қатты қоректік ортаға егу арқылы жүргізілді (Кох әдісі). Әдістің мәні микроорганизмдердің зерттелетін суспензиясының белгілі бір көлемін Петри ыдыстарына қатты ортаға егу және инкубациядан кейін өскен колонияларды санау болып табылады.

Микроорганизмдердің негізгі физиологиялық топтарын анықтау үшін топырақ пен су үлгілерін элективтік қоректік ортаға егу жүргізілді. Үл-

гілерді гетеротрофты бактериялардың жалпы микробтық саны эмбебап ортада ЕПА (ет-пептонды агар) есептелді. Зең саңырауқұлақтары Чапека-Докстың агарланған ортасында, аммонификациялаушы бактериялар ГРМ-агарда, азотфиксациялаушы бактериялар – Эшби ортасында және аэробты целлюлозолитикалық бактериялар Гетчинсон мен Клейтонның тығыз қоректік ортасында анықталды.

Микроорганизмдерді өсіру термостатта 28° С температурада 2 күн бойы, гетеротрофты бактериялармен, актиномицеттермен, азотфиксациялаушы бактериялармен және саңырауқұлақтармен 5-7 күн бойы, 7-9 күн бойы целлюлозолитикалық бактериялармен жүргізілді. Микроорганизмдерді инкубациялаудан кейін өсірілген колонияларды сандық есептеп, 1 г топырақтағы колония түзуші бірліктердің (КТБ) санын анықталды.

Топырақ үлгілерінен таза дақылдарын бөліп алу әдістері.

Таза дақылдарды алу тығыз қоректік ортаның бетіне инокуляция жолымен жүзеге асырылды (ілімекті жағу арқылы батыру әдісі) [4]. Жекелеген колониялардың тазалығын микроскопияның көмегімен анықтап, егуге арналған қоректік агарға инокуляциялады.

Бөлініп алынған микроорганизмдердің морфологиялық-культуралдық, физиологиялық-биохимиялық қасиеттерін зерттеу әдістері.

Бактериялардың морфологиялық, физиологиялық және биохимиялық сипаттамаларын зерттеу жалпы қабылданған әдістемелер бойынша жүргізілді. Ол микроорганизмдердің таза дақылдарының морфологиялық және культуралдық қасиеттерін келесі сипаттамалар бойынша зерттеді: жасушалардың түрі мен орналасуы, жасушалардың өлшемі, жасушалардың қозғалысы, эндоспордың болуы, грамның боялуы, қатты ортадағы колониялардың сипаттамасы, сұйық ортадағы өсу сипаты Бактериялар мен ашытқылардың физиологиялық және биохимиялық қасиеттері келесі сипаттамалармен анықталады: 42°С температурада бактериялардың өсуі, желатин, крахмал, казеин гидролизі, каталазаның және молекулалық азоттың болуы, әртүрлі көмірсулар мен спирттердің табылуы [4].

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Алматы облысының пестицидтерді көмілген орындарына жақын аумақта орналасқан топырақ

үлгілерінің микробтық алуантүрлілігін зерттеу

Топырақтың сапалық көрсеткіштерінің бірі оның микробтық белсенділігінің көрінісі болып табылады. Топырақтың микробиоценозы оның құнарлылығы мен микроорганизмдердің тіршілік әрекетіне байланысты биохимиялық процестердің жиынтық нәтижесін көрсетеді. Топырақ микроорганизмдері кешендерінің сапалық және сандық құрамы мен топырақ құнарлылығының маңызды диагностикалық көрсеткіші болып табылады, бұл микробтық қоғамдастықтардың жекелеген өкілдерінің экологиялық жағдайлардың өзгеруіне жоғары сезімталдығымен тікелей байланысты болады [5].

Топырақтың құнарлылығы оның құрамындағы микроорганизмдердің органикалық заттардың синтезі мен деградациясына, азотты бекітуіне, ылғалдандыруына, қоректік заттардың айналымына және т.б. маңызды функцияларды орындайтын белгілі бір микроорганизмдердің топтарының болуымен анықталады. Алайда, топыраққа бөтен топырақ қосылыстарының түсуі, бұл жағдайда пестицидтер осы аудандағы микробтық кешендер санының азаюына әкелуі мүмкін. Екінші жағынан, бұл пестицидтердің түрленуі мен биоәртүрлілігінде жетекші рөл атқаратын микроорганизмдер, оларды процес барысында көміртегі, азот, фосфор және энергия көзі ретінде пайдаланылады. Микроорганизмдерді немесе олардың ферменттерінің топырақта және суда қатысуымен гидролиз, тотығу және пестицидтерді қалпына келтіру процестерінің түзілуін қамтамасыз етеді [1 -- 16].

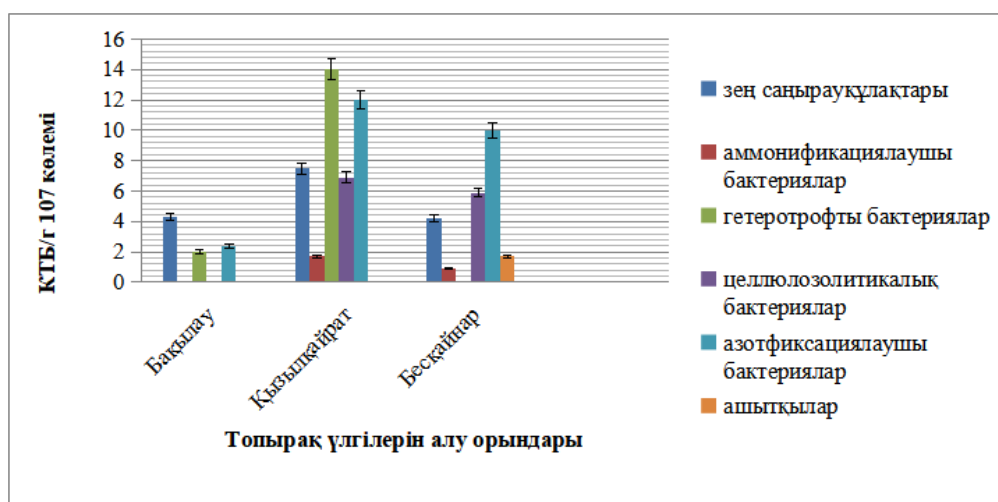
Жұмыста топырақ үлгілерінің сынамалары пестицидтер көмілетін жерлерге жақын (Алматы облысының Талғар ауданы) 7 нүктеден (Қызылқайрат кентінен, Бесқайнар кентінен, Амангелді -Бригада кентінен (қойма және қойма 2), Белбұлақ кентінен, Бригада-2 – “Алматы” Племзавод АҚ) алынды. Алматы облысы, Енбекшіқазақ ауданы, Тауқаратұрық кентінің топырағы мен суының үлгілері бақылау ретінде алынды.

Соңғы жылдары экологиялық балансты ұстаудағы микроорганизмдердің маңызды рөлі анықталды. Микроорганизмдердің көптеген түрлері зат алмасуға процестеріне және ксенобиотиктерді қосуға, яғни оларды жасушаның конструктивтік және энергетикалық метаболизмінде пайдалануға қабілетті көруге болады. Ферментативтік жүйелер есебінен болатын токсиканттардың микробтық тозуы

органикалық токсиканттарды деструкциялау үшін қолданылатын тәсіл болып табылады. Экологиялық маңызды биологиялық агенттердің, оның ішінде микроорганизмдердің де алуан түрлілігі жүйелі түрде көбеюде. Топырақтан, судан және басқа да субстраттардан үздіксіз жаңа микроорганизмдер бөлініп алынууда [17].

Осыған байланысты зерттеу барысында Алматы облысындағы пестицидтер сақталған іргелес аумақтағы топырақ пен судың микробтық әртүрлілігі зерттелді.

Зерттелетін су мен топырақ сынамаларында микробтық әртүрлілікті зерттеу нәтижесі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет – Қызылқайрат және Бесқайнар топырақтарының микробтық алуан түрлілігі

Ластанған топырақтарда пестицидтермен ластанған жерлерден аммонификациялаушы бактериялармен ($1,0 \times 10^8 - 1,2 \times 10^8$ КТБ/г), гетеротрофты бактериялар ($4,2 \times 10^7 - 7,5 \times 10^7$ КТБ/г), зең саңырауқұлақтары ($1,4 \times 10^5 - 1,7 \times 10^6$ КТБ/г) және аэробты целлюлозолитикалық бактериялардың ($1,7 \times 10^5 - 8,6 \times 10^6$ КТБ/г) басым болып келетіндігі анықталды.

Пестицидтер көму орындарына жататын су үлгілерінде микроорганизмдер саны $1,4 \times 10^7 - 1,9 \times 10^8$ КТБ/г шегінде көрсеткіш көрсетті. Тауқаратұрық топырағы мен суы бақылау ретінде болды. Мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдердің (МАФАНМ) жалпы саны $1,7 \times 10^2 - 6,9 \times 10^2$ КТБ/г құрайды. Ластанған топырақтағы азотфиксациялаушы бактериялар мен микроскопиялық ашытқылардың сандық көрсеткіштері бақылау үлгісінің көрсеткіштерінен айтарлықтай ерекшеленбеген.

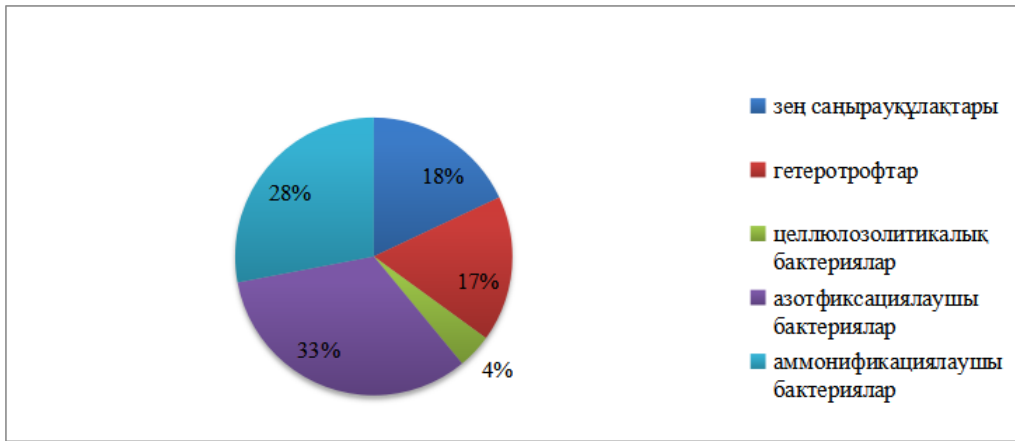
Осылайша, пестицидтер микроорганизмдердің жекелеген жасушаларының тіршілік әрекетіне, сондай-ақ топырақ микробиоценоздарына белсенді әсер етеді. Пестицидтердің әсер ету сипаты көбінесе олардың химиялық табиғатымен және топырақ микробиотының ерекшелігімен анықталады. Өте сезімтал және

өте төзімді микроорганизмдер топтары бар. Алайда, пестицидтердің уытты әсері, әдетте, кері сипатқа ие. Тежегіш әсерінің дәрежесі және микробиоценоздардың бастапқы құрылымын қалпына келтіру жылдамдығы қоршаған ортадағы ксенобиотиктің химиялық құрамына, дозасына және тұрақтылығына байланысты болады [18].

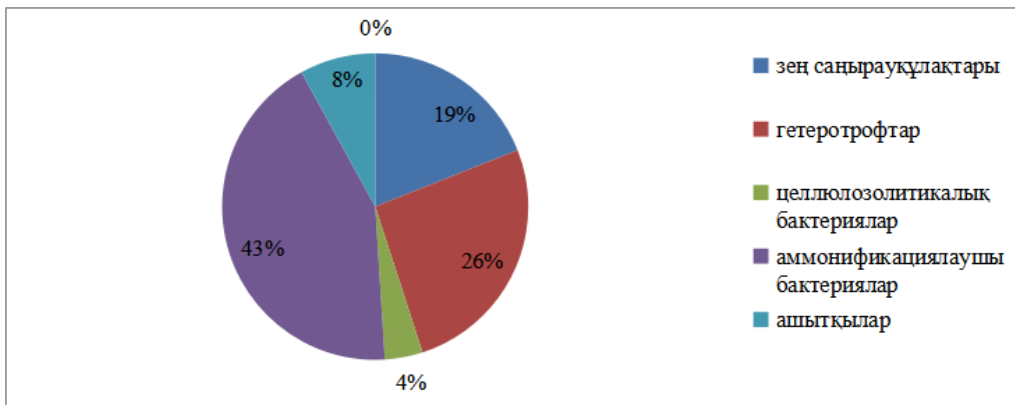
Жұмыс барысында Қызылқайрат топырақ үлгісіннің микрофлорасының сапалық және сандық құрамы зерттелді. Нәтижелер 2-суретте көрсетілген.

Топырақтың микробиологиялық құрамын талдау кезінде Қызылқайрат кентінің пестицидтермен ластанған жерлерінің микрофлорасында аммонификациялаушы бактериялар (28%), азотфиксациялаушы бактериялар (33%) санының басым екеніндігі анықталды, сондай-ақ гетеротрофты бактериялар (17%), зең саңырауқұлақтары (18%) және аэробты целлюлозолитикалық бактериялар (4%) басым екенін көрсететті.

Кейінгі зерттеулерде Бесқайнар топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамы зерттелді. Нәтижелер 3-суретте келтірілген.



2-сурет – Қызылқайрат кентінің топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамы



3-сурет – Бесқайнар топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамы

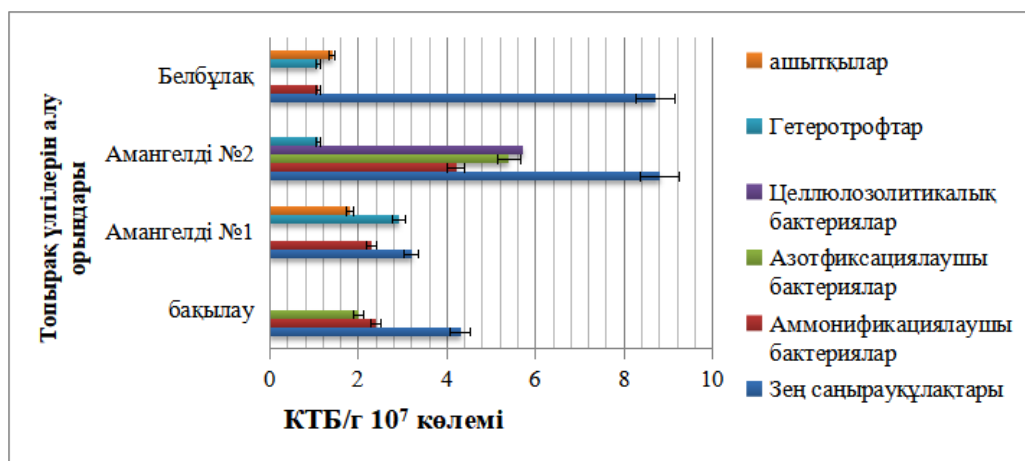
Бесқайнар топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамын зерттеу нәтижесінде микрофлорада аммонификациялаушы бактериялар (43%), гетеротрофты (26%), аэробты целлюлозолитикалық бактериялар (4%), ашытқы тәрізді (8%) және зең саңырауқұлақтар (19%) саны басым екені көрсетілді. Бұдан әрі Амангелді- Бригада 1 (1 қойма және 2 қойма), Белбұлақ кентінің топырақ және су үлгілерінің микрофлорасы зерттелді. Зерттеу нәтижелері 4-суретте көрсетілген.

Пестицидтермен ластанған жерлерден бөлініп алынған топырақ үлгілерінің микробиологиялық құрамын талдау нәтижесінде, Амангелді-Бригада 1 ластанған топырағында (1 қойма және 2 қойма), Белбұлақ елді мекенінде зең саңырауқұлақтарының саны ($1,8 \times 10^7 - 1,4 \times 10^8$ КТБ/г), аммонификациялаушы бактериялар ($6,5 \times 10^7 - 1,1 \times 10^8$ КТБ/г), гетеротрофтар (12×10^7

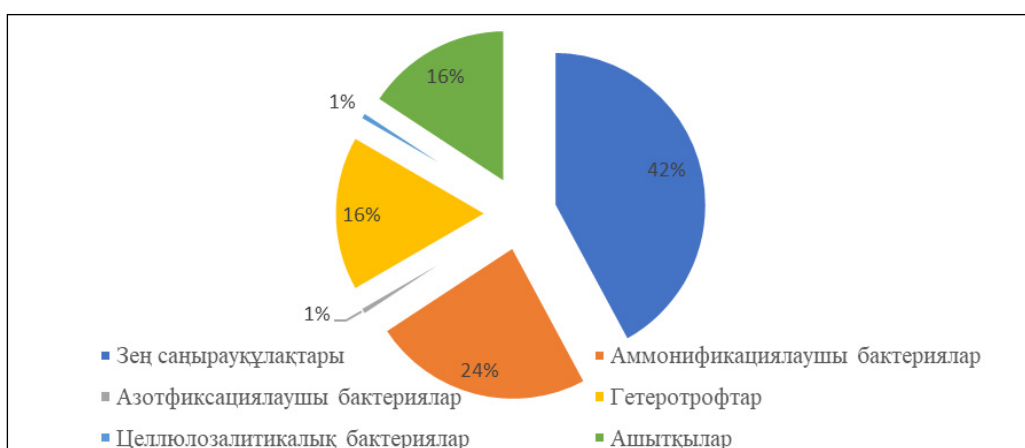
– $8,7 \times 10^7$ КТБ/г), аэробты целлюлозолитикалық бактериялар ($8,7 \times 10^5$ КТБ / г). Сондай-ақ, жұмыс барысында Белбұлақ кенті Амангелді-Бригада 1 (1 қойма және 2 қойма) топырақ үлгілеріндегі микрофлорасының сапалық және сандық құрамы зерттелді. Нәтижелер 5-суретте келтірілген

Амангелді-Бригада 1 (қойма 1 және қойма 2) кентінің топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамын зерттеу нәтижесінде микрофлорада зең саңырауқұлақтарының (32-63%), аммонификациялаушы бактериялардың (23-30%), Гетеротрофты бактериялардың (8-29%), ашытқылардың (18%) және аэробты целлюлозолитикалық бактериялардың (1%) саны басым екендігі көрсетілді.

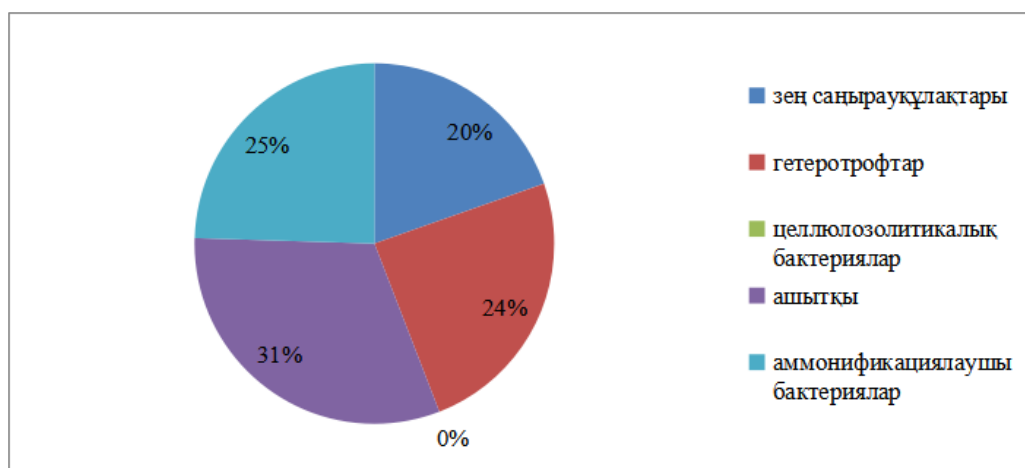
Белбұлақ ауылының топырақ микрофлорасының сапалық және сандық құрамы 6-суретте көрсетілген.



4-сурет – Амангелді-Бригада 1 (қойма 1 және қойма 2), Белбұлақ кентінің топырақ үлгілеріндегі микрофлораның әртүрлілігі



5-сурет – Амангелді-Бригада 1 (қойма 1 және қойма 2) кентінің топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамы



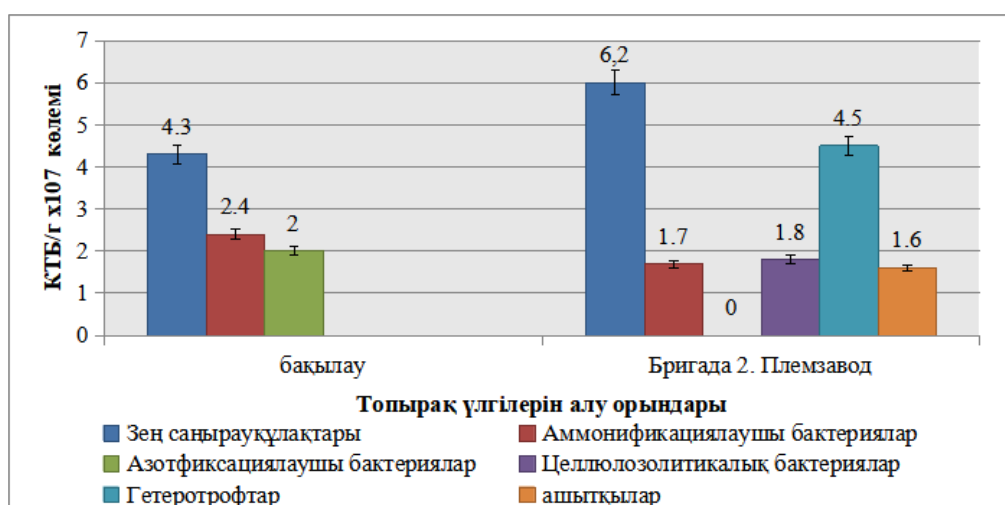
6-сурет – Белбұлақ кентінің топырақ үлгілеріндегі микрофлораның сапалық және сандық құрамы

Жұмыстың нәтижесінде пестицидтермен көмілген жерлерден (Белбұлақ к.) топырақ үлгілеріндегі микрофлорада ашытқылар (31%), гетеротрофты бактериялар (24%), аммонификациялаушы бактериялар (25%), зең саңырауқұлақтары (20%) басым екендігі көрсетілді.

Топырақ үлгілерінің сынамаларының микробтық әртүрлілігін зерттеу нәтижелері («Алматы» Племзавод АҚ – Бригада-2) 7-суретте көрсетілген.

Топырақ микрофлорасында «Алматы» Племзавод АҚ – Бригада-2 аммонификация-

лаушы бактериялардың ($1,7 \times 10^5$ КТБ/г), зең саңырауқұлақтарының ($6,2 \times 10^4$ КТБ/г), гетеротрофтардың ($4,5 \times 10^5$ КТБ/г), аэробты целлюлозолитикалық бактериялардың ($1,8 \times 10^4$ КТБ/г) саны басым көрсеткіш көрсетті. Ластанған топырақтағы азотфиксирлеуші бактериялар мен микроскопиялық ашытқылардың сандық көрсеткіштері бақылау үлгісінен айтарлықтай айырмашылығы жоқ. Пестицидтермен ластанған жерлерге іргелес орналасқан су үлгілеріндегі микроорганизмдерінің саны $1,2 \times 10^4-5, 6 \times 10^4$ КТБ/г шегінде болды.



7-сурет – «Алматы» Племзавод АҚ– Бригада-2 кентінің топырағының микробты әртүрлілігі

Топырақ сынамаларын зерттеу аммонификациялаушы, целлюлозолитикалық, азотфиксациялаушы және гетеротрофты бактериялар, зең саңырауқұлақтар санын анықтауға бағытталған, өйткені дәл осы микроорганизмдер топырақтың өздігінен тазарту қабілетін қамтамасыз ете алады және топырақ түзуші процестерге қатысады

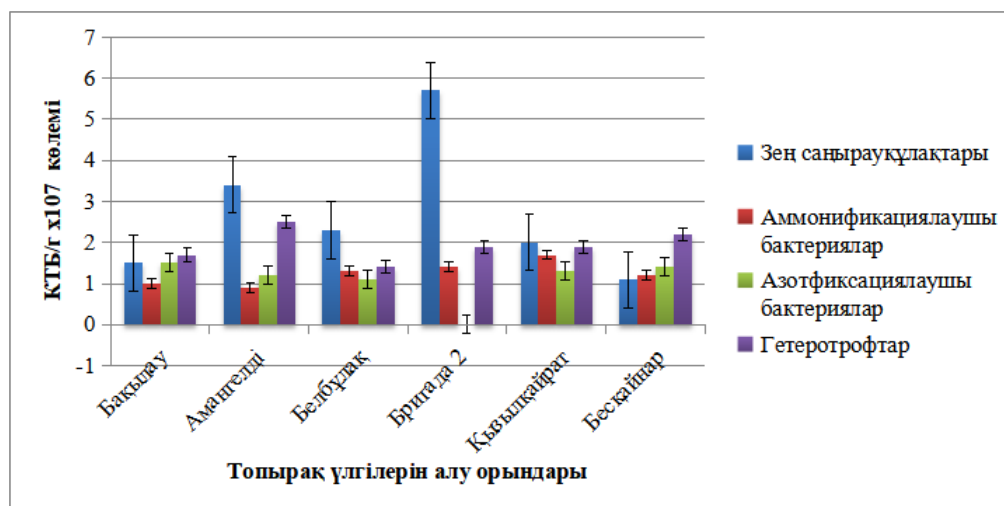
8-суретте Қызылқайрат, Бесқайнар, Амангелді-Бригада 1 (1 қойма және 2 қойма), Белбұлақ, Бригада-2 – «Племзавод» АҚ нүктелеріндегі су үлгілерінің микробтық зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Белбұлақ, «Алматы» Племзавод АҚ-Бригада-2, «Алматы», Тауқаратұрық (бақылау) Қызылқайрат к., Бесқайнар к., Амангелді к. – Бригада 1 (1 қойма және 2 қойма), Белбұлақ к., «Алматы» Племзавод АҚ- Бригада-2, Тауқаратұрық (бақылау) зең саңырауқұлақтарының ($1,1 \times 10^4 - 5,7 \times 10^4$ КТБ/г) және гетеротрофтардың ($1,4 \times 10^4 - 2,5 \times 10^4$ КТБ/г), азотфиксациялайтын бактериялардың

($1,1 \times 10^4 - 1,5 \times 10^4 - 1, \text{КОЕ/г}$) басым көрсеткішті аммонификациялаушы бактериялар ($0,9 \times 10^4 - 1,4 \times 10^4$ КТБ/г) екендігі анықталды.

Топырақ пен суда пестицидтердің болуы органикалық зат ретінде аммонификацияланған бактериялардың көбеюін ынталандырып отырады. Зең саңырауқұлақтардың санының азаюы ластанған топырақта және суда олардың өсуін тежейтін хлорорганикалық пестицидтердің болуымен байланысты болуы мүмкін. Пестицидтермен ластанған топырақтағы және судағы микроорганизмдер санын талдау гетеротрофты бактериялардың басым болғандығын көрсетеді, сондықтан осы қауымдастықта деструкторларды іздеу жүргізілді.

Микробиологиялық зерттеулер үшін маңызды шарты микроорганизмдердің басым популяциясының штамдарын бөлу және олардың деструктивті қасиеттерін зерттеу үшін таза дақылдар бөліп алу қажет болып табылады.



8-сурет – Қызылқайрат кенті, Бесқайнар, Амангелді Бригада-1 (1 қойма және 2 қойма),

Химиялық ластағыш деструкторлардың перспективті штамдарын іріктеу

Пестицидтерді ауылшаруашылықта қолдану өндірісті қарқындатудың негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады. Алайда, бөгде химиялық заттар қоршаған ортаға түседі және табиғат пен адам үшін қауіпті болуы мүмкін. Хлордың ароматты туындылары әсіресе қауіпті болып келеді. Ксенобиотиктер молекулаларын қауіпсіз объектілерге айналдыруға қабілетті деструктивті микроорганизмдерді пайдалануға негізделген биосфераға жағымсыз әсерлердің алдын алуға биотехнологиялық тәсіл ең заманауи болып табылады және ластанудың жанама өнімдерінің түзілуін болдырмайды. Топырақ бактериялары қоршаған ортада ксенобиотиктердің ыдырауында маңызды рөл атқарады. Сондықтан ксенобиотиктердің микробиологиялық деструкциясын зерттеудің заманауи кезеңі штамдардың физиологиялық, биохимиялық және генетикалық сипаттамаларын зерттеуге белгілі бір қызығушылықпен сипатталады. [19-22]. Осыған байланысты келесі тәжірибелерде біз пестицидтермен ластанған жерлерден алынған топырақ пен су үлгілерін қолдандық (Қызылқайрат кентінен, Бесқайнар кентінен, Амангелді-Бригада 1 (қойма 1 және 2 қойма), Белбұлақ кентінен, «Алматы» Племзавод АҚ– Бригада-2) және микроорганизмдердің перспективті штамдары бақылау алаңынан бөлініп алынды (Тауқаратұрық). Тәжірибе барысында химиялық ластаушы заттардың деструкторы болып табылатын 28 штам бөлініп алынып, микроорганизм скринингі үшін топырақ сынамаларының таза дақылдарының 12 штамы

бөлініп алынды.

Микроорганизмдер – деструкторларын сипаттау және идентификациялау морфологиялық-культуралдық, тинкториялық және биохимиялық белгілерінің жиынтығы арқылы анықталды [23]. Микроорганизмдердің бөлініп алынған таза дақылдарының морфологиялық – культуралдық, физиологиялық – биохимиялық қасиеттері зерттелді.

Морфологиялық-культуралдық сипаттамалары бойынша К2 штамы – грам теріс, қысқа, спорасыз, қозғалмалы бациллалар, ал К3 штамы грам оң, спора түзетін, қозғалмалы кокктар, АК5 – грам оң, спора түзуші, қозғалмалы таяқшалар, АК4 – грам оң, спора түзбейтін, қозғалмалы таяқшалар. АС1 – грам оң, спора түзуші, қозғалмалы таяқшалар, БР1 – грам оң, спора түзуші, жылжымалы ұсақ таяқшалар, БР3 – грам оң, спора түзуші, қозғалмалы кокктар, БР7 – грам оң, спора түзуші, қозғалмалы кокктар.

2 кестеде негізгі диагностикалық белгілері бойынша бөлінген штамдардың сипаттамасы берілген.

Алынған мәліметтер негізінде топырақ үлгілерінен бөлінген микроорганизмдер дақылдарының арасында грам оң таяқшалар мен коккалар, грам теріс таяқша тәрізді бактериялар мен сопақ жасушалар анықталды. Зерттелген дақылдар арасында 18 штам – К2, К4, Б1, Б4, СК1, АК1, АК2, АК4, АС2, АС3, АС4, АС5, АС7, АС8, СА'2, СА'3, БР5, БР6-да спора түзілген жоқ, ал қалған штамдарда эндоспорлар құрады. Барлық бөлінген штамдар Б4, СК2, СБ1, АС2, АС3, СА2, СА'2 және СА'3 штамдарынан басқа микроорганизмдер қозғалмалы болды.

Көптеген дақылдар 42°C температурасында жақсы өсіп, молекулалық азотты пайдалану кезінде белсенді болды. Молекулалық оттегінің қатысуымен дақылдардың өсуін зерттеу кезінде көптеген штамдар аэробты және 9 дақыл *B2*, *CK1*, *CK2*, *AK1*, *AC5*, *AC6*, *CA'2*, *CA'3* және

BP1 микроаэрофильдерге жатады, *BP5* және *BP6* штамдары – факультативті анаэробты микроорганизмдерге жатады. Барлық штамдар каталаза, крахмал мен казеинді гидролиздейді және желатинді жұмсартуға қабілетті екендігі анықталды.

2-кесте – Бөлінген штамдардың негізгі морфологиялық, тинкториялық және биохимиялық қасиеттері

№ П/п	Дақыл	Клетка формасы	Грам бойынша бояу	Қозғалғыштығы	Спора түзу	Желатинді гидролиздеу	Крахмалды гидролиздеу	Казеин гидролизі	Каталазаның түзілуі	Мол. азотты пайдалану	42°C- та өсуі	Мол. O ₂ - ге қатынасы
1	K2	T	-	+	-	+++	++	++	+	+	+++	аэробты
2	K3	T	+	+	+	++	++	+	+	-	+++	аэробты
3	K1	T	+	+	+	++	+++	+++	+	-	+++	аэробты
4	K4	K	-	+	-	+	+	++	+	-	-	аэробты
5	KC1	T	+	+	+	++	+	++	++	-	++	аэробты
6	B1	K	+	+	-	+++	++	+++	++	+	++	Аэробты
7	B2	T	+	+	+	++	+++	++	+	+	+++	Микроаэрофильді
8	B3	T	+	+	+	++	+++	+	++	+	++	Аэробты
9	B4	T	+	-	-	++	++	++	++	-	++	Аэробты
10	CK1	K	+	+	-	+++	+++	+	+++	+	+++	Микроаэрофильді
11	CK2	T	+	-	+	+++	++	++	+++	+	++	Микроаэрофильді
12	CB1	T	+	-	+	++	+	++	++	+	+++	Аэробты
13	CB2	T	+	+	+	+++	+	+++	++	+	++	Аэробты
14	AK1	K	+	+	-	+++	++	+++	+	+	++	Микроаэрофильді
15	AK2	K	+	+	-	+	+	-	+	+	++	Аэробты
16	AK3	K	+	+	+	+++	+++	++	+++	+	+++	Аэробты
17	AK4	T	+	+	-	++	+++	+	+++	+	+++	Аэробты
18	AK5	T	+	+	+	+++	+++	-	++	-	++	Аэробты
19	AK6	T	+	+	+	++	+++	+	++	-	+	Аэробты
20	AC1	T	+	+	+	+++	++	+	+++	+	++	Аэробты
21	AC2	K	-	-	-	+	+	++	+	+	++	Аэробты
22	AC3	K	+	-	-	+++	+	+	+++	+	++	Аэробты
23	AC4	K	+	+	-	+	+	+++	+	-	++	Аэробты
24	AC5	K	+	+	-	++	+	+	+	+	++	Микроаэрофильді
25	AC6	T	+	+	+	++	++	+++	+	+	+++	Микроаэрофильді
26	AC7	K	+	+	-	++	+++	+++	+++	-	+++	Аэробты
27	AC8	K	-	+	-	+	+	±m	+	-	-	Аэробты
28	CA1	T	+	+	+	++	++	++	++	-	++	Аэробты
29	CA2	T	+	-	+	+++	++	+	++	-	+++	Аэробты
30	CA'1	T	+	+	+	++	++	+++	++	-	+++	Аэробты
31	CA'3	K	-	-	-	++	++	+	++	-	++	Микроаэрофильді

№ П/п	Дақыл	Клетка формасы	Грам бойынша бояу	Қозғалғыштығы	Спора түзу	Желатинді гидролиздеу	Крахмалды гидролиздеу	Казеин гидролизі	Катализаның түзілуі	Мол. азотты пайдалану	42°C- та өсуі	Мол. O ₂ -ге қатынасы
32	СА'4	Т	+	+	+	++	++	++	+++	-	+++	Аэробты
33	БР1	Т	+	+	+	++	++	++	+	+	+++	Микроаэрофильді і
34	БР2	Т	+	+	+	++	++	+	+	+	+++	Аэробты
35	БР3	К	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	Аэробты
36	БР4	Т	+	+	+	+++	+	++	+	-	++	Аэробты
37	БР5	С	+	+	+	-	-	-	+	+	++	анаэробты
38	БР6	С	-	+	-	-	-	-	+	+	++	анаэробты
39	БР7	К	+	+	-	++	+++	+	++	+	++	аэробты
40	СА'2	К	-	-	-	++	+++	+++	+++	-	++	Микроаэрофильді

Ескерту – т – таяқшалы клетка, к – кокк тәрізді клетка, с – сопақша тәрізді клетка, + -оң, - - теріс.

Морфологиялық-культуралдық және физиологиялық-биохимиялық қасиеттерін зерттеу нәтижесінде бөлінген штамдар *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Rhodotorula* туыстарына жатқызылды.

Тәжірибе барысында химиялық ластаушы микроорганизмдерді-деструкторларды скринингін жүргізу мақсатында топырақ сынамаларынан таза дақылдардың 9 штамы бөлініп алынды. Оның ішінде Қызылқайрат топырағынан – *K2*, *K3*; Амангелді.-1 Бригада (қойма 1) – *AK3*, *AK4* *AK5*; Амангелді к.-1 Бригада (қойма 2) – *AC1*; Бригада-2 – «Алматы» Племзавод АҚ- *BP1*, *BP3*, *BP7* штамдары бөлінді.

Тиісті арнайы микроорганизм штамдары топырақтың ластануының көптеген түрлері үшін пайдаланылады. Бөлініп алынған микроорганизмдер ксенобиотиктарға өте төзімді болды және оларды мақсатты түрде топырақтан бөлініп алынған. [24]. Топырақтың әр түріне белгілі бір штам-деструкторлар тән болып келеді. Деструктор-аборигендерді тікелей ластанған аумақтан енгізу әдісін қолданғанда табиғи микрофлораның қауымдастығынан белсенді штамдар бөлініп алынды. Оңтайлы дақылдандыру шарттарын таңдалынып, биомассаны өндіреді, әрі қарай стандартты агротехникалық әдістермен белсендіреді [25].

Қорытынды

Алматы облысы Талғар ауданы пестицидтермен ластанған жерлерге іргелес аймақтардан

бөлініп алынған топырақ үлгілерінің микроорганизмдерінің алуантүрлілігі зерттелді.

Микроорганизмдерге және саңырауқұлақтардың алуантүрлілігіне сипаттама берілген. Қызылқайрат және Бесқайнар кенттеріндегі пестицидтер көмілген жерлерден ластанған топырақтарда аммонификациялаушы бактериялар ($1,0 \times 10^8$ – $1,2 \times 10^8$ КТБ/г), Гетеротрофты бактериялар ($4,2 \times 10^7$ – $7,5 \times 10^7$ КТБ/г), зең саңырауқұлақтары ($1,4 \times 10^5$ – $1,7 \times 10^6$ КТБ/г) және аэробты целлюлозолитикалық бактериялар ($1,7 \times 10^5$ – $8,7 \times 10^6$ КТБ/г) саны басым екендігі көрсетілген, Амангелді – Бригада 1 (1 қойма және 2 қоймаларынан), Белбұлақ кентінің ластанған топырағында зең саңырауқұлақтарының ($1,8 \times 10^7$ – $1,4 \times 10^8$ КТБ/г), аммонификациялаушы бактериялардың ($6,5 \times 10^7$ – $1,1 \times 10^8$ КТБ/г), гетеротрофтардың (12×10^7 – $8,7 \times 10^7$ КТБ/г), аэробты целлюлозолитикалық бактериялардың ($8,7 \times 10^5$ КТБ/г) саны басым, сондай-ақ Бригада – 2- «Алматы» Племзавод АҚ топырақ микрофлорасында аммонификациялаушы бактериялар ($1,7 \times 10^5$ КТБ/г), зең саңырауқұлақтары ($6,2 \times 10^4$ КТБ/г), гетеротрофтар ($4,5 \times 10^5$ КТБ/г), аэробты целлюлозолитикалық бактериялар ($1,8 \times 10^4$ КТБ/г) саны басым болды. Ластанған топырақтағы азотфиксациялаушы бактериялар мен микроскопиялық ашытқылардың сандық көрсеткіштері бақылау үлгісінің көрсеткіштерінен айтарлықтай ерекшеленбеген.

Пестицидтермен ластанған аймақтардан алынған топырақ үлгілерінің микробиологиялық алуантүрлілігін зерттеу барысында 40 таза

дақыл штамдары бөлініп алынды және химиялық ластағыш микроорганизм-деструкторларының скринингін жүргізу барысында 12 деструктор – штамдар іріктеліп алынды.

Микроорганизмдерден бөлініп алынған таза дақылдардың морфология – культуральдық, физиология – биохимиялық қасиеттері зерттелді.

Әдебиеттер

- 1 Бапаева Г.Б., Кулбаева С.Н., Жумадилова А.Р. Влияние пестицидов на здоровье человека // *Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan*. – 2017. – Vol. 3. – № 45 (suppl 3). – P. 128-132.
- 2 Вауыедимова А.М., Кембайева К.У., Токешева Ш.М., Турдунова Г.К., Жаксебергенова А.В. Загрязнение почвенного слоя земли полихлорированными бифенилами в г. Алматы // *Вестник КазНМУ*. – 2016. – № 1462. – С. 466.
- 3 Омарова М.Н., Тотанов Ж.С., Баканов Ш.А., Садыков Ш.Ш., Черепанова Л.Ю., Рысбекова Д.С. Актуальные проблемы влияния средств пестицидов на среду обитания и здоровье населения // *Гигиена, эпидемиология и иммунобиология*. – 2004. – №1-2. – С. 21-30.
- 4 Тотанов Ж.С., Баканов Ш.А., Ташметов К.К., Черепанова Л. Ю., Глубоковских Л.К., Рысбекова Д.С. и др. Оценка фактической нагрузки остаточными количествами стойких хлорорганических пестицидов сельского населения крупного зерносеющего региона РК (на примере Акмолинской области) // *Информационный листок*. – Кокшетау, 2005. – С. 4.
- 5 Беркинбаев Г.Д., Федоров Г.В. Проблема стойких органических загрязнителей в Казахстане // *Вестник КазНУ, серия экологическая*. – 2009. – № 2 (25). – С. 3-8.
- 6 Варникова С.А. Загрязнение окружающей среды пестицидами // *«Теория и практика современной науки»*. 2016. – № 12 (18).
- 7 Волгина Т.Н., Новиков В.Т., Регужева Д.В. Пути распространения пестицидов в объектах окружающей среды // *Региональные проблемы*. – 2010. – Том 13. – № 1. – С. 76-81.
- 8 Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология: принципы и применение / пер. с англ. – М.: Мир, 2002.
- 9 Забылов В. С., Крупнова Т. Г. Исследования содержания хлорорганических пестицидов в объектах окружающей среды на территории Челябинской области // *Вестник ЮУрГУ*. – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 39-43.
- 10 Иванцова Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту // *Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11, Естеств. науки*. – 2013. – № 1 (5). – С. 35-40.
- 11 Бабкина Э.И., Сурин В.А., Самсонов Д.П. Полигоны захоронения пестицидов как источник загрязнения окружающей среды // *Природные ресурсы. Использование и охрана природных ресурсов в России*. – 2003. – № 11-12. – С. 115-122.
- 12 Евдакова М.В. Воздействие пестицидов на микрофлору почвы // *Научный журнал молодых ученых*. – 2018. – № 4 (13). – С. 17-20.
- 13 Громова В.С., Пчеленок О.А., Шушпанов А.Г. Изучение влияния современных видов пестицидов на биологическую активность почвы // *Экология ЦЧО РФ*. – 2012. – № 2 (29). – С. 128-130.
- 14 Жариков Г.А., Марченко А.И., Крайнова О.А., Дядищева В.П., Челпых Л.В. Разработка инновационных технологий биоремедиации почвы и воды, загрязненных токсичными химическими веществами // *Биогеохимия – научная основа устойчивого развития и сохранения здоровья человека: В 2 т.* – Тула: Тул. гос. пед. ун-т им. Л. Н. Толстого. – 2019. – Т. 1. – С. 288.
- 15 Гродницкая И.Д., Кондакова О.Э., Терещенко Н.Н. Влияние микробов-антагонистов на биогенность почвы и сохранность семян хвойных в искусственных фитоценозах // *Сибирский лесной журнал*. – 2016. – № 6. – С. 13–25.
- 16 Беркинбаев Г.Д., Федоров Г.В. Проблема стойких органических загрязнителей в Казахстане // *Вестник КазНУ, серия экологическая*. – 2009. – № 2 (25). – С. 3-8.
- 17 Игнатовец О.С., Феськова Е.В., Ахрамович Т.И., Леонтьев В.Н. Изучение микробной деградации 2,4-Д и пестицидов группы сульфанилмочевины в модельных системах // *Труды БГТУ, серия 2*. – 2018. – № 2. – С. 161–166.
- 18 Ксенофонтова, О.Ю. Экспериментальные данные о взаимодействии микроорганизмов и пестицидов в почве // *Поволжский экологический журнал*. – 2005. – № 1. – С. 29-35.
- 19 Серова Ю.В., Матросова Л.Е. Биodeградирующая способность микроорганизмов в отношении тетраметилтиурамдисульфида // *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. – 2013. – № 3 (19). – С. 37-38.
- 20 Агранович Г.И. Справочник по физико-химическим исследованиям объектов окружающей среды. – Л.: Судостроение, 1973. – С. 648.
- 21 Дегтярева И.А., Давлетшина А.Я., Яппаров И.А., Мотина Т.Ю., Зарипова С.К., Вафина З.М. Оценка влияния пестицидов различного назначения по отношению к консорциуму микроорганизмов-деструкторов // *Владимирский земледелец*. – 2019. – № 1. – С. 31-34.
- 22 Васильева Е.Н., Ахтемова Г.А., Жуков В.А., Тихонович И.А. Эндofитные микроорганизмы в фундаментальных исследованиях и сельском хозяйстве // *Экологическая генетика*. – 2019. – Т. 17. – № 1. – С. 19–32.
- 23 Еремеев И.М., Иванов Е.Н., Егоров В.И., Трemasов М.Я. Биodeградация кормов, загрязненных пестицидами // *Современная микология в России. Том 3. Материалы 3-го Съезда микологов России*. – М.: Национальная академия микологии, 2012. – С. 449.

24 Gerhardta, K. E., Huang, X. D., Glicka, B. R., and Greenberg, B. M. Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: Potential and challenges // *Plant Sci.* – 2009. – Vol. 176. – P. 20–30.

25 Nishimori E., Kita-Tsukamoto K., Wakabayashi H. *Pseudomonas plecoglossicida* sp. nov., the causative agent of bacterial haemorrhagic ascites of ayu, *Plecoglossus altivelis* // *Int J Syst Evol Microbiol.* – 2000. – Vol. 1. – P. 9.

References

1 Agpanovich G. I. (1973) Справочник по физико-химическим исследованиям объектов окпужайушчегу ереду [Reference book on physicochemical studies of environmental media]. L.: *Cudoctpoenie*, pp. 648. 21.

2 Babkina E. I., Surin V. A., Samsonov D. P. (2003) Poligony zakhroneniya pestitsidov kak istochnik zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Pesticide disposal sites as a source of environmental pollution]. *Prirodnyye resursy. Ispol'zovaniye i okhrana prirodnykh resursov v Rossii*, no 11-12, pp. 115-122.

3 Bapayeva G. B., Kulbayeva S. N., Zhumadilova A. R. (2017) Vliyaniye pestitsidov na zdorov'ye cheloveka [Influence of pesticides on human health]. *Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan*, Vol. 3, no 45 (suppl 3), pp. 128-132.

4 Bauyedimova A. M., Kembayeva K. U., Tokesheva SH. M., Turdunova G. K., Zhaksebergenova A. B. (2016) Zagryazneniye pochvennogo sloya zemli polikhlrorirovannymi bifenilami v g. Almaty [Pollution of the soil layer by polychlorinated biphenyls in Almaty]. *Vestnik KazNMU*, no 1462, pp. 466.

5 Berkinbayev G. D., Fedorov G. V. (2009) Problema stoykikh organicheskikh zagryazniteley v Kazakhstane [The problem of persistent organic pollutants in Kazakhstan]. *Vestnik KazNU, seriya ekologicheskaya*, no 2 (25), pp. 3-8.

6 Berkinbayev G. D., Fedorov G. V. (2009) Problema stoykikh organicheskikh zagryazniteley v Kazakhstane [The problem of persistent organic pollutants in Kazakhstan]. *Vestnik KazNU, seriya ekologicheskaya*, no 2 (25), pp. 3-8.

7 Degtyareva I. A., Davletshina A. YA., Yapparov I. A., Motina T. YU., Zaripova S. K., Vafina Z. M. (2019) Otsenka vliyaniya pestitsidov razlichnogo naznacheniya po otnosheniyu k konsortsiyumu mikroorganizmov-destruktorov [Assessment of the influence of pesticides of various purposes in relation to a consortium of microorganisms-destructors]. *Vladimirskiy zemledelets*, no 1, pp. 31-34.

8 Gerhardta, K. E., Huang, X. D., Glicka, B. R., and Greenberg, B. M. (2009) Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: *Potential and challenges. Plant Sci.*, Vol 176, pp. 20–30.

9 Glik B., Pasternak Dzh. (2002) Molekulyarnaya biotekhnologiya: printsipy i primeneniye [Molecular biotechnology: principles and application]. *per. s angl. M.*: Mir, 2002.

10 Gromova V. S., Pchelenok O. A., Shushpanov A. G. (2012) Izucheniye vliyaniya sovremennykh vidov pestitsidov na biologicheskuyu aktivnost' pochvy [Study of the influence of modern types of pesticides on the biological activity of the soil]. *Ekologiya TSCHO RF*, no 2 (29), pp. 128-130.

11 Grodnitskaya I. D., Kondakova O. E., Tereshchenko N. N. (2016) Vliyaniye mikrobov-antagonistov na biogennost' pochvy i sokhrannost' seyantsev khvoynykh v iskusstvennykh fitotsenozakh [Influence of antagonist microbes on soil biogenicity and preservation of coniferous seedlings in artificial phytocenoses]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal*, no 6, pp. 13–25.

12 Ivantsova Ye. A. (2013) Vliyaniye pestitsidov na mikrofloru pochvy i poleznuyu biotu [Effect of pesticides on soil microflora and beneficial biota]. *Vestn. Volgogr. gos. un-ta. Ser. 11, Yestestv. Nauki*, no№ 1 (5), pp. 35-40.0

13 Ignatovets O. S., Fes'kova Ye. V., Akhramovich T. I., Leont'yev V. N. (2018) Izucheniye mikrobnoy degradatsii 2,4-D i pestitsidov gruppy sul'fonilmocheviny y model'nykh sistemakh [Studying the microbial degradation of 2,4-D and pesticides of the sulfonilurea group in model systems]. *Trudy BGTU, seriya 2*, no 2, pp. 161–166.

14 Ksenofontova, O. YU. (2005) Eksperimental'nyye dannyye o vzaimodeystvii mikroorganizmov i pestitsidov v pochve [Experimental data on the interaction of microorganisms and pesticides in soil]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal*, no 1, pp. 29-35.

15 Nishimori E., Kita-Tsukamoto K., Wakabayashi H. (2000) *Pseudomonas plecoglossicida* sp. nov., the causative agent of bacterial haemorrhagic ascites of ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Int J Syst Evol Microbiol.*, Vol. 1, pp. 9.

16 Omarova M. N., Totanov ZH. S., Bakanov SH. A., Sadykov SH. SH., Cherepanova L. YU., Rysbekova D. S. (2004) Aktual'nyye problemy vliyaniya sredstv pestitsidov na sredu obitaniya i zdorov'ye naseleniya [Actual problems of the influence of pesticides on the environment and public health]. *Gigiyena, epidemiologiya i immunobiologiya*, no 1-2, pp. 21-30.

17 Serova YU. V., Matrosova L. Ye. (2013) Biodegradiruyushchaya sposobnost' mikroorganizmov v otnoshenii tetrametil'tiuramdisul'fida [Biodegradable ability of microorganisms in relation to tetramethylthiuramdisulfide]. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy biologii*, no 3 (19), pp. 37-38.

18 Totanov ZH. S., Bakanov SH. A., Tashmetov K. K., Cherepanova L. YU., Glubokovskikh L. K., Rysbekova D. S. i dr. (2005) Otsenka fakticheskoy nagruzki ostatochnymi kolichestvami stoykikh khlororganicheskikh pestitsidov sel'skogo naseleniya krupnogo zernoseyushchego regiona RK (na primere Akmolinskoy oblasti) [Assessment of the actual load with residual amounts of persistent organochlorine pesticides of the rural population of large grain-growing region of the Republic of Kazakhstan (for example, Akmola region)]. *Informatsionnyy listok.* – Kokshetau, pp. 4.

19 Yeremeyev I. M., Ivanov Ye. N., Yegorov V. I., Tremasov M. YA. (2012) Biodegradatsiya kormov, zagryaznennykh pestitsidami [Biodegradation of feed contaminated with pesticides]. *Sovremennaya mikologiya v 20. Rossii. Tom 3. Materialy 3-go S"yezda mikologov Rossii. M.: Natsional'naya akademiya mikologii*, pp. 449.

20 Yevdakova M. V. (2018) Vozdeystviye pestitsidov na mikrofloru pochvy [Impact of pesticides on soil microflora]. *Nauchnyy zhurnal molodykh uchenykh*, no 4 (13), pp. 17-20.

21 Varnikova S. A. (2016) Zagryazneniye okruzhayushchey sredy pestitsidami [Environmental pollution by pesticides]. *“Teoriya i praktika sovremennoy nauki”*, no 12 (18).

22 Vasil'yeva Ye. N., Akhtemova G. A., Zhukov V. A., Tikhonovich I. A. (2019) Endofitnyye mikroorganizmy v fundamental'nykh issledovaniyakh i sel'skom khozyaystve [Endophytic microorganisms in basic research and agriculture]. *Ekologicheskaya genetika*, T. 17, no 1, pp. 19–32.

23 Volgina T. N., Novikov V. T., Reguzova D. V. (2010) Puti rasprostraneniya pestitsidov v ob'yektakh okruzhayushchey sredy [Ways of distribution of pesticides in environmental objects]. *Regional'nyye problem*, tom 13, no 1, pp. 76-81.

24 Zabylov V. S., Krupnova T. G. (2014) Issledovaniya sodержaniya khlororganicheskikh pestitsidov v ob'yektakh okruzhayushchey sredy na territorii Chelyabinskoy oblasti [Studies of the content of organochlorine pesticides in environmental objects in the Chelyabinsk region]. *Vestnik YUUrGU*, T. 6, no 3, pp. 39-43.

25 Zharikov G. A., Marchenko A. I., Kraynova O. A., Dyadishcheva V. P., Chelpykh L. V. (2019) Razrabotka innovatsionnykh tekhnologiy bioremediatsii pochvy i vody, zagryaznennykh toksichnymi khimicheskimi veshchestvami [Development of innovative technologies for bioremediation of soil and water contaminated with toxic chemicals]. *Biogeokhimiya – nauchnaya osnova ustoychivogo razvitiya i sokhraneniya zdorov'ya cheloveka: V 2 t.* – Tula: *Tul. gos. ped. un-t im. L. N. Tolstogo*, T. 1, pp. 288.

MPНТИ 62.09.39, 34.27.39, 65.63.33, 65.63.91

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v86.i1.06>

А.А. Айтжанова^{1,2*}, М.Г. Саубенова¹, Е.А. Олейникова¹,
А.В. Чижаева¹, А.Ж. Алыбаева¹, А.А. Амангелды¹,
Ж.Н. Ермекбай¹, Р.Ж. Бержанова²

¹ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби (МОН РК), Казахстан, г. Алматы

*e-mail: aida_91_20@mail.ru

РАЗРАБОТКА НОВОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СИНБИОТИЧЕСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

В течение последнего десятилетия подход потребителей к здоровому питанию резко изменился, и сегодня увеличению продолжительности жизни населения за счет потребления здоровой пищи придается особо важное значение. Общее ухудшение состояния здоровья населения, снижение сопротивляемости инфекциям, широкое распространение лекарственной резистентности патогенов требуют разработки оздоравливающих продуктов, предотвращающих развитие патогенных микроорганизмов и повышающих защитные силы организма. Молочные продукты занимают значительное место на рынке функциональных продуктов питания, а функциональные напитки на молочной основе являются растущим сегментом этого сектора.

В качестве закваски использована ассоциация молочнокислых бактерий *Lactobacillus rarasensei* 4m-2b, *Lactobacillus fermentum* A15, уксуснокислых бактерий *Acetobacter fabarium* 4-4M, а также лактозосбраживающих дрожжей *Kluyveromyces marxianus* 4MA, обладающая антагонистической активностью в отношении грибковых и бактериальных тестовых культур из родов *Escherichia*, *Salmonella*, *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Candida*, *Fusarium*, *Penicillium*. В качестве пребиотической добавки использованы пшеничные отруби, содержащие в значительных количествах нерастворимые пищевые волокна.

Для улучшения органолептических показателей, повышения биологических и питательных ценностей и для расширения спектра антагонистической активности микроорганизмов закваски были использованы различные растительные добавки. Были получены варианты кисломолочных напитков с добавлением дрожжей и без дрожжей. Показана более высокая антагонистическая активность вариантов напитка, не включающих в состав закваски *Kluyveromyces marxianus* 4MA, в отношении *Salmonella enterica* Serotype Dublin. Однако подавление *Candida albicans* B514 было наиболее эффективным при отсутствии дрожжей в закваске. Отобран наилучший вариант синбиотического напитка с пшеничными отрубями на основе молочной сыворотки – с добавлением малины, пшена и кобыльего молока. Полученный кисломолочный напиток характеризуется высокими органолептическими показателями и широким спектром ингибирования роста бактериальных и грибковых тестовых культур.

Ключевые слова: молочная сыворотка, синбиотический функциональный напиток, антибактериальная активность, противогрибковая активность, растительные добавки, кобылье молоко, пробиотики, пребиотики.

A.A. Aitzhanova^{1,2*}, M.G. Saubanova¹, Y.A. Oleinikova¹,
A.V. Chizhayeva¹, A.Zh. Alybayeva¹, A.A. Amangeldi¹,
Zh.N. Yermekbay¹, R.Zh. Berzhanova²

¹Limited Liability Company "Research and Production Center for Microbiology and Virology", Kazakhstan, Almaty

²Kazakh National University named after al-Farabi (MES RK), Kazakhstan, Almaty

*e-mail: aida_91_20@mail.ru

Development of new functional synbiotic dairy beverage based on the base of whey

Over the past decade, consumers' approach to healthy nutrition has changed dramatically, and today, particular importance is attached to increasing the life expectancy of the population through the consumption of healthy foods. The general deterioration in population health, a decrease in resistance to infections, and the widespread spread drug resistance of pathogens require the development of healthy

products preventing pathogenic microorganisms' growth and increasing the body's defense. Dairy products have a significant place in the functional food market, and functional milk-based drinks are a growing segment of this sector.

An association of lactic acid bacteria *Lactobacillus paracasei* 4m-2b, *Lactobacillus fermentum* A15, acetic acid bacteria *Acetobacter fabarium* 4-4M, and lactose-fermenting yeast *Kluuyveromyces marxianus* 4MA, which has antagonistic activity against fungal and bacterial cultures from the genera *Escherichia*, *Salmonella*, *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Candida*, *Fusarium*, *Penicillium* was used as a starter for the beverage. Wheat bran containing significant amounts of insoluble dietary fiber was used as a prebiotic additive.

To improve the sensory properties, biological and nutritional values, and to expand the spectrum of antagonistic activity of the starter microorganisms, various plant supplements were used. Variants of fermented milk drinks with the addition of yeast and without yeast were obtained. A higher antagonistic activity of beverage variants not including *Kluuyveromyces marxianus* 4MA in the starter culture was shown against *Salmonella enterica* Serotype Dublin. However, suppression of *Candida albicans* B514 was most effective in the absence of yeast in the starter culture. The best variant of a whey-based synbiotic beverage with wheat bran and addition of raspberries, millet and mare's milk has been selected. The resulting fermented beverage was characterized by high sensory characteristics and a wide spectrum of bacterial and fungal test cultures inhibition.

Key words: whey, functional synbiotic beverage, antibacterial activity, antifungal activity, plant supplements, mare's milk, probiotic, prebiotic.

А.А. Айтжанова^{1,2*}, М.Г. Саубенова¹, Е.А. Олейникова¹,
А.В. Чижаева¹, А.Ж. Алыбаева¹, А.А. Амангелды¹,
Ж.Н. Ермекбай¹, Р.Ж. Бержанова²

¹«Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы», ЖШС, Қазақстан, Алматы қ.

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (ҚР БҒМК), Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: aida_91_20@mail.ru

Сүт сарысуы негізінде жаңа функционалды синбиотикалық сүтқышқылды сусын алу

Соңғы онжылдықта тұтынушылардың дұрыс тамақтануға деген көзқарасы күрт өзгерді, және бүгінгі таңда салауатты тамақтану арқылы халықтың өмір сүру ұзақтығын арттыруға ерекше мән беріледі. Жалпы халық денсаулығының нашарлауы, инфекцияларға төзімділіктің төмендеуі, патогендердің дәрілік төзімділігінің кең таралуы патогендік микроорганизмдердің дамуына жол бермейтін және дененің қорғанысын арттыратын емдік өнімдерді әзірлеуді қажет етеді. Сүт өнімдері функционалды тамақ нарығында маңызды орын алады, ал сүт негізіндегі функционалды сусындар осы сектордың өсіп келе жатқан сегменті болып табылады.

Ұйытқы ретінде сүт қышқылды бактериялардың ассоциациясы қолданылады *Lactobacillus paracasei* 4m-2b, *Lactobacillus fermentum* A15, сіркеқышқылды бактериялар *Acetobacter fabarium* 4-4M, сондай-ақ лактозаыдыратушы ашытқылар *Kluuyveromyces marxianus* 4MA, *Escherichia*, *Salmonella*, *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Candida*, *Fusarium*, *Penicillium* тектес зеңдік және бактериялық тестілік дақылдарға қатысты антагонистік белсенділігі бар. Пребиотикалық диеталық қоспа ретінде құрамында ерімейтін диеталық талшықтар бар бидай кебегі қолданылды.

Органолептикалық көрсеткіштерді жақсарту, биологиялық және қоректік құндылықтарды арттыру және ашытқы микроорганизмдерінің антагонистік белсенділігінің спектрін кеңейту үшін әртүрлі өсімдік қоспалары қолданылды. Ашытқы қосылған және ашытқысыз сүтқышқылды сусындарының нұсқалары алынды. *Salmonella enterica* Serotype Dublin -ге қатысты *Kluuyveromyces marxianus* 4MA ұйытқысының құрамына кірмейтін сусын нұсқаларының неғұрлым жоғары антагонистік белсенділігі көрсетілген. Алайда, *Candida albicans* B514-ті басу ұйытқыда ашытқы болмаған кезде тиімді болды. Сүт сарысуына негізделген бидай кебегі қосылған синбиотикалық сусынның ең жақсы нұсқасы таңдалды – таңқурай, тары және бие сүті. Алынған сүтқышқылды сусын жоғары органолептикалық көрсеткіштермен және бактериялық және саңырауқұлақ сынақ дақылдарының өсуді тежейтін кең спектрмен сипатталады.

Түйін сөздер: сүт сарысуы, синбиотикалық функционалды сусын, бактерияға қарсы белсенділік, саңырауқұлаққа қарсы белсенділік, өсімдік қоспалары, бие сүті, пробиотиктер, пребиотиктер.

Введение

Общее ухудшение состояния здоровья населения, снижение сопротивляемости инфекциям, широкое распространение лекарственной резистентности патогенов требуют разработки оздоравливающих продуктов, предотвращающих развитие патогенных микроорганизмов и повышающих защитные силы организма.

Продукты на молочной основе составляют примерно 43% функционального рынка напитков и в основном состоят из сброженных продуктов [1], являются богатым источником белков, жиров, микроэлементов, пребиотиков и пробиотиков, которые могут внести значительный вклад в обеспечение здоровья человека [2].

По последним данным, изменчивость микробиома человека лишь на 10% связана с генетическими особенностями индивида; различия в микробиоме между индивидами преимущественно связаны с воздействием на него различных эндогенных и экзогенных факторов [3]. Одним из наиболее значимых экзогенных факторов, способных спровоцировать дисбактериоз, является рацион питания человека [4-7]. Диета играет важную роль в формировании состава и активности сложной микробной популяции в кишечнике, обеспечивая его необходимыми питательными веществами [8,9], влияет на проницаемость кишечника, иммунную функцию слизистой оболочки, подвижность и чувствительность кишечника, активность кишечной нервной системы [10-13]. Функциональные пищевые продукты относятся к неспецифическим методам коррекции микробной экологии пищеварительного тракта и его иммунологической устойчивости [14,15]. Они снижают риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращают или компенсируют дефицит питательных веществ в организме человека, сохраняют и улучшают здоровье за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Выбор молочной сыворотки в качестве основы для функциональных напитков основан на ее высокой пищевой и биологической ценности. В ней остается до 50% сухих веществ молока, до 250 различных соединений. Сывороточные ингредиенты стимулируют рост и выживание пробиотических бактерий [16,17], улучшают жизнеспособность молочнокислых бактерий в желудочно-кишечном тракте [18], стимулируют иммунную систему, снижают кровяное давле-

ние и уровень холестерина в сыворотке крови, снижают риск развития рака [19,20]. Ферментация сыворотки также снижает содержание лактозы, частично гидролизует сывороточный белок, который может вызвать аллергию, увеличивает срок хранения продукта, улучшает сенсорные характеристики [21,22] и обогащает продуктами метаболизма пробиотических бактерий. Возврат молочной сыворотки в производство способствует повышению рентабельности молочных предприятий и защите окружающей среды от загрязнения.

Пребиотики – компоненты пищи, не перевариваемые в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, ферментируются микрофлорой толстого кишечника человека и стимулируют ее рост и жизнедеятельность [23-25]. Согласно различным исследованиям, потребление пищевых волокон снижает риск ишемической болезни сердца, инсульта, гипертонии, диабета, ожирения и некоторых желудочно-кишечных расстройств, улучшает иммунную функцию, уровень липидов и глюкозы в крови, снижает кровяное давление, способствуют регулярному стулу и снижению веса [26-32]. Пшеничные отруби обладают антиоксидантной [33] и иммуномодулирующей [34] активностью и противораковым действием [35, 36].

Цель данной работы: разработка синбиотического кисломолочного напитка на основе молочной сыворотки и пшеничных отрубей с высокими органолептическими показателями, сохраняющего одновременно антагонистическую активность в отношении условно-патогенных дрожжей рода *Candida*, мицелиальных грибов и бактериальных тест-культур.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служила ассоциация А6, отобранная ранее по биотехнологическим показателям и антагонистической активности в отношении дрожжей рода *Candida*, мицелиальных грибов и бактериальных тест культур, включающая молочнокислые бактерии *Lactobacillus paracasei* 4m-2b, *Lactobacillus fermentum* A15, уксуснокислые бактерии *Acetobacter fabarium* 4-4M, а также лактозосбраживающие дрожжи *Kluyveromyces marxianus* 4MA, выделенные из кумыса [37]. Микроорганизмы закваски культивировали на среде MRS (de Man, Rogosa и Sharpe) (TM Media, Индия) и в молочной сыворотке (ТОО «ЗКАП «Амиран», Казахстан). Для получения закваски использовали молоко 1,5%

жирности (Lactel, Казахстан), культивировали в течение 24 ч при 37°C.

Для получения напитков молочную закваску вносили в количестве 5% в молочную сыворотку с добавлением 1% пшеничных отрубей, культивировали на коровьем молоке с 1% жирности в течение 24 ч при 37°C. В качестве дополнительных растительных добавок использовали маш, пшено, малина, кардамон, розмарин, куркума, корица и имбирь, показавшие в предыдущих работах повышение антагонистической активности кисломолочных заквасок. Добавки вносили перед стерилизацией сыворотки в количестве 1% для первичного отбора. В дальнейшем количество вносимых добавок корректировалось в соответствии с органолептическими показателями. Органолептические показатели кисломолочных напитков оценивали по 5 балльной шкале. Для получения напитка в сыворотку добавляли 20 г/л сахара.

В качестве тестовых культур использовали дрожжи кишечного и вагинального происхождения *Candida albicans* K13 и *Candida albicans* B514, мицелиальные грибы *Penicillium sp.* 4, *Aspergillus niger*, *Fusarium sporotrichiella*, бактерии *Escherichia coli*, *Mycobacterium citreum*, *Salmonella (S.) enterica* Serotype Dublin, *Sarsina (Sar.) flava*. Бактерии культивировали на мясопептонном агаре (ТМ Media, Индия), дрожжи – на среде Сабуро (г/л: глюкоза – 40,0; пептон – 10,0), мицелиальные грибы – на среде Чапека 7 (г/л: сахароза – 30,0; NaNO₃ – 2,0; K₂HPO₄ – 1,0; MgSO₄ – 0,5; KCl – 0,5; FeSO₄ – 0,01; агар – 15,0).

Антагонистическую активность составленных полученных напитков определяли диффузионным методом лунок. Полученные напитки вносили в количестве 0,3 мл в подготовленные на газоне тестовой культуры лунки диаметром 10 мм, инкубировали при 37°C в течение 24 ч для бактериальных тестов (кроме *Mycobacterium*), 48 ч для *Mycobacterium* и *Candida albicans*, и при 30°C в течение 72-120 ч для мицелиальных грибов.

Все эксперименты проводили в трех повторностях. Статистическую обработку результатов исследований производили по стандартной методике с использованием критерия Стьюдента [38].

Результаты исследования и их обсуждение

Для первичного отбора растительных добавок, повышающих антагонистическую активность ассоциации и способствующих улучше-

нию вкусовых показателей напитка вносили растительные добавки в количестве 1%. Антагонизм и органолептические показатели полученных напитков представлены в таблице 1. Воздействие введенных добавок на антагонистическую активность ассоциации зависело от тестовой культуры. Однако в целом было отмечено, что наибольшее влияние на выраженность антагонизма оказывали добавки малины и кардамона. Так, введение малины в сыворотку статистически достоверно повышало антагонистическую активность ассоциации А6 в отношении 8 из 10 исследованных тестовых культур на 10-39%.

Добавка кардамона в количестве 1% повысила антагонизм ассоциации в отношении всех бактериальных и грибковых тестов. Выраженное увеличение зон подавления роста различных микроорганизмов при введении кардамона в состав напитков, наиболее вероятно, связано с показанным для многих терпеноидов мембранотропным действием [39, 40]. Известно, что терпеноиды имеются в избытке в эфирном масле кардамона [41-43]. Повышение проницаемости цитоплазматической мембраны клеток микроорганизмов возбудителей различных инфекций может приводить к повышенному поступлению в клетки антагонистически активных соединений, продуцируемых молочнокислыми бактериями и их ассоциациями. Возможно также синергетическое антибактериальное и противогрибковое влияние различных соединений кардамона, обладающих антимикробным и антиоксидантным действием [40, 41, 43-45].

Введение маша наиболее выраженно влияло на антагонизм в отношении *Salmonella* и условно-патогенных дрожжей, однако отрицательно сказалось на органолептических свойствах напитка. Вкусовые показатели синбиотических напитков были высокими только при использовании малины и пшена. Введение пряных приправ (имбиря, корицы, кардамона) в количестве 1% оказалось слишком избыточным.

Несмотря на наличие литературных данных о высоких антимикробных свойствах корицы и имбиря [46-50], их введение не оказало выраженного воздействия ни на антагонизм консорциума, ни на рост тестовых микроорганизмов. Для дальнейших экспериментов из пряностей был отобран только кардамон, который повышал как противогрибковую, так и антибактериальную активность заквасочного консорциума.

По полученным результатам были отобраны добавки, способствующие повышению антагонизма, а количество вносимых добавок было

скорректировано для улучшения вкуса. Содержание малины было увеличено до 5% и 7%, а кардамона уменьшено до 0,1%. Также в молочную сыворотку был добавлен сахар в количестве 2%, а в варианте с повышенным содержанием малины было использовано 3% сахара. Исследовано влияние добавки розмарина, известного в качестве антиинфекционного, в том числе противогрибкового средства [51-53], на вкусовые показатели и антагонизм напитка.

Результаты по следующему этапу отбора напитков представлены таблице 2. Было выявлено, что введение дополнительных растительных добавок в виде специй (в том числе розмарина) в напиток в количествах, оказывающих влияние на антагонистическую активность, не оправдано вследствие ухудшения органолептических показателей. В дозах же, не влияющих негативно на вкусовые показатели, добавки не оказывали выраженного влияния на противогрибковую и антибактериальную активность.

Отмечено, что содержание малины в количестве 7% благоприятно сказывалось на антагонизме напитков, повышая анти-*Candida* активность на 12-30%, а антагонистическую активность в отношении *S. enterica* Serotype Dublin на 36%. Однако более низкая концентрация малины была оптимальной для органолептических показателей (вкус, цвет, запах) напитка, поэтому она была отобрана для дальнейшей работы. Напитки с добавлением 5% малины и 1% пшеницы были нежными и приятными на вкус и обладали антагонистической активностью в отношении широкого спектра бактериальных и грибковых тестовых культур. Какие именно соединения, имеющиеся в наличии в малине, оказывают влияние на антагонистическую активность ассоциации, сложно сказать. Однако имеются данные о бактериостатических свойствах полифенольных соединений малины [54]. Возможно как синергетическое действие антимикробных компонентов растительных добавок и метаболитов консорциума, так и стимуляция роста и антагонизма микроорганизмов закваски имеющимися в малине соединениями.

Тем не менее, в ряде напитков был отмечен резкий дрожжевой запах и привкус. Для этого было проведено сравнительное исследование (Таблица 3) органолептических показателей и антагонизма различных вариантов напитков при использовании закваски на основе ассоциации А6 с дрожжами и без дрожжей. Также определено влияние добавок кобыльего, верблюжьего и коровьего молока на показатели напитка.

Из данных, представленных в таблице 3, можно видеть что ассоциация А6 без дрожжей не проявила антагонистической активности в отношении *A. niger* и *Penicillium* sp. Подавление роста *C. albicans* B514 было также выше у большей части напитков с дрожжами в составе закваски. Так, подавление этого штамма дрожжей при использовании закваски с *K. marxianus* 4МА было выше на 37% в контрольном варианте напитка, на 29-32% – в вариантах с добавками пшеницы и малины, кардамона и пшеницы, кардамона и малины, на 52% – с добавкой куркумы, и на 79% при введении к пшенице и малине дополнительно верблюжьего молока.

Касательно антагонизма в отношении *S. enterica* Serotype Dublin, напротив, варианты напитков без дрожжей в составе закваски показали более высокую антагонистическую активность. Зоны подавления роста тест культуры составили 25,5-32,5 мм, что на 31-110% выше соответствующих зон подавления роста культуры ассоциацией с дрожжами. Причины указанного влияния дрожжевых микроорганизмов закваски на антагонизм напитка требуют самостоятельного изучения. На антагонистическую активность относительно других тестовых микроорганизмов наличие дрожжей в составе закваски не оказывало выраженного действия.

Добавки молока главным образом оказывали влияние на антагонизм напитков в отношении бактериальных тестов, что может являться следствием высокой антимикробной активности пептидов и белков кобыльего молока [55-58]. Эффект зависел как от молока, так и от тестовой культуры. Лишь добавка кобыльего молока повышала антагонистическую активность в отношении всех бактериальных тестов на 12-17%. Интересно, что кобылье и верблюжье молоко в некоторой степени снижали антагонизм в отношении условно-патогенных дрожжей. Указанное явление требует дополнительного исследования.

Напиток с пшеном, малиной и кобыльим молоком показал наилучшие органолептические показатели, как при использовании закваски с дрожжами, так и с бездрожжевой закваской.

Таким образом, по результатам проведенного исследования был отобран синбиотический напиток на основе молочной сыворотки, полученный путем ферментации молочной сыворотки с добавлением 20% кобыльего молока, 5% малины, 2% сахара, 1% пшеницы, 1% пшеничных отрубей.

Таблица 1 – Влияние растительных добавок (1%) на антагонистическую активность синбиотических напитков на основе молочной сыворотки с пшеничными отрубями

№	Варианты добавок	Зоны подавления роста тест-культур, мм										Органолептические показатели кисломолочных напитков		
		<i>E. coli</i>	<i>M. citreum</i>	<i>Sar. flava</i>	<i>S. enterica</i> Serotype Dublin	<i>Candida albicans</i> K13	<i>Candida albicans</i> B514	<i>Candida sp.</i> KNT2	<i>Candida sp.</i> KNT-3	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i> 4	Вкус и запах	Оценочный балл	
1	Малина	17,0±1,0	25,0±2,0	20,0±1,0	16,5±0,5	22,5±0,5	21,5±0,5	20,5±1,0	21,5±0,5	20,0±0,5	21,5±0,5	4	приятный, не кислый и несладкий, вкус и запах малины ощущается слабо	
2	Маш	16,0±1,0	22,0±1,0	23,0±0	19,0±1,0	21,0±1,0	19,0±1,0	19,0±2,0	24,0±2,0	15,0±0	15,5±0,5	1	неприятный для кисломолочного напитка, бобовый привкус	
3	Пшено	18,5±0,5	22,5±1,5	21,5±0,5	15,5±0,5	21,0±1,0	18,0±1,0	14,5±1,5	15,5±0,5	21,0±4,0	20,0±0	5	кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	
4	Кардамон	17,0±1,0	25,5±0,5	22,5±0,5	19,5±1,5	21,5±1,5	22,0±1,0	19,0±1,0	23,5±0,5	22,0±2,0	17,5±1,5	2	резкий, избыточный вкус кардамона	
5	Корица	18,5±1,5	23,5±0,5	22,0±2,0	15,5±0,5	15,5±0,5	17,5±0,5	13,5±0,5	21,0±2,0	0	0	1	немного резкий, сильно кислый, избыточный вкус корицы	
6	Имбирь	17,5±0,5	24,5±0,5	21,0±0	15,5±0,5	18,5±0,5	16,5±0,5	18,0±2,0	21,5±0,5	18,0±0	0	1	резкий, жгучий	
7	Контроль	15,5±0,5	22,5±0,5	20,5±0,5	14,5±0,5	17,5±0,5	15,5±0,5	17,5±0,5	19,0±1,0	19,0±0	0	5	без посторонних привкусов и запахов, приятный, нежный	

Таблица 2 – Влияние растительных добавок на антагонистическую активность синбиотических напитков на основе молочной сыворотки с пшеничными отрубями

№	Варианты добавок	Зоны подавления роста тест-культур, мм										Органолептические показатели кисломолочных напитков		
		Кор-60, %	<i>E. coli</i>	<i>M. citreum</i>	<i>Sar. flava</i>	<i>S. enterica</i> Serotype Dublin	<i>Candida albicans</i> K13	<i>Candida albicans</i> B514	<i>Candida sp. KNT-2</i>	<i>A. niger</i> *	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Penicillium sp. 4</i>	Вкус и запах, текстура	Оценочный балл
1	Пшено	1	16,5±0,5	22,5±0,5	20,5±0,5	16,5±0,5	20,0±0,5 (30,0±0,5)	17,5±0,5	32,5±2,5 (39,5±0,5)	42,5±2,5	14,0±1,0	0	Нежный, приятный, кисло-сладкий	5
2	Розмарин	0,1	13,0±1,0	19,0±3,0	20,5±1,5	13,5±0,5	14,5±0,5 (33,±1,5)	0	24,5±0,5 (33,5±0,5)	39,5±0,5	15,5±1,5	0	Резкий дрожжевой привкус, не приятный, излишний вкус розмарина	1
3	Кардамон	0,1	12,5±0,5	21,0±1,0	20,0±1,0	13,5±0,5	15,5±0,5 (30,5±0,5)	0	29,0±1,0 (30,0±1,0)	42,5±0,5	13,5±0,5	0	кисловатый, кисло-дрожжевой	3
4	Малина	5	14,5±0,5	20,5±0,5	17,5±0,5	14,5±0,5	16,5±0,5 (39,0±1,0)	16,5±0,5	25,5±0,5	29,5±0,5	13,5±0,5	0	резкий, кислый, с крупинками	3
5	Малина	7	13,5±0,5	22,5±0,5	19,0±1,0	22,5±0,5	17,5±0,5 (33,5±0,5)	18,5±0,5	28,0±1,0 (29,5±1,0)	31,0±1,0	12,5±0,5	13,5±0,5	слабо-резкий, сладкий, с крупинками, избыток малины	3
6	Контроль	1	12,5±0,5	21,5±0,5	19,5±0,5	16,5±0,5	15,5±0,5 (31,0±1,0)	16,5±0,5	21,5±0,5 (24,0±1,0)	31,0±1,0	0	12,5±0,5	приятный, кисло-сладкий, нежный, вкус сыворотки, дрожжевого привкуса нет	5
Примечание: в скобках представлены зоны частичного подавления роста <i>C. albicans</i> ; * – диаметр зон задержки роста <i>A. niger</i> .														

Таблица 3 – Влияние различных видов молока на антагонизм симбиотических напитков, приготовленных с использованием и без использования дрожжей

№	Варианты добавок	Содержание добавки, %	Наличие дрожжей в закваске	Зоны подавления роста тест-культур, мм									Органолептические показатели			
				<i>E. coli</i>	<i>M. citreum</i>	<i>Sar. flava</i>	<i>S. enterica</i> Serotype Dublin	<i>Candida albicans</i> K13	<i>Candida albicans</i> B514	<i>Candida sp.</i> KNT-2	<i>A. niger</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Penicillium sp. 4</i>	Вкус и запах	Оценочный балл	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Контроль	-	без дрожжей	13,5±0,5	18,5±1,5	15,0±1,0	25,5±0,5	29,5±1,5	22,5±0,5	32,5±2,5	0	25,0±1,0	0		приятный, сладкий, нежный	5
			с дрожжами	15,5±0,5	19,5±1,0	20,5±0,5	19,5±0,5	29,0±1,0	31,0±1,0	34,0±1,0	15,5±0,5	23,5±0,5	23,5±0,5			кисловатый, резкий, дрожжевой
2	пшено малина кобылье молоко	1 5 20	без дрожжей	15,5±0,5	17,0±1,0	17,5±0,5	28,5±0,5	23,5±0,5	19,0±1,0	31,5±1,5	0	24,0±1,0	0		приятный, не кислый и несладкий, нежный	5
			с дрожжами	12,5±0,5	23,0±1,0	21,5±0,5	20,0±1,0	23,5±1,5	29,0±1,0	25,5±0,5	19,0±1,0	12,5±0,5	19,0±1,0	19,0±1,0		приятный, ферментированный
3	пшено малина верблюжье молоко	1 5 20	без дрожжей	17,5±0,5	16,5±0,5	17,5±0,5	29,5±0,5	22,5±0,5	16,5±0,5	23,0±2,0	0	22,5±0,5	0		приятный, нежно кисловатый и сладкий нежный	5
			с дрожжами	14,5±0,5	22,0±1,0	23,5±0,5	21,0±1,0	26,5±0,5	29,5±0,5	29,5±0,5	12,5±0,5	24,0±1,0	24,0±1,0		кислее чем кобылье	4
4	пшено малина коровье молоко	1 5 20	без дрожжей	15,5±0,5	19,0±1,0	16,5±1,5	26,5±0,5	21,0±1,0	21,0±1,0	34,0±1,0	0	21,5±1,5	0		приятный, творожный вкус, вкус сыворожки с крупинками	5
			с дрожжами	17,5±0,5	21,5±1,5	19,5±0,5	17,5±0,5	19,0±1,0	21,0±1,0	32,5±0,5	13,0±2,0	21,5±3,5	21,5±3,5		кислее чем кобылье	2

Продолжение таблицы 3

№	Варианты добавок	Содержание добавки, %	Наличие дрожжей в закваске	Зоны подавления роста тест-культур, мм										Органолептические показатели	
				<i>E. coli</i>	<i>M. citreum</i>	<i>Sar. flava</i>	<i>S. enterica</i> Serotype Dublin	<i>Candida albicans</i> K13	<i>Candida albicans</i> B514	<i>Candida sp.</i> KNT-2	<i>A. niger</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Penicillium sp. 4</i>	Вкус и запах	Оценочный балл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	пшено малина	1 5	без дрожжей	12,5±0,5	18,5±0,5	15,5±0,5	30,5±0,5	21,0±1,0	19,0±1,0	34,5±0,5	0	22,5±0,5	13,5±0,5	приятный, нежный, сладкий	5
			с дрожжами	14,5±0,5	24,5±0,5	19,5±0,5	18,5±0,5	21,5±0,5	25,0±1,0	25,5±0,5	12,5±0,5	24,0±1,0	24,0±1,0		
6	Кардамон пшено	0,1 5	без дрожжей	14,5±0,5	19,5±0,5	16,5±0,5	32,5±0,5	19,5±0,5	19,0±1,0	26,0±1,0	0	19,5±0,5	12,5±0,5	сладкий, нежный, вкус сыворотки	5
			с дрожжами	12,5±0,5	21,5±0,5	20,5±0,5	15,5±0,5	23,5±0,5	24,5±0,5	24,5±0,5	12,5±0,5	19,0±1,0	19,0±1,0		
7	Кардамон малина	0,1 5	без дрожжей	12,5±0,5	18,5±1,5	18,5±0,5	28,5±0,5	23,0±1,0	19,0±1,0	28,5±0,5	0	20,5±0,5	0	малина повышает кислотность	5
			с дрожжами	16,5±0,5	23,0±1,0	20,0±1,0	19,5±0,5	24,5±0,5	25,0±1,0	26,5±0,5	12,5±0,5	24,0±1,0	24,0±1,0		
8	куркума	0,1	без дрожжей	12,5±0,5	22,5±0,5	15,5±0,5	30,5±0,5	24,0±1,0	16,5±0,5	23,0±1,5	0	21,0±1,0	0	резкий, кислый	2
			с дрожжами	17,0±1,0	19,5±0,5	18,5±0,5	15,0±0,5	19,5±0,5	25,0±1,0	24,0±1,0	12,5±0,5	19,0±1,0	19,0±1,0		

Напиток имеет приятный, нежный кисло-молочный вкус, способствует подавлению роста условно-патогенных бактериальных и грибковых микроорганизмов. Для направленного подавления сальмонеллы может быть использован вариант напитка с закваской, не включающей дрожжи *K. marxianus* 4МА.

Заключение

Широкое распространение дисбиозов, частота которых имеет устойчивую тенденцию к росту во всем мире, в том числе в Казахстане, является одной из острейших проблем медицины, приводящей как к снижению сопротивляемости организма инфекциям, так и к развитию ряда сопутствующих заболеваний. В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка микробиологических средств защиты с использованием представителей полезной микрофлоры, в частности молочнокислых микроорганизмов. В настоящей работе была поставлена цель создания нового синбиотического кисло-молочного напитка на основе молочной сыворотки, который мог бы быть использован, как в качестве столового напитка общего назначения, так и для профилактики бактериально-грибковых инфекций желудочно-кишечного тракта.

В результате исследования установлено, что выбранные растительные добавки влияют на антагонистическую активность кисло-молочного продукта и его органолептические показатели. Для создания профилактического напитка

общего употребления особую важность имеют органолептические показатели, поэтому были отобраны добавки пшена и малины, способствующие получению напитка с наиболее гармоничным вкусом. Было продемонстрировано влияние присутствия дрожжей в составе закваски на антагонистическую активность напитка, которое, тем не менее, было не однозначным, в зависимости от тестового микроорганизма. Хорошие результаты показала добавка 1/5 части кобыльего молока к молочной сыворотке. Отобран наилучший вариант синбиотического напитка с пшеничными отрубями на основе молочной сыворотки – с добавлением малины, пшена и кобыльего молока. Кисло-молочный напиток имел приятный, нежный, в меру сладкий вкус. Полученный кисло-молочный напиток будет полезен для профилактики желудочно-кишечного тракта от бактериально-грибковых инфекций, а также будет использован в качестве столовых напитков общего назначения. Область применения – пищевая промышленность.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан по проекту AP05132352.

Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликтов интересов.

Литература

- 1 Özer B.H., Kirmaci H.A. Functional milks and dairy beverages // Dairy Technology. – 2010. – Vol. 6(1). – P. 1-15.
- 2 Hoppe C., Mølgaard C., Michaelsen K.F. Cow's milk and linear growth in industrialized and developing countries // Annu. Rev. Nutr. – 2006. – Vol. 26. – P. 131-173.
- 3 Malla M.A., Dubey A., Kumar A. Exploring the human microbiome: The potential future role of next-generation sequencing in disease diagnosis and treatment // Front Immunol. – 2019. Vol. 9:2868.
- 4 Ardatskaya M.D., Bel'mer S.V., Dobritsa V.P. Dysbiosis (dysbacteriosis) of the intestine: modern condition of the problem, complex diagnosis and therapeutic correction // Exp Clin Gastroenterol. – 2015. Vol. 117. – P. 13-50.
- 5 Falony G., Joossens M., Viera-Silva S. Population-level analysis of gut microbiome variation // Science. Vol. 352. – P. 560-564.
- 6 Zhernakova A., Kurilshikov A., Bonder M. Population-based metagenomics analysis reveals markers for gut microbiome composition and diversity // Science. – 2016. Vol. 352. – P. 565-569.
- 7 Proal A.D., Lindseth I.A., Marshall T.G. Microbe-microbe and host-microbe interactions drive microbiome dysbiosis and inflammatory processes // Discovery Med. – 2017. Vol. 23. – P. 51-60.
- 8 D'Argenio V. Human microbiome acquisition and bioinformatic challenges in metagenomic studies // Int J Mol Sci. – 2018. Vol. 19. – P. 383.
- 9 Conlon M.A., Bird A.R. The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health // Nutrients. – 2014. Vol. 7. – P. 17-44.
- 10 Derrien M., Vlieg J.E. Fate, activity, and impact of ingested bacteria within the human gut microbiota // Trends Microbiol. – 2015. Vol. 23. – P. 354-366.

- 11 Mayer E.A., Tillisch K., Gupta A. Gut/brain axis and the microbiota // *J. Clin. Investig.* – 2015. Vol. 125. – P. 926–938.
- 12 Carabotti M., Scirocco A., Maselli M.A. The gut-brain axis: Interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems // *Ann Gastroenterol Q Publ Hell Soc Gastroenterol.* – 2015. Vol. 28. – P. 203–209.
- 13 Fung T.C., Olson C.A., Hsiao E.Y. Interactions between the microbiota, immune and nervous systems in health and disease // *Nat Neurosci* 20. – 2017. – P. 145–155.
- 14 Powell N., Walker M.M., Talley N.J. The mucosal immune system: Master regulator of bidirectional gut-brain communications // *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* – 2017. Vol. 14. – P. 143–159.
- 15 Shenderov B.A., Sinitsa A.V., Zakharchenko M.M. Metabiotics: Yesterday, today, tomorrow (in Rus) // *St. Petersburg: OOO “Kraft”,* 80. – 2017.
- 16 de Castro F.P., Cunha T.M., Ogliari P.J., Teófilo R.F., Ferreira M.M.C., Prudêncio E.S. Influence of different content of cheese whey and oligofructose on the properties of fermented lactic beverages: Study using response surface methodology // *Lebensm. Wiss. Technol.* – 2009. Vol. 42. – P. 993-997.
- 17 Bulatović M.L., Rakin M.B., Mojović L.V., Nikolić S.B., Vukašinović Sekulić M.S., Đukić Vuković A.P. Improvement of production performance of functional fermented whey-based beverage // *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* – 2014. Vol. 20. – P. 1-8.
- 18 Kar T., Misra A.K. Therapeutic properties of whey used as fermented drink // *Rev. Microbiol.* – 1999. Vol. 30. – P. 163-169.
- 19 Hernandez-Mendoza A., Robles V.J., Angulo J.O., De La Cruz J., Garcia H.S. Preparation of a whey-based probiotic product with *Lactobacillus reuteri* and *Bifidobacterium bifidum* // *Food Technol. Biotechnol.* – 2007. Vol. 45. – P. 27-31.
- 20 Shah N.P. Functional cultures and health benefits // *Int. Dairy J.* – 2007. Vol. 17. – P. 1262-1277.
- 21 Pescuma M., Hébert E.M., Mozzi F., Font de Valdez G. Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content // *Food Microbiol.* – 2008. Vol. 25. – P. 442-451.
- 22 Chavan R.S., Shraddha R.C., Kumar A., T. Nalawade. Whey based beverage: Its functionality, formulations, health benefits and applications. *J. Food Process. Technol.* – 2015. Vol. 10. – P. 1-8.
- 23 Hurtado-Romero A., Del Toro-Barbosa M., Garcia-Amezquita L.E., García-Cayuela T. Innovative technologies for the production of food ingredients with prebiotic potential: Modifications, applications, and validation methods // *Trends in Food Science & Technology.* – 2020. – Vol. 104. – P. 117-131.
- 24 Peredo-Lovillo A., Romero-Luna H.E., Jiménez-Fernández M. Health promoting microbial metabolites produced by gut microbiota after prebiotics metabolism // *Food Research International* – 2020. – Vol. 136. – 109473. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109473
- 25 Shah B.R., Li B., Al Sabbah H., Xu W., Mráz J. Effects of prebiotic dietary fibers and probiotics on human health: With special focus on recent advancement in their encapsulated formulations // *Trends in Food Science & Technology.* – 2020. – Vol. 102. – P. 178-192.
- 26 De Paulo Farias D., de Araujo F.F., Neri-Numal A., Pastore G.M. Prebiotics: Trends in food, health and technological applications // *J Food Sci Technol.* – 2019. – Vol. 93. – P. 23-35. doi: 10.1016/j.tifs.2019.09.004
- 27 Anderson J.W., Baird P., Davis R.H., Ferreri S., Knudtson M., Koraym A., Waters V.W., Williams C.L. Health benefits of dietary fiber // *Nutr Rev.* – 2009. – Vol. 67 (4). – P.188-205. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
- 28 Ótles S., Ozgöz S. Health effects of dietary fiber. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 2014; 13(2):191-202. doi: 10.17306/J.AFS.2014.2.8
- 29 Notay M., Foolad N., Vaughn A.R., Sivamani R.K. Probiotics, prebiotics, and synbiotics for the treatment and prevention of adult dermatological diseases // *Am J Clin Dermatol.* – 2017. – Vol. 18. – P. 721-732. doi: 10.1007/s40257-017-0300-2
- 30 Tian X., Pi Y., Liu X.L., Chen H., Chen W.Q. Supplemented use of pre-, pro-, and synbiotics in severe acute pancreatitis: An updated systematic review and meta-analysis of 13 randomized controlled trials // *Front. Pharmacol.* – 2018. – Vol. 9. – P. 1-13. doi: 10.3389/fphar.2018.00690
- 31 Davison K.M., Temple N.J. Cereal fiber, fruit fiber, and type 2 diabetes: Explaining the paradox // *J Diabetes Complicat.* – 2018. – Vol. 32(2). – P. 240-245. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2017.11.002
- 32 Asto E., Mendez I., Audivert S., Farran-Codina A., Espadaler J. The efficacy of probiotics, prebiotic inulin-type fructans, and synbiotics in human ulcerative colitis: A systematic review and meta-analysis // *Nutrients.* – 2019. – Vol. 11. – P. 293. doi: 10.3390/nu11020293.
- 33 Higuchi M. Antioxidant Properties of Wheat Bran against Oxidative Stress. In: *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health. Benefits, risks and mechanisms of whole grains in health promotion* // Academic Press. – 2014. – P.181-199. doi: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00015-5
- 34 Mendis M., Leclerc E., Simsek S. Arabinoxylans, gut microbiota and immunity // *Carbohydr Polym.* – 2016. – Vol. 139(30). – P.159-166. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.11.068
- 35 Lei Liu K.M., Winter L.S., Carol M., David N. Leach wheat bran lipophilic compounds with In Vitro anticancer effects // *Food Chem.* – 2012. – Vol. 130(1). – P. 156-164. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.07.023
- 36 Sang S., Zhu Y. Chapter. 10-Bioactive Phytochemicals in Wheat Bran for Colon Cancer Prevention. In: *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health Benefits, Risks and Mechanisms of Whole Grains in Health Promotion* // Academic Press. – 2014. – P. 121-129. doi: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00010-6
- 37 Айтжанова А.А., Олейникова Е.А., Саубенова М.Г., Даугалиева С.Т., Бержанова Р.Ж. Отбор антагонистически активных штаммов молочнокислых бактерий из молока различных видов животных // *Вестник КазНУ. Сер. биологическая.* – 2020. – №2 (83). – С. 77-89.
- 38 Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
- 39 Племенков В.В., Тевс О.А. Медико-биологические свойства и перспективы терпеноидов (изопреноидов) // *Химия растительного сырья.* – 2014. – №4. – С. 5-20

- 40 Behuria H.G., Sahu S.K. An Anti-microbial Terpenoid Fraction from *Gymnema sylvestre* Induces Flip-flop of Fluorescent-Phospholipid Analogs in Model Membrane // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. – 2020. DOI: 10.1007/s12010-020-03399-3
- 41 Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И., Немзер Б.В. Антиоксидантная активность специй и их влияние на здоровье человека // *Сорбционные и хроматографические процессы*. – 2017. – Т.17, №6. – С. 954-969.
- 42 Gomaа А.А., Makboul R.M., El-Mokhtar M.A., Abdel-Rahman E.A., Ahmed I.A., Nicola M.A. Terpenoid-rich *Elettaria cardamomum* extract prevents Alzheimer-like alterations induced in diabetic rats via inhibition of GSK3 β activity, oxidative stress and pro-inflammatory cytokines // *Cytokine*. – 2019. – Vol. 113. – P. 405-416.
- 43 Ashokkumar K., Murugan M., Dhanya M.K., Warkentin T.D. Botany, traditional uses, phytochemistry and biological activities of cardamom [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton] – A critical review // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2020. – Vol. 246. – Art. No. 112244. DOI: 10.1016/j.jep.2019.112244
- 44 Kandikattu H.K., Rachitha P., Jayashree G.V., Krupashree K., Sukhith M., Majid A., Amruta N., Khanum F. Anti-inflammatory and anti-oxidant effects of Cardamom (*Elettaria repens* (Sonn.) Baill) and its phytochemical analysis by 4D GCXGC TOF-MS // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. – 2017. – Vol. 91. – P. 191-201.
- 45 Souissi M., Azelmat J., Chaieb K., Grenier D. Antibacterial and anti-inflammatory activities of cardamom (*Elettaria cardamomum*) extracts: Potential therapeutic benefits for periodontal infections // *Anaerobe*. – 2020. – Vol. 61. – Art. No. 102089. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2019.102089
- 46 Peeyush kumar, Ramteke P.W., Pandey A.C., Pandey H. Evaluation of antifungal activity of blended cinnamon oil and usnic acid nanoemulsion using candidiasis and dermatophytosis models // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. – 2019. – Vol. 18. – Art. No. 101062. DOI: 10.1016/j.bcab.2019.101062
- 47 El amrani S., El Ouali Lalami A., Ez zoubi Y., Moukhafi K., Bouslamti R., Lairini S. Evaluation of antibacterial and antioxidant effects of cinnamon and clove essential oils from Madagascar // *Materials Today Proceedings*. – 2019. – Vol. 13, Part 3. – P. 762-770.
- 48 Paudel S.K., Bhargava K., Kotturi H. Antimicrobial activity of cinnamon oil nanoemulsion against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. on melons // *LWT*. – 2019. – Vol. 111. – P. 682-687.
- 49 Muhialdin B.J., Kadum H., Fathallah S., Hussin A.S.M. Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of chicken meat // *LWT*. – 2020. – Vol. 132. – Art. No. 109897. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109897>
- 50 Faria T.R.B., Furletti-Goes V.F., Franzini C.M., Aparecidade Aro A., Andrade T.A.M., Sartoratto A., Menezes C.C. Anti-inflammatory and antimicrobial effects of *Zingiber officinale* mouthwash on patients with fixed orthodontic appliances // *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. – 2020. DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.10.025
- 51 Nieto G., Ros G., Castillo J. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review // *Medicines (Basel)*. – 2018. – Vol. 5(3). – P. 98. DOI: 10.3390/medicines5030098
- 52 Esmael A., Hassan M.G., Amer M.M., Abdelrahman S., Hamed A.M., Abd-raboh H.A., Foda M.F. Antimicrobial activity of certain natural-based plant oils against the antibiotic-resistant acne bacteria // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 2020. – Vol. 27, Issue 1. – P. 448-455.
- 53 Ceylan Z., Meral R., Kose S., Sengor G., Akinay Y., Durmus M., Ucar Y. Characterized nano-size curcumin and rosemary oil for the limitation microbial spoilage of rainbow trout fillets // *LWT*. – 2020. – Vol. 134. – Art. No. 109965. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109965>
- 54 Никитина В.С., Кузьмина Л.Ю., Мелентьев А.И., Шендель Г.В. Антибактериальная активность полифенольных соединений, выделенных из растений семейств Geraniaceae и Rosaceae // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2007. – Т. 43(6). – С. 705-712.
- 55 Markiewicz-Kęszycka M., Wójtowski J., Kuczyńska B., Puppel K., Czyżak-Runowska G., Bagnicka E., Strzałkowska N., Józwick A., Krzyżewski J. Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk, *International Dairy Journal*, 2013, vol. 31, pp. 62-64.
- 56 Konuspayeva G., Serikbayeva A., Loiseau G., Narmuratova M., Faye B. Lactoferrin of camel milk of Kazakhstan // *Desertification combat and food safety: the added value of camel producers: proceedings of the NATO advanced research workshop, 19-21 April 2004, Ashgabat, Turkmenistan*. – Amsterdam: IOS Press, 2015. – P. 158-167.
- 57 Izadi A., Khedmat L., Mojtahedi S.Y. Nutritional and therapeutic perspectives of camel milk and its protein hydrolysates: A review on versatile biofunctional properties // *Journal of Functional Foods*. – 2019. – Vol. 60. – Art. No. 103441. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103441
- 58 Kushugulova A., Kozhakhmetov S., Sattybayeva R., Nurgozhina A., Ziyat A., Yadav H., Marotta F. Mare's milk as a prospective functional product // *Functional Foods in Health and Disease*. – 2018. – Vol. 8(11). – P. 548-554.

References

- 1 Özer B.H., Kirmaci H.A. Functional milks and dairy beverages // *Dairy Technology*. – 2010. – Vol. 6(1). – P. 1-15.
- 2 Hoppe C., Mølgaard C., Michaelsen K.F. Cow's milk and linear growth in industrialized and developing countries // *Annu. Rev. Nutr.* – 2006. – Vol. 26. – P. 131-173.
- 3 Malla M.A., Dubey A., Kumar A. Exploring the human microbiome: The potential future role of next-generation sequencing in disease diagnosis and treatment // *Front Immunol*. – 2019. Vol. 9:2868.
- 4 Ardatskaya M.D., Bel'mer S.V., Dobritsa V.P. Dysbiosis (dysbacteriosis) of the intestine: modern condition of the problem, complex diagnosis and therapeutic correction // *Exp Clin Gastroenterol*. – 2015. Vol. 117. – P. 13-50.
- 5 Falony G., Joossens M., Viera-Silva S. Population-level analysis of gut microbiome variation // *Science*. Vol. 352. – P. 560-564.

- 6 Zhernakova A., Kurilshikov A., Bonder M. Population-based metagenomics analysis reveals markers for gut microbiome composition and diversity // *Science*. – 2016. Vol. 352. – P. 565–569.
- 7 Proal A.D., Lindseth I.A., Marshall T.G. Microbe-microbe and host-microbe interactions drive microbiome dysbiosis and inflammatory processes // *Discovery Med.* – 2017. Vol. 23. – P. 51–60.
- 8 D'Argenio V. Human microbiome acquisition and bioinformatic challenges in metagenomic studies // *Int J Mol Sci.* – 2018. Vol. 19. – P. 383.
- 9 Conlon M.A., Bird A.R. The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health // *Nutrients*. – 2014. Vol. 7. – P. 17–44.
- 10 Derrien M., Vlieg J.E. Fate, activity, and impact of ingested bacteria within the human gut microbiota // *Trends Microbiol.* – 2015. Vol. 23. – P. 354–366.
- 11 Mayer E.A., Tillisch K., Gupta A. Gut/brain axis and the microbiota // *J. Clin. Investig.* – 2015. Vol. 125. – P. 926–938.
- 12 Carabotti M., Scirocco A., Maselli M.A. The gut-brain axis: Interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems // *Ann Gastroenterol Q Publ Hell Soc Gastroenterol.* – 2015. Vol. 28. – P. 203–209.
- 13 Fung T.C., Olson C.A., Hsiao E.Y. Interactions between the microbiota, immune and nervous systems in health and disease // *Nat Neurosci* 20. – 2017. – P. 145–155.
- 14 Powell N., Walker M.M., Talley N.J. The mucosal immune system: Master regulator of bidirectional gut-brain communications // *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* – 2017. Vol. 14. – P. 143–159.
- 15 Shenderov B.A., Sinitsa A.V., Zakharchenko M.M. Metabiotics: Yesterday, today, tomorrow (in Rus) // *St. Petersburg: OOO "Kraft"*, 80. – 2017.
- 16 de Castro F.P., Cunha T.M., Ogliari P.J., Teófilo R.F., Ferreira M.M.C., Prudêncio E.S. Influence of different content of cheese whey and oligofructose on the properties of fermented lactic beverages: Study using response surface methodology // *Lebensm. Wiss. Technol.* – 2009. Vol. 42. – P. 993–997.
- 17 Bulatović M.L., Rakin M.B., Mojović L.V., Nikolić S.B., Vukašinović Sekulić M.S., Đukić Vuković A.P. Improvement of production performance of functional fermented whey-based beverage // *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* – 2014. Vol. 20. – P. 1–8.
- 18 Kar T., Misra A.K. Therapeutic properties of whey used as fermented drink // *Rev. Microbiol.* – 1999. Vol. 30. – P. 163–169.
- 19 Hernandez-Mendoza A., Robles V.J., Angulo J.O., De La Cruz J., Garcia H.S. Preparation of a whey-based probiotic product with *Lactobacillus reuteri* and *Bifidobacterium bifidum* // *Food Technol. Biotechnol.* – 2007. Vol. 45. – P. 27–31.
- 20 Shah N.P. Functional cultures and health benefits // *Int. Dairy J.* – 2007. Vol. 17. – P. 1262–1277.
- 21 Pescuma M., Hébert E.M., Mozzi F., Font de Valdez G. Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content // *Food Microbiol.* – 2008. Vol. 25. – P. 442–451.
- 22 Chavan R.S., Shraddha R.C., Kumar A., T. Nalawade. Whey based beverage: Its functionality, formulations, health benefits and applications. *J. Food Process. Technol.* – 2015. Vol. 10. – P. 1–8.
- 23 Hurtado-Romero A., Del Toro-Barbosa M., Garcia-Amezquita L.E., García-Cayuela T. Innovative technologies for the production of food ingredients with prebiotic potential: Modifications, applications, and validation methods // *Trends in Food Science & Technology*. – 2020. – Vol. 104. – P. 117–131.
- 24 Peredo-Lovillo A., Romero-Luna H.E., Jiménez-Fernández M. Health promoting microbial metabolites produced by gut microbiota after prebiotics metabolism // *Food Research International* – 2020. – Vol. 136. – 109473. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109473
- 25 Shah B.R., Li B., Al Sabbah H., Xu W., Mráz J. Effects of prebiotic dietary fibers and probiotics on human health: With special focus on recent advancement in their encapsulated formulations // *Trends in Food Science & Technology*. – 2020. – Vol. 102. – P. 178–192.
- 26 De Paulo Farias D., de Araujo F.F., Neri-Numal A., Pastore G.M. Prebiotics: Trends in food, health and technological applications // *J Food Sci Technol.* – 2019. – Vol. 93. – P. 23–35. doi: 10.1016/j.tifs.2019.09.004
- 27 Anderson J.W., Baird P., Davis R.H., Ferreri S., Knudtson M., Koraym A., Waters V.W., Williams C.L. Health benefits of dietary fiber // *Nutr Rev.* – 2009. – Vol. 67 (4). – P.188–205. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
- 28 Ötles S., Ozgöz S. Health effects of dietary fiber. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 2014; 13(2):191–202. doi: 10.17306/J.AFS.2014.2.8
- 29 Notay M., Foolad N., Vaughn A.R., Sivamani R.K. Probiotics, prebiotics, and synbiotics for the treatment and prevention of adult dermatological diseases // *Am J Clin Dermatol.* – 2017. – Vol. 18. – P. 721–732. doi: 10.1007/s40257-017-0300-2
- 30 Tian X., Pi Y., Liu X.L., Chen H., Chen W.Q. Supplemented use of pre-, pro-, and synbiotics in severe acute pancreatitis: An updated systematic review and meta-analysis of 13 randomized controlled trials // *Front. Pharmacol.* – 2018. – Vol. 9. – P. 1–13. doi: 10.3389/fphar.2018.00690
- 31 Davison K.M., Temple N.J. Cereal fiber, fruit fiber, and type 2 diabetes: Explaining the paradox // *J Diabetes Complicat.* – 2018. – Vol. 32(2). – P. 240–245. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2017.11.002
- 32 Asto E., Mendez I., Audivert S., Farran-Codina A., Espadaler J. The efficacy of probiotics, prebiotic inulin-type fructans, and synbiotics in human ulcerative colitis: A systematic review and meta-analysis // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11. – P. 293. doi: 10.3390/nu11020293.
- 33 Higuchi M. Antioxidant Properties of Wheat Bran against Oxidative Stress. In: *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health. Benefits, risks and mechanisms of whole grains in health promotion* // Academic Press. – 2014. – P.181–199. doi: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00015-5
- 34 Mendis M., Leclerc E., Simsek S. Arabinoxylans, gut microbiota and immunity // *Carbohydr Polym.* – 2016. – Vol. 139(30). – P.159–166. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.11.068
- 35 LeiLiu K.M., Winter L.S., Carol M., David N. Leach wheat bran lipophilic compounds with In Vitro anticancer effects // *Food Chem.* – 2012. – Vol. 130(1). – P. 156–164. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.07.023

- 36 Sang S., Zhu Y. Chapter. 10-Bioactive Phytochemicals in Wheat Bran for Colon Cancer Prevention. In: Wheat and Rice in Disease Prevention and Health Benefits, Risks and Mechanisms of Whole Grains in Health Promotion // Academic Press. – 2014. – P. 121-129.
doi: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00010-6
- 37 Aitzhanova A. A., Saubenova M. G., Munye J., Oleynikova E. A., Berzhanova R. J. (2019) Isolation of strains of microorganisms from Kazakh fermented milk products with antagonistic activity against yeast of the genus *Candida*. *VestnikKazNU. Ser. Biological.*, vol. 2 (79), pp. 54-63.
- 38 Glanc S. (1998) Medico-biological statistics. Per. from the English.- Moscow: Praktika., pp.459.
- 39 Plemenkov V.V., Tevs O.A. Medical and biological properties and prospects of terpenoids (isoprenoids) // Chemistry of plant raw materials. – 2014. – No. 4. – S. 5-20
- 40 Behuria H.G., Sahu S.K. An Anti-microbial Terpenoid Fraction from *Gymnema sylvestre* Induces Flip-flop of Fluorescent-Phospholipid Analogs in Model Membrane // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2020. DOI: 10.1007/s12010-020-03399-3
- 41 Yashin A.Ya., Vedenin A.N., Yashin Ya.I., Nemzer B.V. Antioxidant activity of spices and their impact on human health // Sorption and chromatographic processes. – 2017. – T.17, No. 6. – S. 954-969.
- 42 Gomaa A.A., Makboul R.M., El-Mokhtar M.A., Abdel-Rahman E.A., Ahmed I.A., Nicola M.A. Terpenoid-rich *Elettaria cardamomum* extract prevents Alzheimer-like alterations induced in diabetic rats via inhibition of GSK3 β activity, oxidative stress and pro-inflammatory cytokines // Cytokine. – 2019. – Vol. 113. – P. 405-416.
- 43 Ashokkumar K., Murugan M., Dhanya M.K., Warkentin T.D. Botany, traditional uses, phytochemistry and biological activities of cardamom [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton] – A critical review // Journal of Ethnopharmacology. – 2020. – Vol. 246. – Art. No. 112244. DOI: 10.1016/j.jep.2019.112244
- 44 Kandikattu H.K., Rachitha P., Jayashree G.V., Krupashree K., Sukhith M., Majid A., Amruta N., Khanum F. Anti-inflammatory and anti-oxidant effects of Cardamom (*Elettaria repens* (Sonn.) Baill) and its phytochemical analysis by 4D GCXGC TOF-MS // Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2017. – Vol. 91. – P. 191-201.
- 45 Souissi M., Azelmat J., Chaieb K., Grenier D. Antibacterial and anti-inflammatory activities of cardamom (*Elettaria cardamomum*) extracts: Potential therapeutic benefits for periodontal infections // Anaerobe. – 2020. – Vol. 61. – Art. No. 102089. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2019.102089
- 46 Peeyush kumar, Ramteke P.W., Pandey A.C., Pandey H. Evaluation of antifungal activity of blended cinnamon oil and usnic acid nanoemulsion using candidiasis and dermatophytosis models // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2019. – Vol. 18. – Art. No. 101062. DOI: 10.1016/j.bcab.2019.101062
- 47 El amrani S., El Ouali Lalami A., Ez zoubi Y., Moukhafi K., Bouslamti R., Lairini S. Evaluation of antibacterial and anti-oxidant effects of cinnamon and clove essential oils from Madagascar // Materials Today Proceedings. – 2019. – Vol. 13, Part 3. – P. 762-770.
- 48 Paudel S.K., Bhargava K., Kotturi H. Antimicrobial activity of cinnamon oil nanoemulsion against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. on melons // LWT. – 2019. – Vol. 111. – P. 682-687.
- 49 Muhialdin B.J., Kadum H., Fathallah S., Hussin A.S.M. Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of chicken meat // LWT. – 2020. – Vol. 132. – Art. No. 109897. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109897>
- 50 Faria T.R.B., Furletti-Goes V.F., Franzini C.M., Aparecidade Aro A., Andrade T.A.M., Sartoratto A., Menezes C.C. Anti-inflammatory and antimicrobial effects of *Zingiber officinale* mouthwash on patients with fixed orthodontic appliances // American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. – 2020. DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.10.025
- 51 Nieto G., Ros G., Castillo J. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review // Medicines (Basel). – 2018. – Vol. 5(3). – P. 98. DOI: 10.3390/medicines5030098
- 52 Esmael A., Hassan M.G., Amer M.M., Abdelrahman S., Hamed A.M., Abd-raboh H.A., Foda M.F. Antimicrobial activity of certain natural-based plant oils against the antibiotic-resistant acne bacteria // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2020. – Vol. 27, Issue 1. – P. 448-455.
- 53 Ceylan Z., Meral R., Kose S., Sengor G., Akinay Y., Durmus M., Ucar Y. Characterized nano-size curcumin and rosemary oil for the limitation microbial spoilage of rainbow trout fillets // LWT. – 2020. – Vol. 134. – Art. No. 109965. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109965>
- 54 Nikitina V.S., Kuzmina L.Yu., Melentiev A.I., Shendel G.V. Antibacterial activity of polyphenol compounds isolated from plants of the Geraniaceae and Rosaceae families // Applied biochemistry and microbiology. – 2007. – T. 43 (6). – S. 705-712
- 55 Markiewicz-Kęszycka M., Wójtowski J., Kuczyńska B., Puppel K., Czyżak-Runowska G., Bagnicka E., Strzałkowska N., Jóźwik A., Krzyżewski J. Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk, *International Dairy Journal*, 2013, vol. 31, pp. 62-64.
- 56 Konuspayeva G., Serikbayeva A., Loiseau G., Narmuratova M., Faye B. Lactoferrin of camel milk of Kazakhstan // Desertification combat and food safety: the added value of camel producers: proceedings of the NATO advanced research workshop, 19-21 April 2004, Ashgabat, Turkmenistan. – Amsterdam: IOS Press, 2015. – P. 158-167.
- 57 Izadi A., Khedmat L., Mojtahedi S.Y. Nutritional and therapeutic perspectives of camel milk and its protein hydrolysates: A review on versatile biofunctional properties // Journal of Functional Foods. – 2019. – Vol. 60. – Art. No. 103441. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103441
- 58 Kushugulova A., Kozhakhmetov S., Sattybayeva R., Nurgozhina A., Ziyat A., Yadav H., Marotta F. Mare's milk as a prospective functional product // Functional Foods in Health and Disease. – 2018. – Vol. 8(11). – P. 548-554.

Х.С. Сарсембаев^{1,2}, Ю.А. Синявский^{2*}, Ы.С. Ибраимов²

¹Алматинский Технологический Университет, Казахстан, г. Алматы

²ТОО “Казахская Академия Питания”, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: sinyavskiy@list.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХОГО КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Базируясь на высокой пищевой и биологической ценности кобыльего молока, уникальности его белкового, жирового, витаминного и минерального составов, в статье излагаются сведения по химическому составу сухого кобыльего молока, полученного методом сублимационной сушки. На основе сухого кобыльего молока разработана рецептура на спортивное питание, включающая дополнительные сырьевые источники, повышающие не только биологическую ценность продукта, но и придающие ему направленные медико-биологические свойства (сухие культуры молочнокислых бактерий и бифидобактерий, сухие ягоды облепихи, пребиотик-инулин, витамины-антиоксиданты, полисахарид-фукоидан, сухие зародыши пшеницы, сухие сливки). Продукт имел высокую пищевую и биологическую ценность и хорошие органолептические показатели.

На модели плавания была дана оценка эффективности продукта на крысах линии Wistar, получавших ежедневно в течение 35 дней дополнительно к основному полусинтетическому рациону питания по 10 г специализированного продукта.

Потребление животными в течение 35 дней специализированного продукта спортивного питания способствовало повышению выносливости и работоспособности крыс при плавании с грузом. По сравнению с исходными данными, время плавания животных опытной группы увеличилось в 3,0 раза, тогда как время плавания в контрольной группе превышало исходные значения только в 1,5 раза.

После 35-дневного приема продукта на фоне плавательной нагрузки была отмечена положительная динамика в изменении показателей системы ПОЛ-АОЗ – снижение в мембранах эритроцитов уровня малонового диальдегида и диеновых конъюгатов на 35,0 и 41,4% соответственно, по сравнению с контрольными животными. Аналогичная зависимость была выявлена для митохондриальной фракции скелетных мышц. Полученные изменения свидетельствуют о благоприятном влиянии продукта на выносливость, работоспособность и состояние системы антиоксидантной защиты, а также энергетический обмен лабораторных животных.

Ключевые слова: кобылье молоко, спортивное питание, плавание, антиоксидантный статус.

Kh.S. Sarsembayev^{1,2}, Yu.A. Sinyavskiy^{2*}, Y.S. Ibraimov²

¹Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty

²Kazakh Academy of Nutrition, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: sinyavskiy@list.ru

Use of powdered mare's milk in the production of specialized sports nutrition products

Based on the high nutritional and biological value of mare's milk, the uniqueness of its protein, fat, vitamin and mineral compositions, the article provides information on the chemical composition of dry mare's milk obtained by freeze-drying. On the basis of dry mare's milk, a recipe for sports nutrition has been developed, including additional raw materials that increase not only the biological value of the product, but also give it targeted medico-biological properties. antioxidants, polysaccharide-fucoidan, dry wheat germ, dry cream). The product had a high nutritional and biological value and good organoleptic characteristics.

On a swimming model, the effectiveness of the product was assessed on Wistar rats, who received 10 g of a specialized product in addition to the main semi-synthetic diet daily for 35 days.

The consumption of a specialized sports nutrition product by animals for 35 days increased the endurance and performance of rats when swimming with a load. Compared with the initial data, the swimming time of the animals in the experimental group increased 3.0 times, while the swimming time in the control group exceeded the initial values only 1.5 times.

After a 35-day intake of the product against the background of a swimming load, a positive dynamics was noted in the change in the parameters of the LPO-AOD system – a decrease in the level of malondialdehyde and diene conjugates in the membranes of erythrocytes by 35.0 and 41.4%, respectively, compared with control animals. A similar relationship was found for the mitochondrial fraction of skeletal muscles. The obtained changes indicate a favorable effect of the product on endurance, performance and the state of the antioxidant defense system, as well as the energy metabolism of laboratory animals.

Key words: mare's milk, sports nutrition, swimming, antioxidant status.

Х.С. Сарсембаев^{1,2}, Ю.А. Синявский² *, Ы.С. Ибраимов²

¹Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²Қазақ тағамтану академиясы, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: sinyavskiy@list.ru

Мамандандырылған спорттық тамақтану өнімдерін өндіруде бие сүтінің ұнтағын пайдалану

Бие сүтінің жоғары тағамдық және биологиялық құндылығына, ақуыз, май, дәрумендік және минералды құрамдарының ерекшелігіне сүйене отырып, мақалада құрғақ бие сүтінің мұздату-кептіру нәтижесінде алынған химиялық құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Құрғақ бие сүті негізінде спорттық тамақтанудың рецепті жасалды, оның құрамына өнімнің биологиялық құндылығын арттырып қана қоймай, сонымен қатар мақсатты медициналық-биологиялық қасиеттер береді. Сүт қышқылы мен бифидобактерия бактерияларының құрғақ дақылдары, құрғақ теңіз шырғаны жидектері, пребиотик – инулин, витаминдер – антиоксиданттар, полисахарид-фукоидан, бидайдың құрғақ ұрығы, құрғақ крем).

Жүзу моделінде өнімнің тиімділігі Wistar егеуқұйрықтарында бағаланды, олар 35 күн ішінде күнделікті негізгі жартылай синтетикалық диетадан басқа 10 г мамандандырылған өнімді алды.

35 күн ішінде жануарлардың спорттық тамақтанудың мамандандырылған өнімін тұтынуы жүктемемен жүзген кезде егеуқұйрықтардың төзімділігі мен өнімділігін арттырды. Бастапқы мәліметтермен салыстырғанда эксперименттік топтағы жануарлардың жүзу уақыты 3,0 есе өсті, ал бақылау тобындағы жүзу уақыты бастапқы мәндерден 1,5 есе ғана асып түсті.

Жүзу жүктемесі аясында өнімді 35 күндік қабылдаудан кейін LPO-AOD жүйесінің параметрлерінің өзгеруінің оң динамикасы байқалды – эритроциттер мембраналарында малондиальдегид пен диен конъюгаттар деңгейінің бақылау жануарларымен салыстырғанда сәйкесінше 35,0 және 41,4% төмендеуі. Ұқсас байланыс қаңқа бұлшықеттерінің митохондриялық фракциясы үшін де табылды. Алынған өзгерістер өнімнің төзімділікке, өнімділікке және антиоксидантты қорғаныс жүйесінің күйіне, сондай-ақ зертханалық жануарлардың энергия алмасуына қолайлы әсерін көрсетеді.

Түйін сөздер: бие сүті, спорттық тамақтану, жүзу, антиоксидантты күй.

Введение

На современном этапе, спорт и подготовка спортсменов высшей квалификации характеризуются высокими физическими и психологическими нагрузками, что обосновывает необходимость использования адаптивных средств, обеспечивающих высокие спортивные результаты [1,2]. Устойчивость организма спортсмена к стрессовым ситуациям существенно повышается при рациональном питании, обеспечивающем адекватное поступление энергии и биологически активных веществ. Адекватный рацион питания является важнейшим из составляющих достижения высоких спортивных результатов, тогда как неадекватное поступление нутриентов в организм спортсмена в условиях интенсивных физических и нервно-психических нагрузок чревато неблагоприятными последствиями не толь-

ко для спортивной формы, но и для здоровья спортсмена.

Одной из оптимальных стратегий восстановления спортсмена после состояния перенапряжения и физической нагрузки является использование специализированного питания, созданного с учетом современных достижений, а также роли отдельных алиментарных факторов в повышении адаптационных возможностей организма [3,4]. Продукты, предназначенные для питания спортсменов, должны не только снабжать организм необходимыми нутриентами, но и легко усваиваться, способствуя быстрому восстановлению энергии, затраченной во время тренировок и соревнований и в конечном итоге, улучшению спортивных достижений [5, 6].

В производстве отечественных специализированных продуктов питания актуальными являются подходы, или принципы использования

местных видов сырья с национальным содержанием, учитывающих этнические и национальные привычки и особенности питания. В данном аспекте особый интерес как сырье, представляет кобылье молоко, обладающее целебными свойствами, а также высокой пищевой и биологической ценностью. В кобыльем молоке содержится более 40 биологически активных ингредиентов, включая низкомолекулярные пептиды, свободные аминокислоты, лактоальбумины и лактоглобулины, витамины – А, С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, лизоцим, макро- и микроэлементы. Кобылье молоко характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и оказывает определенное иммуностимулирующее действие, за счет значительного содержания в нем γ -линоленовой кислоты семейства омега-6 [7-8].

Одним из главных факторов, обеспечивающих уникальность состава кобыльего молока, является высокий уровень лизоцима и низкомолекулярных пептидов. Среди факторов неспецифического иммунитета лизоцим играет важную роль, как один из главных антибактериальных протеинов молока [9,10].

Учитывая высокую пищевую и биологическую ценность кобыльего молока, нами разработаны продукты спортивного питания на основе сухого кобыльего молока. В эксперименте на животных дана оценка свойств продукта по биохимическим показателям в крови и тканях при физической нагрузке.

Материалы и методы исследования

В работе использованы физико-химические методы оценки сырья и готового продукта. Содержание жирных кислот оценивалось методом газовой хроматографии с использованием пламенно-ионизационного детектора и колонки DB-23 (60m, 0.25 mm, 0.25 мкм).

Экспериментальные исследования были выполнены на белых крысах-самцах линии Wistar с исходной массой тела 269-280г. Животные содержались в стандартных условиях вивария на полусинтетическом рационе питания со свободным доступом к пище и воде. Содержание животных и проведение экспериментов осуществлялось в соответствии с «Правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и научных целей» [7].

Крысы опытной группы на фоне полусинтетического рациона в течение 35 дней получали специализированный белковый продукт из рас-

чета 10 граммов в сутки на животное (45 ккал). Животные контрольной группы находились также на полусинтетическом рационе и дополнительно к корму ежедневно получали с водой раствор глюкозы эквивалентный калорийности специализированного продукта питания. Животные контрольной и опытной групп подвергались физической нагрузке – принудительному плаванию [8, 9]. Плавательный тест проводился каждые семь дней на протяжении 35-дневного экспериментального периода в одно и то же время суток, с грузом, составляющим 10% от массы тела животного. Ранее проведенные исследования касались оценки 21-дневного приема продукта спортивного питания и трехразовой плавательной нагрузки. Для усиления эффекта спецпродукта нами был удлинен срок эксперимента до 35 суток.

О работоспособности животных судили по времени плавания. По завершении последнего плавательного теста, через 35 дней, все животные выводились из эксперимента путем декапитации под легким эфирным наркозом. В сыворотке крови и гомогенатах бедренной мышцы определяли уровень молочной и пирувиноградной кислот [10]. Мембраны эритроцитов получали по методу Dodge J., et al. (1968) в модификации Казенова А.М. и др. (1984) [11, 12].

О состоянии процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в митохондриях бедренных мышц и мембранах эритроцитов судили по содержанию ТБК-активных продуктов. Концентрацию малонового диальдегида (МДА) определяли по методу Ohkawa H.O. в модификации Рогожина В.В. и Стальной И.Д. [13-15]. Содержание диеновых конъюгатов (ДК) оценивали на основе метода Placer Z. (1968) в модификации Гаврилова В.Б., Мишкорудной М.И (1983) [16, 17].

Каталазу и супероксиддисмутазу определяли по наборам фирмы Sigma.

Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel, рассчитывая среднюю арифметическую параметра, среднее квадратическое отклонение, ошибку средней арифметической. С учетом критерия Фишера-Стьюдента зарегистрированные изменения показателей считали достоверными при $p \leq 0,05$. [18].

Результаты исследований и их обсуждение

За основу при создании продукта спортивного питания было взято сухое кобылье молоко.

Ниже приведены данные по химическому составу, а также показателям пищевой и биологической ценности сухого кобыльего молока, производимого в Республике Казахстан ан (Таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели сухого кобыльего молока

Наименование показателя	В 100 г сухого кобыльего молока.
Белок	16,7±0,7
Жир	14,9±0,9
Углеводы	60,2±1,8
Витамин А, мг	0,02
β-каротин, мг	0,03
Витамин Е, мг	0,07
Витамин С, мг	9,1
Витамин В ₆ , мг	0,02
Витамин В ₁₂ , мкг	0,30
Биотин (Н), мкг	0,95
Пантотеновая кислота	0,20
Рибофлавин (В ₂), мг	0,03
Тиамин (В ₁), мг	0,025
Холацин, мкг	0,95
Холин (В ₄), мг	22,0
Ниацин РР, мг	0,1
Железо, мг	2,00±0,20
Цинк, мг	32,5±2,9
Магний, мг	76,2±5,5
Кальций, мг	845,9±65,2
Калий, мг	370,0±50,4
Натрий, мг	340,4±35,5
НЖК%	44,03±2,1
МНЖК%	33,6±0,3
ПНЖК%	22,3±5,2
ω – 6%	15,0±1,3
ω – 3%	7,1±1,0
Калорийность ккал	415,5±51,3

Как видно из данных таблицы, в сухом кобыльем молоке содержится в среднем 16,7 г. белка, 15 г. жира, 60 г. углеводов, калорийность продукта составляет 415,5 ккал. Следует отметить, что белок сухого кобыльего молока представлен в основном низкомолекулярными лактоглобулинами и лактоальбулинами, а также низкомолекулярными пептидами. Из полиненасыщенных

жирных кислот, присутствуют такие ценные в биологическом отношении ПНЖК как линолевая, линоленовая, арахидоновая.

Углеводный компонент представлен в основном лактозой, определяющей сладковатый вкус кобыльего молока, и уровень которой гораздо выше нежели в коровьем молоке.

Из минеральных веществ наибольшее содержание приходится на кальций, калий и натрий, играющих существенную роль в синтезе мышечных белков и регуляции опорно-двигательного аппарата. Несмотря на высокое содержания магния, железа и цинка в сухом кобыльем молоке, совместно с витаминами данные микроэлементы определяют его антианемические и иммуностимулирующие свойства. В сухом молоке присутствуют практически все незаменимые аминокислоты, уровень которых от суммарного содержания аминокислот составляет в среднем 14%.

Базируясь на данных по химическому составу сухого кобыльего молока, нами была разработана рецептура на спортивное питание, включающая дополнительные сырьевые источники, повышающие не только биологическую ценность продукта, но и придающие ему направленные медико-биологические свойства.

Включение в состав продукта сухих культур молочнокислых и бифидобактерий (Lactobacillus acidophilus, Streptococcus lactis, Bifidum bifidum), было связано с благоприятным их влиянием на функциональную активность желудочно-кишечного тракта, микробиоценоз кишечника и повышение защитных функций организма.

Обогащение продукта сухими ягодами облепихи способствовало повышению в продукте уровня как жирорастворимых витаминов (С, А и Е, К, группы В), биофлавоноидами, бетта-каротином, органическими кислотами, а также макро-и микроэлементами [19-21].

Для регуляции функции желудочно-кишечного тракта посредством стимуляции роста и размножения полезной микрофлоры в продукт был введен пребиотик инулин [22,23].

Дополнительное обогащение продукта витаминами-антиоксидантами (А,Е,С), а также селеном способствовало повышению антиоксидантных возможностей продукта, ингибированию процессов перекисного окисления липидов, а также повышению иммунного статуса [24, 25].

Включение в состав рецептуры продукта полисахарида-фукоидана из бурых водорослей северных морей Ледовитого океана, обладающего иммуностимулирующим, антиоксидант-

ным и противовоспалительным действием, было направлено на повышение устойчивости организма к физическим нагрузкам, стрессам и влиянию неблагоприятных факторов окружающей среды [26, 27].

В сухих зародышах пшеницы, входящих в состав рецептуры продукта, содержится растительный белок, жиры, моно- и дисахара, богатый набор витаминов (А, Е, К, D, РР и F, В₁, В₂, В₆, В₁₂), макро- и микроэлементов (фосфор, калий, медь, кобальт, селен), а также незаменимых аминокислот [28, 29].

В таблице 2 приведена рецептура продукта для спортивного питания на основе сухого кобыльего молока.

Таблица 2 – Рецептура специализированного продукта из расчета на 100 г.

Ингредиенты	Количество, г
Сухое молоко кобылье	55,0
Сухие сливки	30,0
Сухое обезжиренное молоко	13,0
Сухие бактериальные культуры (Lactobacillus acidophilus, Streptococcus lactis, Bifidum bifidum в соотношении 1:1:1)	0,4
Сухие зародыши пшеницы	0,4
Сухие плоды облепихи	0,5
Инулин	0,2
Витамины: Е (α-токоферол-ацетат) А (ретинол-ацетат) С (аскорбиновая кислота) Фолиевая кислота РР (Ниацин)	10,0 мг 1,5 мг 100,0 мг 0,2 мг 12,0 мг
Макро- и микроэлементы: Селенит натрия Магния сульфат Сульфат цинка Лактат железа	0,1 мг 200,0 мг 10,0 мг 10,0 мг
Фукоидан	150 мг

По органолептическим показателям продукт имел высокие вкусовые качества, хорошо растворялся в воде, молоке и фруктовых соках.

В 100 продукта содержится: 20,0 г белка; 20,6 г жиров; 46,0 г углеводов; 14-15 мг витамина Е; 2,0-2,2 мг витамина А; 120-130 мг аскорбиновой кислоты; 13-14 мг ниацина; 250 мкг фолиевой кислоты, калорийность продукта составляет в среднем 450 ккал.

Кроме того, в продукте содержится около 620-650 мг кальция; 300 мг магния; 12 мг цинка; 12 мг железа и 100 мкг селена.

Пищевые ингредиенты, входящие в состав рецептуры продукта на основе сухого кобыльего молока обеспечивали не только его повышенную пищевую и биологическую ценность, но и придавали продукту направленные антиоксидантные, микробиоценозномализующие и защитные свойства, что было подтверждено на модели физической нагрузки в эксперименте.

Потребление крысами в течении 35 дней специализированного продукта спортивного питания способствовало повышению выносливости и работоспособности крыс при плавании с грузом. По сравнению с исходными данными, время плавания животных опытной группы увеличилось в 3,2 раза, тогда как время плавания в контроле превышало исходные значения только в 1,7 раза.

Не менее важными показателями, характеризующими устойчивость животных к физическим нагрузкам, стрессу и влиянию неблагоприятных факторов окружающей среды является состояние системы антиоксидантной защиты (АОЗ), включая активность ферментативного звена антиоксидантной системы, а также скорость накопления в тканях продуктов перекисидации липидов. Учитывая химический состав специализированного продукта, а также наличие витаминов-антиоксидантов, биофлавоноидов, низкомолекулярных пептидов и селена, следовало ожидать проявления антиоксидантных свойств продукта в условиях стресса и физической нагрузки, что и было подтверждено результатами экспериментальных исследований.

После 35 -дневного приема продукта на фоне плавательной нагрузки была отмечена положительная динамика в изменении показателей системы ПОЛ-АОЗ (Рис.1-4). Так, у животных контрольной группы, находившихся на полусинтетическом рационе и дополнительно получавших раствор глюкозы эквивалентный калорийности спортивного питания, по отношению к исходным данным в мембранах эритроцитов отмечено достоверное увеличение уровня малонового диальдегда и диеновых конъюгатов на 150 и 164,7% соответственно.

Кроме того, активность ключевых ферментов антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы и каталазы снизилась на 30,8 и 53,6% соответственно.

Потребление крысами продукта спортивного питания богатыми веществами антиокси-

дантной природы на фоне физической нагрузки привело к снижению в мембранах эритроцитов уровня МДА и ДК на 35,0 и 44,4% соответственно, по сравнению с контрольными значениями (Рис.1).

Активность супероксиддисмутазы и каталазы при приеме белковой смеси повысилась по сравнению с данными в контрольной группе на 27,1и 36,5% соответственно, по сравнению с контрольными данными (Рис.2).

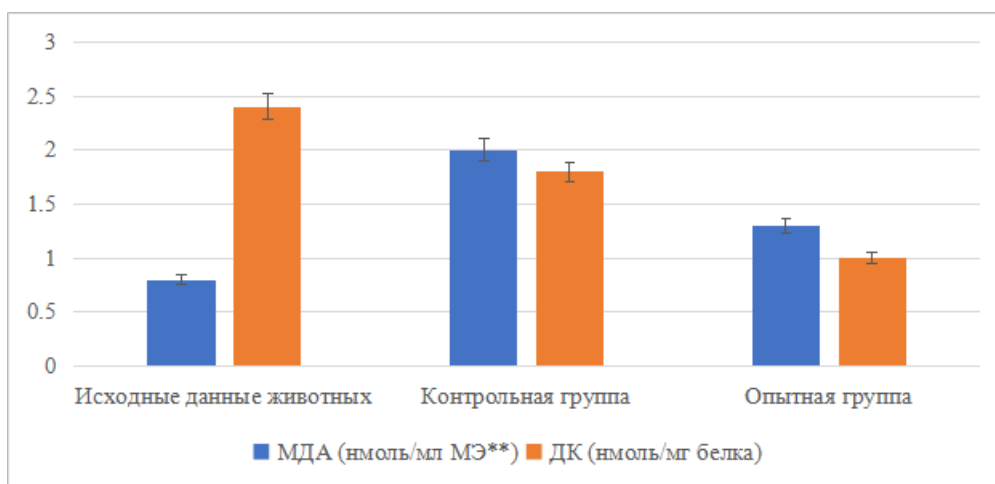


Рисунок 1 – Изменение продуктов ПОЛ в мембранах эритроцитов у экспериментальных животных на фоне физической нагрузки (M±m)

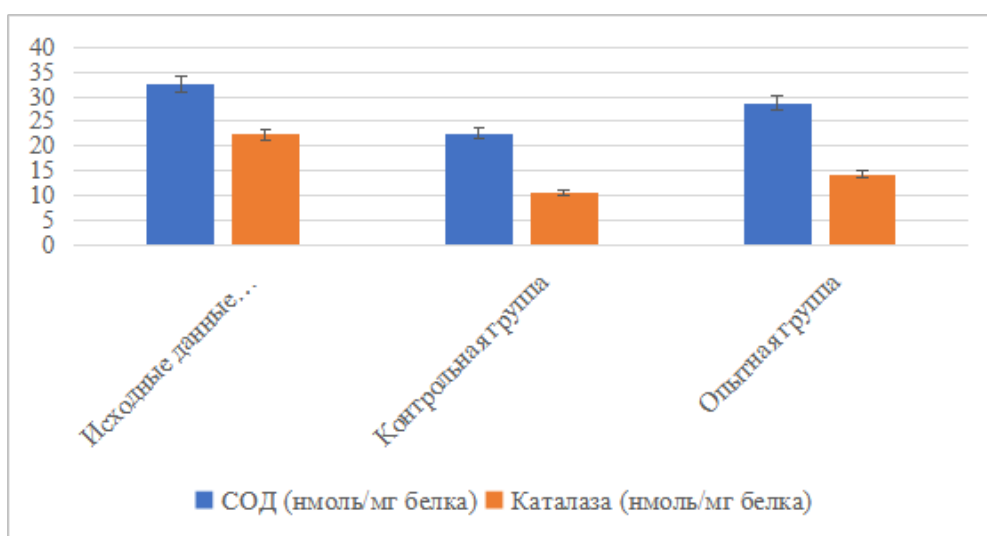


Рисунок 2 – Изменение активности ферментов системы АОЗ в мембранах эритроцитов у экспериментальных животных на фоне физической нагрузки (M±m)

В митохондриальной фракции бедренных мышц крыс контрольной группы установлено достоверное увеличение содержания малонового диальдегида и диеновых конъюгатов, по сравнению с исходными данными, в среднем в 2,9 и 2,4 раза, отмечено также ингибирование ключевых ферментов антиоксидантной системы

СОД и каталазы на 15,8 и 40,4 % соответственно (Рис.3,4).

Прием животными продукта на фоне физической нагрузки по сравнению с контрольной группой способствовал снижению уровня МДА и диеновых конъюгатов на 64,3 и 36,0% соответственно, на фоне недостоверного по-

вышения активности супероксиддисмутазы и каталазы.

На фоне физической нагрузки в контрольной группе отмечалось увеличение в сыворотке кро-

ви, по сравнению с исходными данными, содержания молочной и пировиноградной кислот на 95,6 и 54,2% соответственно, а в гомогенатах бедренных мышц на 52,3 и 64,2%, соответственно.

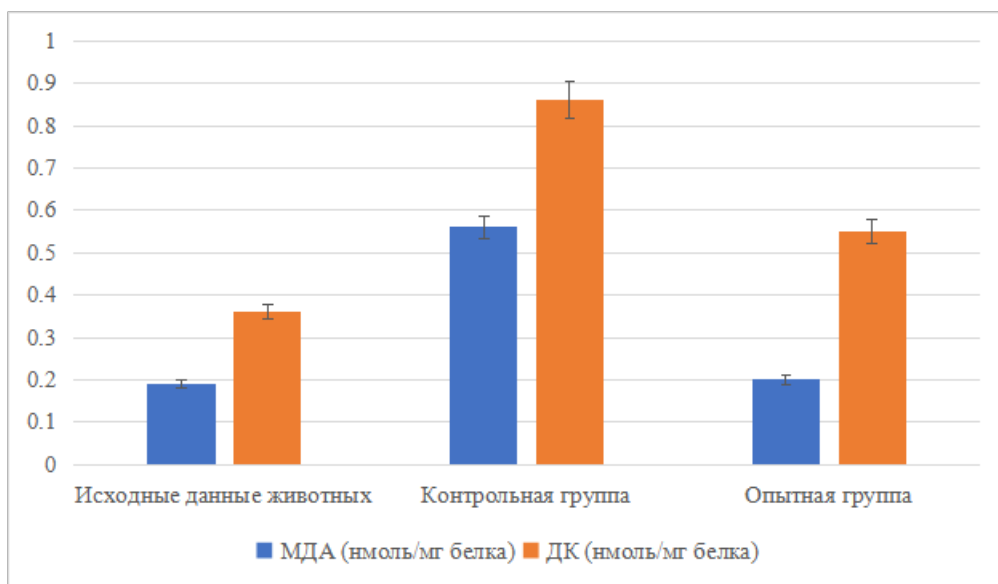


Рисунок 3 – Изменение продуктов ПОЛ в митохондриальной фракции бедренной мышцы крыс (M±m)

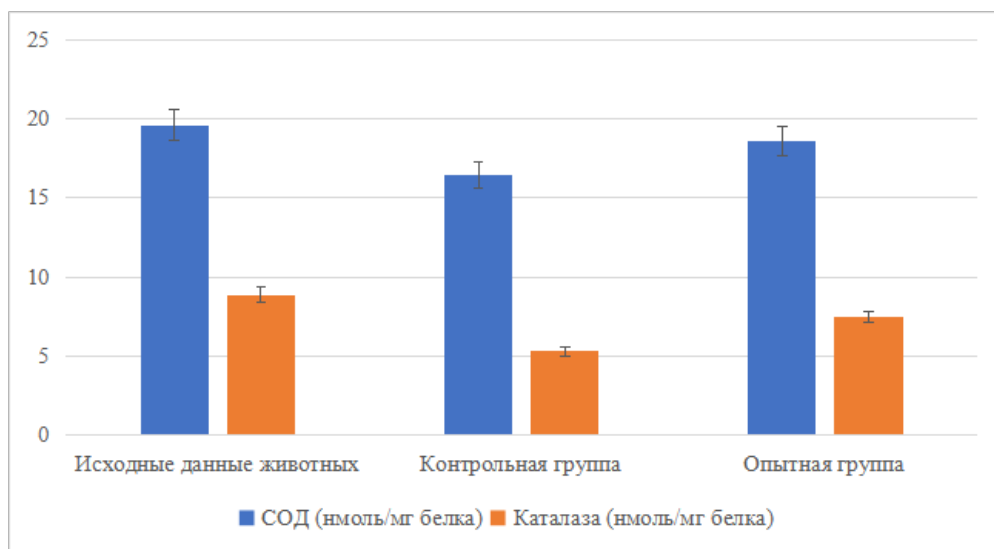


Рисунок 4 – Изменение активности ферментов системы АОЗ в митохондриальной фракции бедренной мышцы крыс (M±m)

Также следует отметить, что потребление крысами специализированного спортивного питания привело к снижению содержания в сыворотке крови уровня лактата и пирувата, по сравнению с контрольной группой на 50,6 и 36,4

% соответственно, а в гомогенатах бедренной мышцы на 30,7 и 36,8% соответственно. Известно, что чем выше степень тренированности, тем меньше в мышцах накапливается молочной кислоты и это отражает интенсивность анаэроб-

ных процессов (в основном, гликолиза) в наиболее «работающих» органах, в данном случае, в мышцах экспериментальных животных [30, 31].

Потребление спецпродукта, богатого энергетическими источниками и витаминами, благоприятно сказалось на энергетическом статусе и положительно повлияло на состояние процессов антиоксидантной защиты.

Заключение

Таким образом, учитывая химический состав сухого кобыльего молока, его высокую биологическую ценность, перспективным является создание специализированных продуктов спортивного питания на его основе. Оценка экспериментальных данных свидетельствует о благоприятном влиянии белковой смеси на основе сухого кобыльего молока на выносливость и работоспособность крыс, снижение в крови и тканях продуктов перекисного окисления липидов и активацию ключевых ферментов антиоксидантной системы. Полученные изменения свидетель-

ствуют о благоприятном действии спортивного питания на биохимические показатели крови и бедренных мышц, что в значительной степени связано с высокой биологической ценностью сухого кобыльего молока, повышенного в ней уровня полиненасыщенных жирных кислот, легкоусвояемого белка, лизоцима, усвояемой лактозы, а также жирно-и водорастворимых витаминов, макро-и микроэлементов. Дополнительное обогащение продукта комплексом биологически активных ингредиентов не могло не сказаться на показателях работоспособности, выносливости и физической активности крыс, Все это в композиции позволило оценить новый продукт спортивного питания, направленный на регуляцию белкового, углеводного и энергетического обменов, в целом благоприятно влияющий на функциональное состояние организма. Полученные экспериментальные результаты открывают перспективы использования данного продукта спортивного питания на основе сухого кобыльего молока в спортивной практике и спортивной медицине.

Литература

- 1 Burke LM, Meyer NL, Pearce J. National nutritional programs for the 2012 London Olympic Games: A systematic approach by three different countries. In: van Loon LJC, Meeusen R, editors. Limits of Human Endurance // Nestle Nutrition Institute Workshop Series, volume 76. Vevey, Switzerland, Nestec Ltd. – 2013. – P.103–120.
- 2 Kathryn L Beck, Jasmine S Thomson, Richard J Swift, Pamela R von Hurst/ Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery Open Access // Journal of Sports Medicine. – 2015.- № 6. – P. 259–267.
- 3 Shirato M., Tsuchiya Y., Sato T. et al. Effects of combined β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and whey protein ingestion on symptoms of eccentric exercise-induced muscle damage // J. Int. Soc. Sports Nutr. – 2016. – Vol. 13. – P. 7-13.
- 4 Лавриненко С. В., Выборная К.В., Кобелькова И.В., Соколов А.И., Жукова Л.А., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Использование специализированных продуктов для питания спортсменов в подготовительном периоде спортивного цикла // Вопросы питания. – 2017. – Том 86, № 4. – С. 99-103.
- 5 Гаврилова Н. Б., Щетинин М. П., Молибога Е.А. Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов // Вопр. питания. – 2017. Т. 86, № 2. – С. 108–114.
- 6 Трофимов И. Е. Исследование и разработка технологии белково-углеводного кисломолочного продукта для специализированного питания: дис. канд. техн. наук. – Кемерово, 2016. – 149 с.
- 7 Karimova G. D., Gorbatovskaia N. A. Study of physico-chemical properties of fermented mare's milk to develop kas medicated products for children // Theoretical & Applied Science. – 2014. – № 3(11). – P. 67-75.
- 8 Кисилевич Е.Э. Сухое кобылье молоко для детского питания. // Материалы IV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2012. – С. 56-58.
- 9 Канарейкина С.Г. Качественные показатели йогурта, обогащенного сухим кобыльим молоком // Вестник БГАУ. – 2011. – №1. – С. 69-73.
- 10 Попов А.М. Измерительный комплекс для исследования управляемого процесса сушки с применением вакуума. // Хранение и переработка сельхоз. сырья. – 2005. – №8. – С. 58-59.
- 11 Сарсембаев Х.С. Биотехнологические подходы к конструированию функциональных продуктов на основе кобыльего молока: Магистерская диссертация на соискание академической степени магистра технических наук. – Алматы, 2016. – 119 с.
- 12 Канарейкина С.Г. Исследование качества кобыльего молока как сырья для молочной промышленности // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 1, № 25. – С. 63-65.
- 13 Александровская Е. С., Кострица Н.В., Лавриненко Н. И., Егорова В. З. Антиоксидантные свойства напитков на плодовоовощной основе с пряно-ароматическими травами // Пиво и напитки. – 2004. – № 4. – С. 82-83.
- 14 Рекомендации по получению высококачественного кобыльего молока и кумыса. – Алма-Ата: Издательство Кайнар, 1976. – С. 20.
- 15 Баканов М.И. Теория экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 536 с.
- 16 Вессер А.А. Технология получения и переработки молока / пер. с фран. Суслович Н.Л. – М.: Колос, 1971. – 480 с.

- 17 Технический регламент на молоко и молочную продукцию. Федеральный закон Российской Федерации: от 12 июня 2008 г. №88-ФЗ [Электронный ресурс], ред. от 20.07.2008 г. // СПС «Консультант плюс».
- 18 Lowry O.H., Roberts N.R., Leiner K.Y., Wu M.L., Farr A.L., Albers R.W. The Quantitative histochemistry of brain // *J. Biol. Chem.* – 1954. – Vol. 207, № 1. – P. 39-49.
- 19 Абишев Б.Х., Тасполатов Б.К. Некоторые вопросы лечебного действия кобыльего, верблюжьего и козьего молока при заболеваниях желудочно-кишечного тракта // *Журн. Медицина (Medicine Almaty)*. – 2015. – № 6 (156). – С. 61-63.
- 20 Каркищенко Н.Н., Уйба В.В., Каркищенко В.Н., Шустов Е. Б., Котенко К. В., Люблинский С.Л. Очерки спортивной фармакологии // *Векторы энергообеспечения*. – СПб.: Айсинг, 2014. – Том 4. – 296 с.
- 21 Трушина Э.Н., Выборнов В.Д., Ригер Н.А., Мустафина О.К., Солнцева Т.Н., Тимонин А.Н., Зилова И.С., Раджабканиев Р.М. и др. Эффективность использования аминоксилот с разветвленной цепью (ВСАА) в питании спортсменов-единоборцев // *Вопросы питания*. – 2019. – Т. 88, № 4. – С. 48-56.
- 22 Kumar M.S.Y., Dutta R., Prasad D., K. Misra Subcritical water extraction of antioxidant compounds from Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaves for the comparative evaluation of antioxidant activity // *Food Chemistry*. – 2011. – № 127. – P. 1309-1316.
- 23 Kanayama Y., Kato K., Galitsyn G.G., Kochetov A.V., Kanahama K. Research progress on the medicinal and nutritional properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) – a review // *Journal of horticultural science & biotechnology*. – 2012. – № 87 (3). – P. 203-210.
- 24 Lalit M.B., Venkatesh A.B., Naik S.N., Satya S., Bal L.M. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals // *Food Research International*. – 2011. – № 44. – P. 1718-1727.
- 25 Mantzouridou F., Spanou A., Kiosseoglou V. An inulin-based dressing emulsion as a potential probiotic food carrier // *Food Research International*. – 2012. – № 46. – P. 260-269.
- 26 Samanta A.K., Jayapal N., Senani S., Kolte A.P., Sridhar M. Prebiotic inulin: Useful dietary adjuncts to manipulate the livestock gut microflora // *Brazilian Journal of Microbiology*. – 2013. – № 44 (1). – P. 1-14.
- 27 Park Sh., Mun S., Kim Y.R. Effect of xanthan gum on lipid digestion and bioaccessibility of β -caroteneloaded rice starch-based filled hydrogels // *Food Research International*. – 2018. – № 105. – P. 440-445.
- 28 Zhang J., Zhang X., Wang X., Huang Y., Yang B., Pan X., Wu Ch. The Influence of Maltodextrin on the Physicochemical Properties and Stabilization of Beta-carotene Emulsions // *AAPS Pharm Sci Tech.* – 2016. – № 3. – P. 821-828.
- 29 Oka Sh., Okabe M., Tsubura Sh., Mikami M., Imai A. Properties of fucoidans beneficial to oral healthcare // *Springer*. – 2019. – № 108 (6). – P. 18-26.
- 30 Carmen R., Juan C. Regulation of antioxidant enzymes: a significant role for melatonin // *Journal of Pineal Research*. – 2004. – Vol. 36. – P. 1-9.
- 31 Droge W. Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function // *Physiol. Rev.* – 2002. – Vol. 82. – P. 47-95.

References

- 1 Burke LM, Meyer NL, Pearce J. National nutritional programs for the 2012 London Olympic Games: A systematic approach by three different countries. In: van Loon LJC, Meeusen R, editors. *Limits of Human Endurance* // Nestle Nutrition Institute Workshop Series, volume 76. Vevey, Switzerland, Nestec Ltd. – 2013. – P.103-120.
- 2 Kathryn L Beck, Jasmine S Thomson, Richard J Swift, Pamela R von Hurst / Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery *Open Access // Journal of Sports Medicine*. – 2015. – № 6.- P. 259-267.
- 3 Shirato M., Tsuchiya Y., Sato T. et al. Effects of combined β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and whey protein ingestion on symptoms of eccentric exercise-induced muscle damage // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* – 2016.- Vol. 13. – P. 7-13.
- 4 Lavrinenko S. V., Vybornaya K. V., Kobelkova I. V., Sokolov A. I., Zhukova L. A., Klochkova S. V., Nikityuk D. B. The use of specialized products for nutrition of athletes in the preparatory period of the sports cycle // *Nutrition issues*. – 2017. -Vol. 86, No. 4. – P. 99-103.
- 5 Gavrilova N.B., Shchetinin M.P., Moliboga E.A. The current state and prospects for the development of the production of specialized products for nutrition of athletes // *Vopr. nutrition*. – 2017.Vol. 86, No. 2.- P. 108–114.
- 6 Trofimov IE Research and development of technology of protein-carbohydrate fermented milk product for specialized nutrition: dis. Cand. tech. sciences. Kemerovo, 2016.149 p.
- 7 Karimova G. D., Gorbatoovskaya N. A. Study of physico-chemical properties of fermented mare's milk to develop kas medicated products for children // *Theoretical & Applied Science*. – 2014. -No. 3 (11). – P. 67-75.
- 8 Kisilevich E.E. Powdered mare's milk for baby food. // *Proceedings of the IV International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum"*. – 2012. – S. 56-58.
- 9 Kanareikina S.G. Qualitative indicators of yogurt enriched with dry mare's milk // *Bulletin of BSAU*. – 2011. – No. 1. – P.69-73.
- 10 Popov A.M. Measuring complex for research of controlled drying process using vacuum. // *Storage and processing of agricultural raw materials*. – 2005. – No. 8. – S. 58-59.
- 11 Sarsembaev H.S. Biotechnological approaches to the design of functional products based on mare's milk // *Master's thesis for an academic master's degree in technical sciences*. Almaty, 2016.119 p.
- 12 12.. Kanareikina S.G. Agrarian University Study of the quality of mare's milk as a raw material for the dairy industry // *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. – 2010. – Т. 1, No. 25. – S. 63-65.
- 13 Aleksandrovskaya ES, Kostritsa NV, Lavrinenko NI, Egorova VZ Antioxidant properties of fruit-and-vegetable-based drinks with aromatic herbs // *Beer and drinks*. – 2004. -№ 4. – S. 82-83.
- 14 Recommendations for obtaining high-quality mare's milk and koumiss // *Kainar Publishing House*. Alma-Ata. – 1976. – С.20.
- 15 Bakanov M.I. The theory of economic analysis // *M.: Finance and statistics*. – 2005 -536 p.
- 16 Vesser A.A. per. with fran. Suslovich N.L. Milk production and processing technology // *M.: Kolos*. – 1971. – 480 p.

- 17 Technical regulations for milk and dairy products. Federal Law of the Russian Federation: dated June 12, 2008 No. 88-FZ [Electronic resource], ed. dated 20.07.2008 // SPS "Consultant plus".
- 18 Lowry O.H., Roberts N.R., Leiner K.Y., Wu M.L., Farr A.L., Albers R.W. The Quantitative histochemistry of brain // *J. Biol. Chem.* – 1954. – Vol. 207, No. 1. – P. 39-49.
- 19 Abishev B.Kh., Taspolatov B.K. Some questions of the therapeutic effect of mare, camel and goat milk in diseases of the gastrointestinal tract // *Zhurn. Medicine (Medicine Almaty)*. – 2015. – No. 6 (156). – S. 61-63.
- 20 Karkishchenko N.N., Uyba V.V., Karkishchenko V.N., Shustov E.B., Kottenko K.V., Lyublinsky S.L. Essays on sports pharmacology // *Vectors of energy supply*. SPb.: Aising. – 2014. – Volume 4. – 296 p.
- 21 Trushina E.N., Vybornov V.D., Riger N.A., Mustafina O.K., Solntseva T.N., Timonin A.N., Zilova I.S., Radzhabkadiyev R.M. et al. The effectiveness of the use of branched-chain amino acid (BCAA) in the nutrition of combat athletes // *Questions of nutrition*. – 2019. – T. 88, No. 4. – S. 48-56.
- 22 Kumar M.S.Y., Dutta R., Prasad D., K. Misra Subcritical water extraction of antioxidant compounds from Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaves for the comparative evaluation of antioxidant activity // *Food Chemistry*. – 2011. – No. 127. – P. 1309-1316.
- 23 Kanayama Y., Kato K., Galitsyn G.G., Kochetov A.V., Kanahama K. Research progress on the medicinal and nutritional properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) – a review // *Journal of horticultural science & biotechnology*. – 2012. – No. 87 (3). – R. 203-210.
- 24 Lalit M.B., Venkatesh A.B., Naik S.N., Satya S., Bal L.M. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals // *Food Research International*. – 2011. – No. 44. – R. 1718-1727.
- 25 Mantzouridou F., Spanou A., Kiosseoglou V. An inulin-based dressing emulsion as a potential probiotic food carrier // *Food Research International*. – 2012. – No. 46. – P. 260-269.
- 26 Samanta A.K., Jayapal N., Senani S., Kolte A.P., Sridhar M. Prebiotic inulin: Useful dietary adjuncts to manipulate the livestock gut microflora // *Brazilian Journal of Microbiology*. -2013. – No. 44 (1). – R. 1-14.
- 27 Park Sh., Mun S., Kim Y.R. Effect of xanthan gum on lipid digestion and bioaccessibility of β -caroteneloaded rice starch-based filled hydrogels // *Food Research International*. – 2018. – No. 105. – P. 440-445.
- 28 Zhang J., Zhang X., Wang X., Huang Y., Yang B., Pan X., Wu Ch. The Influence of Maltodextrin on the Physicochemical Properties and Stabilization of Beta-carotene Emulsions // *AAPS Pharm Sci Tech.* – 2016. – No. 3. – P. 821-828.
- 29 Oka Sh., Okabe M., Tsubura Sh., Mikami M., Imai A. Properties of fucoidans beneficial to oral healthcare // *Springer*. – 2019. – No. 108 (6). – R. 18-26.
- 30 Carmen R., Juan C. Regulation of antioxidant enzymes: a significant role for melatonin // *Journal of Pineal Research*. – 2004. – Vol. 36. – P. 1-9.
- 31 Droge W. Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function // *Physiol. Rev.* – 2002. – Vol. 82. – P. 47-95.

3-бөлім
**МОЛЕКУЛАЛЫҚ
БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГЕНЕТИКА**

Section 3
**MOLECULAR
BIOLOGY AND GENETICS**

Раздел 3
**МОЛЕКУЛЯРНАЯ
БИОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА**

M.S. Zhunussova* , A.S. Issabekova , V.B. Ogay 

M. Republican State Enterprise «National Center for Biotechnology» under the Science Committee of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Nur-Sultan

*e-mail: zhunussova@biocenter.kz

COMPARATIVE ANALYSIS OF IMPACT OF TUMOUR ANTIGEN PREPARATION METHODS ON HUMAN DENDRITIC CELLS PRIMING AND EFFICIENT CYTOKINE-INDUCED KILLER CELLS ACTIVATION *IN VITRO*

Adaptive cell immunotherapy namely combination of dendritic cells (DC) and cytokine-induced killer (CIK) cells is a promising tool in treating various types of cancer and choosing the appropriate technique of tumour antigens obtaining is a challenging issue. CIK cells also called NKT cells are an *in vitro* propagated population of cells characterized by hybrid NK cells and T cells phenotype. DCs are highly specialized antigen-presenting cells, which uptake, process and present antigens to effector cells of the immune system. In this study, we compared the effect of tumour antigens obtained by different methods on dendritic cells maturation and their ability to activate CIK cells. Cytotoxicity of CIK cells, generated in two different conditions (whole blood or peripheral blood mononuclear cells), was accessed using SW620 cells as a target by MTT assay. According to obtained results, CIK cells expanded from whole blood showed significantly strong anti-tumoral activity compared to CIK cells generated from peripheral blood mononuclear cells isolated by Histopaque-1077 density gradient centrifugation. Also, we determined that all examined methods of antigen preparation can be used, but only in the case of antigen-loaded DCs cocultivation with CIK cells.

Key words: Cytokine-induced killer cell, dendritic cell, immunogenic cell death, damage-associated molecular pattern, TNF-alpha.

М.С. Жунусова*, А.С. Исабекова, В.Б. Огай

«Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
Ғылым комитеті «Ұлттық биотехнология орталығы»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
*e-mail: zhunussova@biocenter.kz

Ісік антигендерін дайындаудың әртүрлі әдістерінің адам дендриттік жасушаларын праймирленуі мен цитокин белсендірілген киллер жасушаларды активтенуіне әсерін салыстырмалы *in vitro* талдау

Адаптивті жасушалық иммунотерапия, атап айтқанда дендритті жасушалар (ДЖ) мен цитокин белсендірілген киллер (ЦБК) жасушаларды бірге әр түрлі қатерлі ісік түрлерін емдеуде қолдану перспективті құрал болып табылады және ісік антигендерін дайындаудың сәйкес техникасын таңдау күрделі мәселе болып табылады. ЦБК жасушалары – НКТ жасушалар деп аталады және НК және Т жасушаларының гибритті фенотипімен сипатталатын *in vitro* көбейтілген жасушалар популяциясы. ДЖ антигенді қабылдап, процессингтен өткізіп, иммундық жүйенің эффектор жасушаларына таныстыратын жоғары мамандандырылған антиген презентациялаушы жасушалар. Бұл зерттеуде біз әртүрлі әдістермен алынған ісік антигендерінің дендритті жасушалардың жетілуіне және олардың ЦБК жасушаларын белсендіру қабілетіне әсерін салыстырдық. Екі түрлі жағдайда (жалпы қан немесе перифериялық қанның мононуклеарлы жасушалары) пайда болған ЦБК жасушаларының цитотоксикалық әсеріне SW620 жасушаларымен MTT талдауы арқылы қол жеткізілді. Алынған нәтижелерге сәйкес, толық қаннан алынған ЦБК жасушалары Histopaque-1077 тығыздық градиентінде центрифугалаумен перифериялық қанның мононуклеарлы жасушаларынан оқшауланған ЦБК жасушаларымен салыстырғанда, ісікке қарсы айтарлықтай белсенділікті көрсетті. Сондай-ақ, біз антиген жүктелген ДЖ мен ЦБК жасушаларын бірге өсірген жағдайда антигенді дайындаудың барлық зерттелген әдістерін қолдануға болатындығын анықтадық.

Түйін сөздер: цитокин белсендірілген киллер жасушалар, иммуногендік жасуша өлімі, зақымданумен байланысты молекулалық фрагмент, TNF-альфа.

М.С. Жунусова*, А.С. Исабекова, В.Б. Огай

Республиканское государственное предприятие «Национальный центр биотехнологии» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, г. Нур-Султан

*e-mail: zhunussova@biocenter.kz

Сравнительный анализ влияния методов подготовки антигенов опухоли на праймирование дендритных клеток человека и эффективное активирование цитокин-индуцированных клеток *in vitro*

Адаптивная клеточная иммунотерапия, а именно комбинация дендритных клеток (ДК) и цитокин-индуцированных киллерных (ЦИК) клеток, является многообещающим подходом в лечении различных типов рака, и выбор подходящей методики получения опухолевых антигенов является сложной задачей. Клетки ЦИК, также называемые НКТ-клетками, являются *in vitro* размноженной клеточной популяцией, для которой характерен смешанный НК клеточный и Т-клеточный фенотип. ДК – это высокоспециализированные антиген-презентирующие клетки, поглощающие, перерабатывающие и предоставляющие антигены эффекторным клеткам иммунной системы. В этом исследовании мы сравнили влияние опухолевых антигенов, полученных разными методами, на созревание дендритных клеток и их способность активировать ЦИК-клетки. Цитотоксичность клеток ЦИК, полученных двумя различными способами (цельная кровь или мононуклеарные клетки периферической крови – МКПК), оценивали с использованием клеток SW620 в качестве мишени анализом МТТ. Согласно полученным результатам, ЦИК-клетки, размноженные из цельной крови, показали значительно сильную противоопухолевую активность по сравнению с клетками ЦИК из МКПК, выделенных центрифугированием в градиенте плотности Histopaque-1077. Также мы определили, что могут быть использованы все проверенные методики получения антигена с условием, что антиген-нагруженные ДК будут культивироваться совместно с ЦИК-клетками, полученными из цельной крови.

Ключевые слова: цитокин-индуцированная киллерная клетка, дендритная клетка, иммуногенная гибель клеток, молекулярный фрагмент ассоциированный с повреждением, ФНО-альфа.

Introduction

Colorectal cancer is the second leading cause of cancer-related deaths worldwide with 4789635 prevalent incidences during 5 years. According to information obtained by the International Agency for Research on Cancer, there were 19,7 of new patients with colorectal cancer (4th place) and mortality cases 8.9 (3rd place) per 100000 population registered in 2018 worldwide. In South Central Asia Kazakhstan ranks first as a country with a high number of new cases and mortality caused by colorectal cancer [1].

Immunotherapy in contrast to conventional cancer treatment approaches such as chemotherapy, hormone therapy, radiation and surgery has a crucial aim to encourage host immunity against cancer, but at the same time immunotherapy can be used in combination with each of the mentioned above therapies. Adoptive cell therapy is one of the prospective types of immunotherapy, which essentially involves *ex vivo* stimulation or genetic modifications of isolated host cells and infusion of final cellular products (dendritic cells, cytokine-induced killer cells, lymphokine-activated killer cells, tumour-infiltrating lympho-

cytes, cytotoxic T-lymphocytes, chimeric antigen receptor T cells, T-cell receptor engineered T-cells) to cancer patients [2].

Dendritic cells (DCs) are the most proficient antigen-presenting cells linking both innate and adaptive immune systems [3, 4]. In cancer settings after engulfment of tumour-derived antigen immature DC undergoes maturation which results in CD80 and CD86 upregulation, IL-12 secretion with sequential translocation to lymph nodes to prime effector T-cells [5].

CIK cells are *ex vivo* expanded heterogeneous cell subset which shares properties of T/NK-cells with MHC-unrestricted cytotoxicity [6, 7]. Cultivation of human CIK cells generally includes stimulation with IFN-gamma, antibodies against CD3, IL-2, but also there can be used additional inducers such as IL-15 and IL-21 [8–10]. A recent study discovered correlations between phenotypes and lytic activity of CIK cells populations in patients with hepatocellular carcinoma, where CD3⁺CD56⁺ cells defined high cytotoxic ability, but not CD3⁺CD4⁺ cells [11]. A number of studies showed an elevated anticancer effect of DCs and CIK cells combination in the case of solid tumours and haematological malignancies [12, 13].

It was shown that cancer cells subjected to immunogenic cell death (ICD) expose damage-associated molecular patterns (DAMPs) which act as immunogenic signals to dendritic cells and thereby facilitate their maturation [14]. Among DAMPs calreticulin, high-mobility group box 1 (HMGB1), adenosine triphosphate (ATP) and heat shock proteins (HSP) have been well studied [15].

There is, however, no consensus in choosing source and way of antigen obtaining to most effective DCs priming, which in turn provides sufficient T-cells activation, in our case – CIK cells. There are number of antigen sources, namely whole tumour lysate obtained after freeze-thaw, total tumour RNA, heat and drug-stressed cancer cells and their supernatants, intact cancer cells etc [16]. Therefore, the aim of this study was to compare the most frequently used techniques of tumour antigen preparation, their impact on DCs maturation and further CIK cells activation. In particular, we evaluated cytotoxic activity of CIK cells, expanded from whole blood samples and peripheral blood mononuclear cells, against cancer cells by co-cultivation with DCs that are pulsed with antigens obtained by mild heat-shock treatment ($\leq 42^\circ\text{C}$), expose to chemotherapy drugs (oxaliplatin, 5-fluorouracil, staurosporine, methotrexate), freeze-thawing and total tumour RNA isolation. Obtained results showed that CIK cells isolated from unpurified whole blood have strongest anti-tumour properties compared to CIK cells isolated from PBMCs. Also, we determined that all examined techniques of antigen preparation can be utilized in combination with wbCIK cells.

Materials and methods

Preparation of CIK cells and colorectal cancer cells

CIK cells were expanded from peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) or whole blood. Blood was received from the volunteer's peripheral blood sample (20 ml). Isolation of PBMCs was performed using Histopaque-1077 density gradient centrifugation. PBMCs and whole blood cells were seeded into 6-well plate at a density $1-3 \times 10^6$ cells per mL and cultured in Biotarget™ medium (Biological Industries Ltd., Haemek, Israel) containing 1000 IU/mL of IFN-gamma in a humidified atmosphere with 5% CO_2 at 37°C . The next day, cells in medium containing 500 IU/mL IL-2 were plated to anti-CD3 mAb precoated Petri dish with the subsequent transfer to the new vial after 4 days and every 2 or 3 days medium change for 14-21

days. Cell sorting was performed on BD Biosciences Imagnet Cell Separation Magnet using CD56 biotinylated mAb.

The human colon cancer cell line SW620 was purchased from ECACC (UK) and cultivated in DMEM/F12 (Life Technologies Limited, Paisley, UK) containing 10% fetal bovine serum (FBS) 100 U/mL penicillin, 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ streptomycin in a humidified atmosphere with 5% CO_2 at 37°C .

Dendritic cells cultivation and tumour antigen obtaining

DCs were obtained in two different ways: monocytes isolation by Histopaque-1077 density centrifugation and further 6-7 days cultivation or $\text{CD}14^+$ DCs sorting from whole blood. Isolated monocytes were cultivated in Biotarget™ medium (Biological Industries Ltd., Haemek, Israel) supplemented with 20 ng/mL GM-CSF and 20 ng/mL IL-4. The incubation lasted 6 days at the end of which cells were enriched using $\text{CD}11\text{C}^+$ separation.

All types of tumour antigens were obtained from SW620 cancer cell line. SW620 cells were subjected to subsequential 2 h of heat-shock, 24 h of chemo drug treatment with 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$ oxaliplatin alone or in combination with 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 5-fluorouracil, 10 μM staurosporine, 100 μM MTX. Freeze-thaw lysates were received as a result of the repeated freeze-thawing of SW620, total tumour RNA was extracted from SW620 after heat-shock according to manufacturer's protocol.

In vitro antitumor activity analysis

The cytotoxic activity of CIK cells against SW620 tumour cells was determined by MTT-assay. Briefly, prepared antigens were combined with negative enriched BC or $\text{CD}14^+$ DCs to the antigen fusion. After 24 h DCs were stimulated with 50 ng/mL TNF-alpha for 2 h. On the next step, to activate $\text{CD}56^+$ CIK cells DCs were added at a ratio 5:1 respectively for 2 days. The human colon cancer SW620 cells were used as target cells, CIK cells used as effector cells. The safety of CIK cells, DCs and their combination for normal human cells were verified using HDFn (human dermal fibroblast neonatal, ATCC, PCS-201-010 cells). Target cells in the quantity of 5×10^6 cells per well were seeded to 96-well plate day before CIK cells addition. The groups that consisted of CIK cells activated by DCs loaded with antigens were the experimental groups, while the control group contained only CIK cells without DCs activation. MTT-assay was performed to assess cell viability by reading optical density at 580 nm using Bio-Rad 680 spectrophotometer.

Results and discussion

The safeness of adaptive immunotherapy was shown in numerous clinical studies. In our research CIK cells and DCs were checked regarding their safety, HDFn (human dermal fibroblast neonatal) cells were used as a target (Figure 1). Obtained data confirms statements concerning harmlessness of CIK cells, DCs and their combination toward normal cells. The typical antitumor effect of CIK cells resulted in significantly decreased viability of SW620 cells more than three times compared to HDFn (P-value). Briefly, HDFn cells after addition of expanded from whole blood CIK cells showed not significant falling in viability whereas SW620 cells were notably affected by CIK cells, there were 93.3% and 35 % live cells respectively ($p < 0.0001$). CIK cells cultivated from PBMCs isolated by the Histopaque-1077 method demonstrated strong lytic activity towards cancer cells and its absence in case

of normal cells (99.4% and 28.8%, $p < 0.0001$). Further safety of CIK-DC combination was validated (96.3% – HDFn live cells and 19.8%– SW620 cells, $p < 0.0001$). Kornacker M. and colleagues' findings also demonstrated the killing ability of CIK cells against autologous chronic lymphocytic leukaemia (CLL) cells and showed no lytic activity towards non-malignant mononuclear cells [17]. As previously reported by Liu Y., there were no serious side-effects after infusion of DC-CIK as adjuvant therapy to patients 65 years and older with solid tumours and hematological malignancies [18]. *In vivo* experiments revealed the role of IFN-gamma in mild graft-versus-host disease (GVHD) induced by infusion of allogeneic CIK cells compared to lethal cases caused by splenocytes injection [19]. *In vitro* study concerning the comparative analysis of IL-15 stimulated CIK cells also confirmed the poor alloreactivity of CIK cells against allogeneic PBMCs and fibroblasts [20].

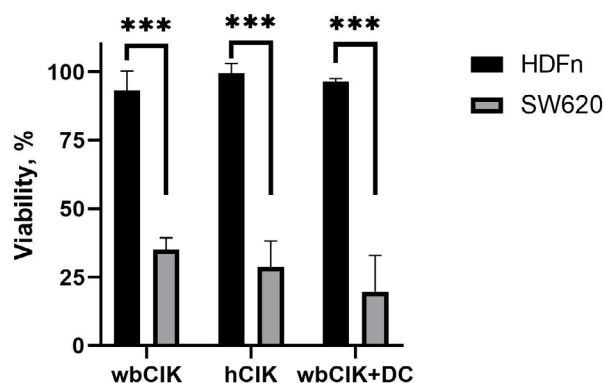


Figure 1 – The cytotoxicity of CIK cells against HDFn and SW620.

CIK cells obtained by two different techniques (wbCIK- CIK cells expanded from whole blood, hCIK – CIK cells cultured from PBMCs, isolated by Histopaque-1077 density gradient centrifugation) were co-cultured with target cells (HDFn or SW620) at a ratio of 10:1 (E: T) for 48 h. The cell viability was measured by MTT-assay, $P \leq 0.001$

Comparative analysis of CIK cells expanded from whole blood and PBMCs detected the first method is more efficient and suitable for CIKs *ex vivo* cultivation. DCs were pulsed with tumour antigens received by different techniques preceding co-cultivation with CIK cells. Cancer cells were exposed to heat and various chemo drugs treatment, including oxaliplatin, 5-fluorouracil, staurosporine, MTX, repeated freezing-thawing cycling, also intact SW620 cells were used. In addition, we have tested the impact of TNF-alpha on DC maturation which

defines effective CIK priming and their potent killing activity against malignant cells.

Cytolytic activity of wbCIK cells activated by TNF-alpha matured DCs loaded with antigens of heat and oxaliplatin treated SW620 cells had a significantly high level of cytotoxicity against target cells and reached 95% while without TNF-alpha addition cytotoxicity was 78% ($P=0.003$). Interestingly, there were no important differences between the killing activity of CIK cells expanded from PBMCs which completed almost 80% in both cases (Figure

2A). In a recent study concerning immunogenic cell death induction, a combination of oxaliplatin and one of STAT3 inhibitory molecules (stattic) were used to assess levels of DAMPs. A significant increase in the levels of calreticulin, HMGB1 and HSP70 in CT26 cells treated with oxaliplatin alone or with stattic compare to the control group were detected. Also, they measured the production of IL-12 by bone marrow originated DCs after expose to conditioned media. According to results, high levels of IL-12 were found in DCs groups cultured in conditioned media of CT26 cells treated with oxaliplatin and/or stattic (with no significant differences between both variants) [21].

To compare monotherapy with oxaliplatin and its frequently used combination with 5-fluorouracil [22] we combined CIK cells (from whole blood and PBMCs) with DCs loaded with heat and chemically (5FU+Ox) stressed SW620 cells and measured the cytotoxic activity of CIK cells (Figure 2B). Before addition to effector cells, DCs also were treated with TNF-alpha or not. Obtained results showed that activated wbCIK cells have a slightly significant killing ability as opposed to PBMCs-obtained CIK cells (87%, 75% – without TNF-alpha, 99%, 88 % -with TNF-alpha). Combination of oxaliplatin with 5-fluorouracil as oxaliplatin alone was characterized by potent ability to induce maturation of DCs followed by efficient CIK cells activation resulted in successful tumour elimination. In a recent study, the pivotal role of TLR-4 as DAMPs receptor has been proved. Fang H. and colleagues showed that colorectal cancer cells (SW480) undergoing immunogenic cell death induced by oxaliplatin and/or 5-fluorouracil treatment realise high concentrations of HMGB1 and HSP70. Also, HLA-DR, CD80 and CD86 overexpression were detected after preconditioning of DCs with supernatant of chemically-stressed tumour cells are hallmarks of mature DCs [23].

One of the most successful combinations in tumour-killing ability was wbCIK cells co-cultured with TNF-alpha matured and heat-stressed, staurosporine-treated SW620 cells loaded DCs (Figure 2C). A series of studies confirmed the ability of staurosporine to induce DAMPs formation. The highest level of extracellular HMGB1 was released after treatment of two cancer cell lines (U2OC-human bone osteosarcoma epithelial cells, MCA205-mouse fibrosarcoma cells) with staurosporine in comparison to methotrexate, azacitidine, decitabine, oxaliplatin and etc. [24]. There linear correlation between the amount of ATP, ADP and AMP extracellular mix and time to staurosporine exposition was revealed [25]. A relatively new conception developed by Yoon S. and colleagues

concerning caspase-dependent regulated necrosis which shares features of apoptotic and necrotic ways of cell death was also prompted by staurosporine. DNA attached to histone H1 and HMGB1, Hsp90, ERp57 in the conditioned medium of chemically-stressed cells were detected [26].

Cancer cells treated with MTX also were a very prospective loading agent for DCs maturation and further CIK cells activation (Figure 2D). *In vitro* study indicated high concentrations of DAMPs hallmarks such as calreticulin, ATP and HMGB1 in MTX-treated prostate cancer cell lines (LNCaP and 22RV1) conditioned media, *in vivo* experiments showed that injection of chemically stressed cancer cells provoked in abundant mature DCs. As a result, MTX-triggered immunogenic cell death via p53/PERK and GCN2 upregulation – eIF2 α S51 phosphorylation – endoplasmic reticulum stress axis was revealed [27, 28].

Similar results were observed in experiments using DCs loaded with freeze-thawed whole tumour lysates, heat-stressed cancer cells and total tumour RNA (Figure 2E, F, H). Series of studies indicated strong immunogenic responses toward cancer cells subjected to hyperthermia. Daniel Rojas-Sepúlveda and colleagues investigated the effect of combined lysates of a few heat-stressed cancer cell lines on antigen-presenting and effector cells in the case of melanoma (TRIMEL) and gallbladder cancer (M2). Both types of lysates were able to induce maturation of moDC, that resulted in upregulation of HLA-DR, CD80 and CD86, while lysates of a single heat-stressed cancer cell lines failed to induce DCs maturation. Additionally, the contribution of DCs loaded with a mixture of heat-stressed lysates resulted in significant upregulation of CXCR3, CXCR4, CD25 and CD69 on CD4 and CD8 subsets of T cells [29, 30].

DCs fused with intact cancer cells and stimulated by TNF-alpha showed high activating capacity towards wbCIK cells but not hCIK cells. Also noticeable relatively strong cytotoxicity of CIK cells in absence of DCs activation (Figure 2G).

Conclusion

According to obtained results, CIK cells expanded from whole blood showed significantly strong anti-tumoral activity compared to CIK cells generated from peripheral blood mononuclear cells isolated by Histopaque-1077 density gradient centrifugation. Also, we determined that all examined methods of antigen preparation can be used, but only in the case of antigen-loaded DCs cocultivation with CIK cells.

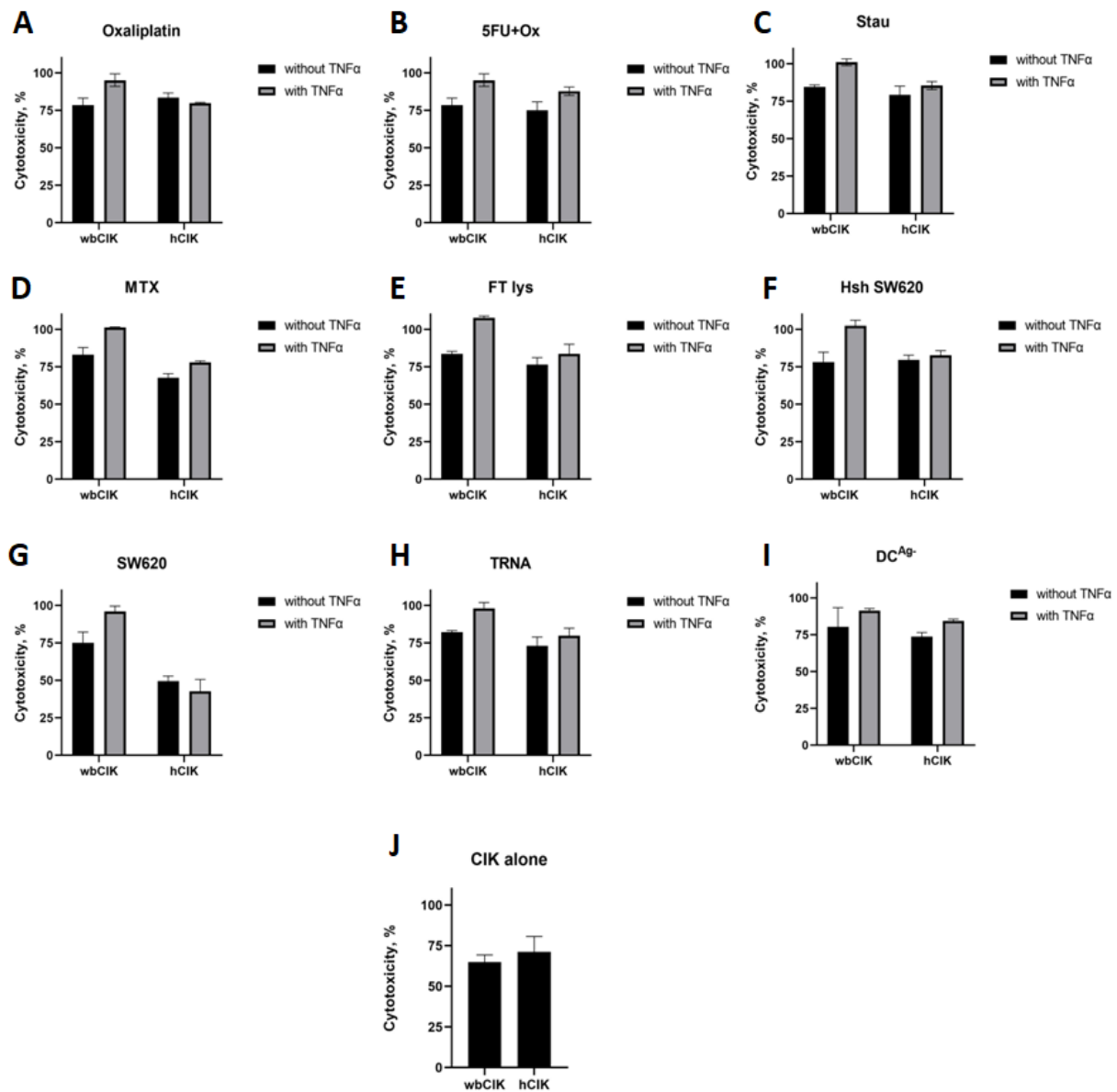


Figure 2 – The cytotoxic activity of CIK cells activated by DCs against SW620 cancer cells. A-CIK cells cultivated with DCs loaded with antigens of heat-stressed and oxaliplatin treated cancer cells, B-CIK cells cultivated with DCs loaded with antigens of heat-stressed and 5-fluorouracil plus oxaliplatin treated cancer cells, C-CIK cells cultivated with DCs loaded with antigens of heat-stressed and staurosporine (Stau) treated cancer cells, D-CIK cells cultivated with DCs loaded with antigens of heat-stressed and mitoxantrone (MTX) treated cancer cells, E -CIK cells cultivated with DCs loaded with antigens of heat-stressed and freeze-thawed cancer cells, F-CIK cells cultivated with DCs loaded with antigens of heat-shocked (Hsh SW620) cancer cells, G-CIK cells cultivated with DCs fused with intact cancer cells (SW620), H-CIK cells cultivated with DCs loaded with total tumour RNA of cancer cells (TRNA), I-CIK cells cultivated with DCs without tumour antigens (DC^{Ag-}),

J-CIK cells without DCs activation. WbCIK- CIK cells expanded from whole blood, hCIK – CIK cells cultured from PBMCs, isolated by Histopaque-1077 density gradient centrifugation

Financing

This work was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan under the project AP05135467 “De-

velopment of production technology of dendritic vaccines and cytokine-induced killer cells for combination therapy in colorectal cancer” for 2018-2020 (state registration number 0118PK00911).

References

- 1 Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al (2018) Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 68:394–424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
- 2 Ruella M, Kalos M (2014) Adoptive immunotherapy for cancer. *Immunol Rev* 257:14–38. <https://doi.org/10.1111/imr.12136>
- 3 Steinman RM, Cohn ZA (1973) Identification of a novel cell type in peripheral lymphoid organs of mice. I. Morphology, quantitation, tissue distribution. *J Exp Med* 137:1142–1162. <https://doi.org/10.1084/jem.137.5.1142>
- 4 Inaba K, Metlay JP, Crowley MT, et al (1990) Dendritic cells as antigen presenting cells in vivo. *Int Rev Immunol* 6:197–206. <https://doi.org/10.3109/08830189009056630>
- 5 de Winde CM, Munday C, Acton SE (2020) Molecular mechanisms of dendritic cell migration in immunity and cancer. *Med Microbiol Immunol (Berl)* 209:515–529. <https://doi.org/10.1007/s00430-020-00680-4>
- 6 Schmidt-Wolf IG, Negrin RS, Kiem HP, et al (1991) Use of a SCID mouse/human lymphoma model to evaluate cytokine-induced killer cells with potent antitumor cell activity. *J Exp Med* 174:139–149. <https://doi.org/10.1084/jem.174.1.139>
- 7 Sangiolo D (2011) Cytokine Induced Killer Cells as Promising Immunotherapy for Solid Tumors. *J Cancer* 2:363–368
- 8 Iudicone P, Fioravanti D, Cicchetti E, et al (2016) Interleukin-15 enhances cytokine induced killer (CIK) cytotoxic potential against epithelial cancer cell lines via an innate pathway. *Hum Immunol* 77:1239–1247. <https://doi.org/10.1016/j.humimm.2016.09.003>
- 9 Bremm M, Pfeffermann L-M, Cappel C, et al (2019) Improving Clinical Manufacturing of IL-15 Activated Cytokine-Induced Killer (CIK) Cells. *Front Immunol* 10:. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01218>
- 10 Heinze A, Grebe B, Bremm M, et al (2019) The Synergistic Use of IL-15 and IL-21 for the Generation of NK Cells From CD3/CD19-Depleted Grafts Improves Their ex vivo Expansion and Cytotoxic Potential Against Neuroblastoma: Perspective for Optimized Immunotherapy Post Haploidentical Stem Cell Transplantation. *Front Immunol* 10:. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02816>
- 11 Pan Q-Z, Liu Q, Zhou Y-Q, et al (2020) CIK cell cytotoxicity is a predictive biomarker for CIK cell immunotherapy in postoperative patients with hepatocellular carcinoma. *Cancer Immunol Immunother* 69:825–834. <https://doi.org/10.1007/s00262-020-02486-y>
- 12 Yang L, Ren B, Li H, et al (2013) Enhanced antitumor effects of DC-activated CIKs to chemotherapy treatment in a single cohort of advanced non-small-cell lung cancer patients. *Cancer Immunol Immunother* 62:65–73. <https://doi.org/10.1007/s00262-012-1311-8>
- 13 Qu H-Q, Zhou X-S, Zhou X-L, Wang J (2014) Effect of DC-CIK cell on the proliferation, apoptosis and differentiation of leukemia cells. *Asian Pac J Trop Med* 7:659–662. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60111-5](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60111-5)
- 14 Obeid M, Tesniere A, Ghiringhelli F, et al (2007) Calreticulin exposure dictates the immunogenicity of cancer cell death. *Nat Med* 13:54–61. <https://doi.org/10.1038/nm1523>
- 15 Radogna F, Diederich M (2018) Stress-induced cellular responses in immunogenic cell death: Implications for cancer immunotherapy. *Biochem Pharmacol* 153:12–23. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2018.02.006>
- 16 Strome SE, Voss S, Wilcox R, et al (2002) Strategies for Antigen Loading of Dendritic Cells to Enhance the Antitumor Immune Response. *Cancer Res* 62:1884–1889
- 17 Kornacker M, Moldenhauer G, Herbst M, et al (2006) Cytokine-induced killer cells against autologous CLL: Direct cytotoxic effects and induction of immune accessory molecules by interferon- γ . *Int J Cancer* 119:1377–1382. <https://doi.org/10.1002/ijc.21994>
- 18 Liu Y, Liu H, Liu H, et al (2016) Dendritic cell-activated cytokine-induced killer cell-mediated immunotherapy is safe and effective for cancer patients >65 years old. *Oncol Lett* 12:5205–5210. <https://doi.org/10.3892/ol.2016.5337>
- 19 Nishimura R, Baker J, Beilhack A, et al (2008) In vivo trafficking and survival of cytokine-induced killer cells resulting in minimal GVHD with retention of antitumor activity. *Blood* 112:2563–2574. <https://doi.org/10.1182/blood-2007-06-092817>
- 20 Rettinger E, Kuçl S, Naumann I, et al (2012) The cytotoxic potential of interleukin-15-stimulated cytokine-induced killer cells against leukemia cells. *Cytotherapy* 14:91–103. <https://doi.org/10.3109/14653249.2011.613931>
- 21 Jafari S, Lavasanifar A, Hejazi MS, et al (2020) STAT3 inhibitory stactic enhances immunogenic cell death induced by chemotherapy in cancer cells. *DARU J Pharm Sci* 28:159–169. <https://doi.org/10.1007/s40199-020-00326-z>
- 22 Gu J, Li Z, Zhou J, et al (2019) Response prediction to oxaliplatin plus 5-fluorouracil chemotherapy in patients with colorectal cancer using a four-protein immunohistochemical model. *Oncol Lett* 18:2091–2101. <https://doi.org/10.3892/ol.2019.10474>
- 23 Inoue H, Tani K (2014) Multimodal immunogenic cancer cell death as a consequence of anticancer cytotoxic treatments. *Cell Death Differ* 21:39–49. <https://doi.org/10.1038/cdd.2013.84>
- 24 Liu P, Zhao L, Loos F, et al (2017) Identification of pharmacological agents that induce HMGB1 release. *Sci Rep* 7:14915. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14848-1>
- 25 Dubyak GR (2019) Luciferase-assisted detection of extracellular ATP and ATP metabolites during immunogenic death of cancer cells. *Methods Enzymol* 629:81–102. <https://doi.org/10.1016/bs.mie.2019.10.006>

- 26 Yoon S, Park SJ, Han JH, et al (2014) Caspase-dependent cell death-associated release of nucleosome and damage-associated molecular patterns. *Cell Death Dis* 5:e1494–e1494. <https://doi.org/10.1038/cddis.2014.450>
- 27 Li C, Sun H, Wei W, et al (2020) Mitoxantrone triggers immunogenic prostate cancer cell death via p53-dependent PERK expression. *Cell Oncol*. <https://doi.org/10.1007/s13402-020-00544-2>
- 28 Bezu L, Sauvat A, Humeau J, et al (2018) eIF2 α phosphorylation is pathognomonic for immunogenic cell death. *Cell Death Differ* 25:1375–1393. <https://doi.org/10.1038/s41418-017-0044-9>
- 29 López MN, Pereda C, Segal G, et al (2009) Prolonged Survival of Dendritic Cell–Vaccinated Melanoma Patients Correlates With Tumor-Specific Delayed Type IV Hypersensitivity Response and Reduction of Tumor Growth Factor β -Expressing T Cells. *J Clin Oncol* 27:945–952. <https://doi.org/10.1200/JCO.2008.18.0794>
- 30 Rojas-Sepúlveda D, Tittarelli A, Gleisner MA, et al (2018) Tumor lysate-based vaccines: on the road to immunotherapy for gallbladder cancer. *Cancer Immunol Immunother* 67:1897–1910. <https://doi.org/10.1007/s00262-018-2157-5>

**Р.Ж. Жапбасов¹, А.М. Жомартов¹, К.Ж. Досыбаев^{1*},
А.А. Корнилова², Г. Мусабаева², С. Ахметжан¹,
Л.Б. Джансугурова¹, М.М. Сеизгаин¹, Б.О. Бекманов¹**

¹«Институт генетики и физиологии» КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

²Евразийский национальный университет им.Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан

*e-mail: kairat1987_11@mail.ru

ОЦЕНКА ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕУТИЛИЗИРОВАННЫХ И ЗАПРЕЩЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПЕСТИЦИДОВ НА ОРГАНИЗМ ОВЕЦ

На территориях хозяйств Алматинской области, где раньше занимались овощеводством, плодоводством и табаководством, имеются старые, заброшенные склады, где накоплено значительное количество неutilizированных и запрещенных к использованию пестицидов. Эти склады находятся непосредственно на территориях населенных пунктов. Вокруг них нет санитарной зоны. Химические составляющие неutilizированных пестицидов постоянно загрязняют окружающую среду и с продуктами животного и растительного происхождения, производимых в этих же населенных пунктах, попадают в организм людей.

Статья посвящена цитогенетической оценке генотоксичности неutilizированных и запрещенных к использованию пестицидов на организм овец. Животные разводятся на пастбищных участках и содержатся на территориях населенных пунктов п. Бескайнар, п. Кызылкайрат и п.Таукаратурык, где расположены старые склады с остатками пестицидов.

Был проведен цитогенетический анализ препаратов хромосом, приготовленных из культуры клеток периферической крови *in vitro* от 30 овец. Уровень клеток с геномными мутациями у животных из трех экспериментальных участков был соответственно в 2,6; 2,96 и 2,75 раза выше, по сравнению с аналогичными показателями контрольных животных. Анализ составляющих геномных мутаций клеток в системе крови этих животных показал, что клетки с гипердиплоидными наборами хромосом идентифицированы у 17 животных с частотой от 0,67% до 2,88% из проанализированных метафазных клеток. Полиплоидные клетки обнаружены у всех животных, со средней частотой $7,93 \pm 1,21\%$ (обследованы 3484 клеток). Уровень клеток с хромосомными aberrациями у экспериментальных животных в 6,25; 7,40 и 5,66 раза выше, чем у контрольных животных. Анализ уровня цитогенетической нестабильности в клетках животных показал, что в системе крови у экспериментальных животных генотоксичность неutilizированных и запрещенных к использованию пестицидов выявляется следствием возрастания доли клеток с гипердиплоидным, полиплоидным наборами хромосом и клеток с aberrациями хромосом.

Ключевые слова: неutilizированные и запрещенные к использованию пестициды, овцы, культура лимфоцитов *in vitro*, геномные мутации, хромосомные aberrации.

R.Zh. Zhabbasov¹, A.M. Zhomartov¹, K.Zh. Dossybayev^{1*}, A.A. Kornilova², G. Musabaeva²,
S. Akhmetzhan¹, L.B. Dzhan sugurova¹, M.M. Seyizgayn¹, B.O. Bekmanov¹

¹«Institute of Genetics and Physiology» SC MES RK, Kazakhstan, Almaty

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan

*e-mail: kairat1987_11@mail.ru

Assessment of the cytogenetic consequences of the impact of unutilized and banned to use pesticides on the sheep organism

In the territories of those farms in the Almaty region, where previously engaged in vegetable growing, fruit growing and tobacco growing are old, abandoned warehouse where accumulated considerable amount unutilized and banned pesticides. These warehouses are located directly on the territories of settlements. There is no sanitary zone around them. The chemical constituents of non-utilized pesticides constantly pollute the environment and with the products of animal and vegetable origin produced in the same settlements, enter the body.

The article is devoted to the cytogenetic assessment of the genotoxicity of unused and forbidden to use pesticides on the body of sheep. Animals are bred on pasture plots and kept in the settlements of Beskaynar, Kyzylkairat and Taukaraturyk, where old warehouses with pesticide.

A cytogenetic analysis of chromosome preparations prepared from an in vitro culture of peripheral blood cells from 30 sheep was performed. The level of cells with genomic mutations in animals from three experimental sites was 2.6, 2.96 and 2.75 times higher, respectively, in comparison with the corresponding indices of control animals. An analysis of the constituent genomic cell mutations in the blood system of these animals showed that cells with hyperdiploid sets of chromosomes were identified in 17 animals with a frequency from 0.67% to 2.88% of the analyzed metaphase cells. Polyploid cells were found in all animals, with an average frequency of $7.93 \pm 1.21\%$ (3484 cells). The level of cells with chromosomal aberrations in experimental animals is 6.25, 7.40 and 5.66 times higher than in control animals. Analysis of the level of cytogenetic instability in animal cells showed that in the blood system of experimental animals, the genotoxicity of unused and forbidden pesticides is detected due to an increase in the proportion of cells with hyperdiploid, polyploid sets of chromosomes and cells with chromosome aberrations.

Key words: pesticides that are not utilized and banned to use, sheep, in vitro lymphocyte culture, genomic mutations, chromosomal aberrations.

Р.Ж. Жапбасов¹, А.М. Жомартов¹, К.Ж. Досыбаев^{1*}, А.А. Корнилова², Г. Мусабаяева²,
С. Ахметжан¹, Л.Б. Джансугурова¹, М.М. Сеизгаин¹, Б.О. Бекманов¹

¹ҚР БҒМ ҒК «Генетика және физиология институты», Қазақстан, Алматы қ.

²А.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

*e-mail: kairat1987_11@mail.ru

Қолдануға тыйым салынған және пайдаланылмаған пестицидтердің қой организмiне әсер ету салдарын цитогенетикалық бағалау

Бұрын көкөніс, жеміс және темекі өсірумен айналысатын Алматы облысындағы шаруашылықтардың аумағында ескірген, қараусыз қалған қоймалар бар және ол жерлерде жойылмаған және пайдалануға тыйым салынған пестицидтердің көп мөлшері жинақталған. Бұл қоймалар тура сол елді мекендерде орналасқан. Олардың айналасында санитарлық аймақ жоқ. Пайдаланылмаған пестицидтердің химиялық құрамы қоршаған ортаны үнемі ластайды, нәтижесінде сол елді мекендерде өсірілетін жануарлар мен өсімдіктерден өндірілген өнімдер арқылы зиянды заттар адам ағзасына енеді.

Бұл мақала өңделмеген және пайдалануға тыйым салынған пестицидтердің қой организмiне генотоксикалық әсерін цитогенетикалық бағалауға арналған. Зерттеудегі малдар Бесқайнар, Қызылқайрат және Тауқаратұрық елді мекендерінің жайылым аймақтарында өсірілген және онда пестицид қалдықтары бар ескі қоймалар орналасқан.

30 бас қойдың перифериялық қан клеткаларының in vitro культурасынан дайындалған хромосома препараттарына цитогенетикалық талдау жүргізілді. Үш тәжірибе аймақтарындағы жануарларда геномдық мутациясы бар клеткалардың деңгейі бақылау жануарларының тиісті көрсеткіштерімен салыстырғанда сәйкесінше 2,6; 2,96 және 2,75 есе жоғары болды. Осы жануарлардың қан жүйесіндегі геномдық клеткалардың мутацияларына жасалған талдау, хромосомалардың гипердиплоидты жиынтығы бар клеткалар, талданған метафаза клеткаларын 0,67%-дан 2,88%-ға дейінгі жиілікте 17 дарабастарда анықталғанын көрсетті. Барлық жануарларда полиплоидты клеткалар табылды және олардың орташа жиілігі $7,93 \pm 1,21\%$ (3484 клетка) құрады. Тәжірибелік жануарлардағы хромосомалық абберрациясы бар клеткалардың деңгейі бақылау жануарларына қарағанда 6,25; 7.40 және 5.66 есе жоғары екендігі анықталды. Жануарлар клеткаларына цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейіне жүргізілген жан-жақты талдауы, тәжірибелік жануарлардың қан жүйесінде гипердиплоидты, полиплоидты жиынтығы мен хромосомалық абберрациясы бар клеткалар үлесінің артуына пайдаланылмаған және тыйым салынған пестицидтердің генотоксикалық әсер ететіндігін көрсетті.

Түйін сөздер: пайдаланылмаған және тыйым салынған пестицидтер, қойлар, лимфоциттердің in vitro культурасы, геномдық мутациялар, хромосомалық абберрациялар.

Введение

Современные темпы интенсификации производственных процессов в сельском хозяйстве диктуют необходимость использования пестицидов, которые позволяют увеличить урожайность сельскохозяйственных культур. Вследствие чего, в окружающей среде накапливается

огромное количество химических соединений, которые в естественных, природных условиях никогда не синтезируются и не встречаются [1].

На территории Алматинской области, в частности, в тех районах, где активно развивается овощеводство, плодоводство и табаководство накопилось большое количество не утилизируемых, устаревших пестицидов. Их основная

масса накоплена на старых, заброшенных складских помещениях. Они постоянно загрязняют близрасположенные земельные угодья, а, в случае дождя или весеннего снеготаяния, будет загрязняться не только большая территория земли, но и открытые и подземные водные источники. Многие из пестицидов, в настоящее время, запрещены для использования в растениеводстве. Известно, что большинство пестицидов устойчивы к химическому и биологическому разложению и имеют высокий уровень токсичности [2].

Следовательно, перечень вредных химических веществ, с которыми контактируют те животные, которые разводятся на этих загрязненных территориях, огромен. Некоторые из них обладают канцерогенной, мутагенной и тератогенной активностью на живой организм [3,4]. Генотоксиканты химического происхождения, которые индуцируют мутации в организме, по своей силе значительно превышают физические мутагены, а некоторые химические вещества вызывают 100% мутацию в клетках или организмах [5]. Многие пестициды и их химические составляющие проявляют свое генотоксическое влияние, в основном, на уровне клеточного ядра, изменяя структурно-функциональную организацию ядерного генома [6].

Аналогичные научно-исследовательские работы широко проводились и в природно-климатических и почвенно-агротехнических условиях Казахстана. Например, подробно и разносторонне изучались генотоксические эффекты на живой организм многочисленных классов пестицидов с органическими соединениями фосфора, которые широко используются в качестве инсектицидов, фунгицидов, акарицидов, гербицидов и регуляторов роста растений [1].

На основании проведенных широкомасштабных цитогенетических, газохроматографических и биохимических, а также молекулярно-биологических исследований многие авторы делают заключение, что пестициды на основе фипронила увеличивают генетический груз в природных популяциях желторотых сусликов [4], крыс разного возраста [7] и мышей [8] и в клетках их костного мозга увеличиваются общий уровень цитогенетической нестабильности, проявляющиеся в повышении частоты встречаемости клеток с хромосомными aberrациями и геномными мутациями по сравнению со спонтанным уровнем у контрольных животных.

При изучении генотоксического влияния пестицидов, содержащих в своем составе фосфо-

органические соединения на различных тест системах, включая млекопитающих, установлено, что химические вещества, входящие в состав пестицидов, вызывают не только хромосомные aberrации и геномные мутации, но и нарушают течение нормального митоза в организме млекопитающих, с увеличением числа клеток, находящихся на стадии К-метафаз [9]. Следовательно, они действуют на делящиеся клетки как митотический яд (например, колхицин, колцемид), который разрушает ахроматиновые веретена во время цитокинеза клетки.

Некоторые пестициды, особенно из класса хлорированных углеводородов (ДДТ, гексахлорбензол и другие) имеют свойства накапливаться в организме животных и проявляют кумулятивные мутагенные действия [1]. При воздействии на мышевидных грызунов (мышь, крыса) отдельных [10,11], или двух [12,13,14], или более двух комбинации [15,16,17] пестицидов, в клетках их костного мозга и периферической крови обнаруживаются высокая частота встречаемости клеток с хромосомными aberrациями [10,12,16], повышенный уровень клеток с микроядрами [10,11,14,15,17] или в системе крови у них возрастает число клеток с повреждениями ДНК [12,13,14], идентифицируемые с помощью метода ДНК-комет.

Химические составляющие даже отдельных пестицидов индуцируют геномные мутации и хромосомные aberrации в клетках периферической крови у сельскохозяйственных животных. [18,19]. Поэтому тестирование генотоксичности пестицидов на сельскохозяйственных животных позволяет получить достоверные научные данные, которые наглядно отражают воздействие генотоксических веществ на их организм. [20,21,22].

Таким образом, многие химические вещества, которые вносятся в почву в составе пестицидов, являются кластогенами, митогенами и анеугенами, а также некоторые из них – мутагенами, канцерогенами и тератогенами в отношении живых организмов.

При оценке генотоксического риска пестицидов, в основном, учитывались их последствия в культуре клеток периферической крови человека. Также, в качестве объектов исследования, кроме растительных объектов, в основном, использованы мышевидные грызуны и другие виды животных. Однако, экстраполировать результаты изучения генотоксичности пестицидов на мышевидных грызунах и других видах млеко-

питающих, на сельскохозяйственные животные будет не только не корректными, но и в методическом аспекте имеет свои недочеты.

Пестициды долговременно действуют на окружающую среду. Поэтому для изучения динамики генотоксичности пестицидов, а также с учетом продолжительности жизни, особенности шерстного покрова и, наконец, ценности продукции в пищевой цепи для человека, необходимо шире вовлекать сельскохозяйственных животных в объекты исследования.

В специальной литературе по изучению генотоксичности пестицидов и канцерогенности некоторых химических веществ имеются указания использовать культуры клеток периферической крови и клеток костного мозга животных [23, 24]. В этой связи возникает настоятельная необходимость проведения цитогенетического мониторинга сельскохозяйственных животных, которые содержатся на пастбищных участках, вблизи пунктов хранения неутилизованных, запрещенных к использованию пестицидов.

Также следует отметить, что в тех работах, где в качестве объекта исследования использовались сельскохозяйственные животные, и, в частности, крупный рогатый скот [18,19,20,21,22], были изучены хромосомные препараты, которые приготовлены после обработки клеток крови пестицидом во время их культивирования.

При тестировании генотоксичности пестицидов на млекопитающих считается, что одним из наиболее достоверных биологических показателей, который наглядно отражает воздействие генотоксических веществ на живой организм, является изучение уровня хромосомных аберраций и геномных мутаций в системе крови [23, 24].

Наш методический подход к изучению генотоксичности пестицидов на сельскохозяйственные животные отличается от ранее выполненных работ по данной проблеме. Нами изучались возможные кумулятивные действия неутилизованных и запрещенных к использованию нескольких пестицидов на организм овец, которые в течение длительного времени подвергались генотоксическому воздействию химических составляющих этих пестицидов.

Материал и методы исследования

С учетом результатов химического обследования образцов почвы, воды и растений по программе «Комплексная оценка влияния не-

утилизированных и запрещенных к использованию пестицидов на генетический статус и здоровье населения Алматинской области» в качестве экспериментальных участков выбраны п. Белбулак, п. Кызылкайрат (Талгарского) и п.Таукартурк (Енбекшиказахского района). Были сформированы три опытные (по 10 голов разного пола и возраста) и одна контрольная группы животных (10 овец из Алакольского района Алматинской области) из частных подсобных хозяйств.

Для культивирования лимфоцитов периферической крови овец использовали микрометод. Использование микрометода отличается высоким выходом митотических клеток, надежностью и простотой в обращении. В приготовленную смесь для культивирования (4 мл питательной среды 199 с солями Хенкса и с глутамином, 1 мл эмбриональной сыворотки КРС, 0,2 мл ФГА («ПанЭко», Россия), при необходимости антибиотики в общем количестве 0,2 мл) вводили не подвергавшуюся центрифугированию кровь в объеме 0,5–1 мл. Далее смесь разделяли на 2 части и инкубировали 72 часа при 37°C. За 2-3 часа до конца инкубации клеток, уже в нестерильных условиях, вводили рабочий раствор колхицина («ПанЭко», Россия) в объеме 0,4 мл на каждый флакон для блокирования деления на стадии метафазы [25].

Использованный метод культивирования нативной крови овец *in vitro* позволил приготовить большое количество качественных препаратов хромосом (316 препаратов – соответственно 111, 94, 111). Окраску препаратов хромосом проводили по стандартной методике с использованием 2 мл концентрата краски Романовского-Гимза («ПанЭко», Россия) с добавлением 48 мл дистиллированной воды. Препараты погружали в краску на 10-15 минут, далее промывали в дистиллированной воде.

Результаты исследования

Результаты изучения состояния наследственного аппарата клеток овец, которые содержатся в течение долгого времени в непосредственной близости к местам хранения неутилизованных и запрещенных пестицидов, с использованием цитогенетического анализа уровня аберраций хромосом и геномных мутаций в культуре клеток периферической крови *in vitro*, представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Результаты цитогенетического исследования овец из экспериментальных и контрольной точек Алматинской области

Мониторинговые точки	Нумерация животных	Кол-во животных	Изучено метафаз	Частота клеток с		Общий уровень цитогенетической нестабильности, %		
				Геномными мутациями, %	Хромосомными aberrациями, %	А	В	С
п.Бескайнар	Бр	10	1123	20,64±1,27	8,75±0,86	28,4±2,24	15,99±1,54	9,33±0,8
п.Кызыл-Кайрат	Кт	10	1194	23,56±2,28	10,37±1,55	33,94±3,53	18,15±2,16	11,47±1,79
п.Таукаратурык	Тк	10	1167	21,26±1,68	7,93±1,21	29,19±2,42	16,64±1,67	8,33±1,19
Контроль г.Ушарал	Уш	10	856	7,95±1,62	1,4±0,21	9,35±0,41	3,16±0,25	1,52±1,7

Примечания
1- А – общий уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;
2- В – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями.
3- С – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и клеток с хромосомными aberrациями.

Цитогенетический анализ хромосом 3484 метафазных клеток 30 овец показывает, что у экспериментальных животных средний уровень клеток с геномными мутациями и хромосомными aberrациями находится на сравнительно высоком уровне, чем у животных, которые разводятся в тех районах, где хозяйства не занимаются растениеводством, и, следовательно, в почву, и, разумеется, на пастбищные участки, никогда не вносились пестициды.

Так, уровень клеток с геномными мутациями (сумма клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом) у овец из трех экспериментальных участков были выше по сравнению с показателями контрольных животных, соответственно в 2,6; 2,96 и 2,7 раза. Анализ индивидуальных составляющих геномных мутаций овец показал, что до 70,25% клеток были с гиподиплоидным набором хромосом. Доля гипердиплоидных клеток из общего числа клеток с геномными мутациями, составляет от 1,88% (Таукаратурык) до 4,62% (Кызылкайрат).

У всех животных были идентифицированы полиплоидные клетки, и они составляют от 28,73% (Кызылкайрат) до 39,08% (Таукаратурык) от общего количества геномных мутаций. Сравнение частоты встречаемости клеток с хромосомными aberrациями у овец из экспериментальных участков показывает, что у животных из участка Кызылкайрат обнаружен самый высокий уровень клеток с хромосомными aberrациями.

Так, из обследованных 1194 метафазных клеток в 129 клетках (10,37±1,55%) идентифицированы хромосомные aberrации. В целом, этот цитогенетический показатель у трех групп экспериментальных животных соответственно в 6,25; 7,4 и 5,7 раза выше, чем показатели контрольных овец.

Использованные методы культивирования крови и окраски препаратов хромосом позволили проанализировать не менее 100 метафазных клеток от каждого животного и, тем самым, идентифицировать aberrации не только в крупных метацентрических, но и в средних акроцентрических хромосомах. В проанализированных метафазных клетках спектр хромосомных aberrаций у животных, в основном, типичный, как при воздействии на организм факторов химической природы. При этом клетки с перестроенными хромосомами или с Робертсоновской транслокацией с образованием из двух акроцентрических хромосом одной мета- или субметацентрической хромосомы были единичными.

У экспериментальных животных в системе крови частота встречаемости клеток с хромосомными aberrациями были более чем в 2 раза выше, чем уровень клеток с геномными мутациями (соответственно в 6,25; 7,4; 5,7 и в 2,6; 2,96; 2,7 раза) у этих же овец. Также изучены все восемь цитогенетических показателей, а именно: уровень клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным, полиплоидным наборами хромосом, сгруппированные показатели геномных

мутаций и клеток с хромосомными aberrациями, а также уровень цитогенетической нестабильности (показатели А,В,С) в системе крови у индивидуальных разновозрастных животных из экспериментальных и контрольных участков. Из участка п. Бескайнар из 10 овец 1овцематка была 4-х летняя, 2 – 3-х летние, 6 -2-х летние и 1-годовалого возраста. Наибольший уровень клеток с гиподиплоидным набором хромосом обнаружен у 3х- летней овцематки (18,68% – № 5Бр), а наименьший у годовалого баранчика (10,17%- №9Бр).

Гипердиплоидные клетки были идентифицированы у шести животных, в пределах от 0,6% (№6Бр) до 2,73% (№6Бр). В системе крови у всех овец данной группы были идентифицированы полиплоидные клетки. Степень варибельности этого цитогенетического показателя широкий (от 3,45% – №8Бр до 8,59% -№4Бр). Сумма этих трех цитогенетических показателей овец данной группы – геномные мутации, у животных изменяется в пределах от 14,41% (№9Бр- двухлетняя овцематка) до 25,27% (№5Бр-трехлетняя овцематка). Пределы вариации клеток с хромосомными aberrациями у животных с этого мониторингового участка составляет от 4,71% (№2Бр-двухлетняя овцематка) до 11,54% (№3Бр-двухлетняя овцематка). У двухлетней овцематки (№3Бр) все три показателя уровня цитогенетической нестабильности (А, В, С) были высокими (соответственно 36,54%, 25,96%, 13,46%) по сравнению с другими, даже 4-х летними (№26Тк) животными (17,59%;11,11%; 6,48%). В группе экспериментальных овец из п.Кызылкайрат 5 были 3-х летнего возраста, 3-2-х летние и 2-годовалого возраста. Из 10 овец из п. Таукаратурык 5 животных были 4-х летними и 5-трехлетними.

Таким образом, в этих двух группах животных из экспериментальных участков представлены все возрастные группы овец, и они позволяют провести цитогенетический анализ последствий воздействия пестицидов на разновозрастные животные. Так наибольший уровень геномных мутации (34,19%) обнаружен у трехлетней овцематки (№ 15 Кл), тогда как у четырехлетней овцематки (№ 26Тк) – только 11,11%. Такая же цитогенетическая картина наблюдается и в отношении частоты встречаемости клеток с хромосомными aberrациями. У четырехлетней овцематки (№ 27Тк) в системе крови идентифицированы 3,39%, а у двухлетней овцематки (№ 19Кт) в 5,65 раза больше, т.е 19,16% клеток были с aberrациями хромосом.

В целом, все три показателя цитогенетической нестабильности (А, В, С) в клетках крови у этих разновозрастных овец из экспериментальных участков также показал, что у годовалых и двухлетних животных (№20Кт и 19Кт) они в 1,94-2,97 раза выше, чем у трех- и четырехлетних (№22Кт и26Тк).

Обсуждение

Полученные от животных цитогенетические материалы были проанализированы в трех аспектах. Во-первых, изучен каждый цитогенетический показатель в отдельности у индивидуальных животных, а именно: частота встречаемости гиподиплоидных, гипердиплоидных, полиплоидных клеток, а также клеток с aberrациями хромосом. Во-вторых, эти 4 цитогенетические характеристики были объединены в две группы: геномные мутации (сумма клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом) и хромосомные aberrации. Наконец, у животных изучен общий уровень цитогенетической нестабильности в системе крови (А – сумма клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также с хромосомными aberrациями), с разбивкой его на подгруппы В (сумма клеток с гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также с хромосомными aberrациями) и С (сумма клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и с хромосомными aberrациями).

Разбивка общего уровня цитогенетической нестабильности (А) на две составляющие (В и С) наглядно демонстрирует, что именно за счет каких хромосомных нарушений увеличивается общий уровень геномных мутации и хромосомных aberrации, при воздействии на сельскохозяйственных животных химических составляющих не утилизируемых и запрещенных к использованию пестицидов.

Например, если показатели уровня цитогенетической нестабильности В и С у трех групп экспериментальных овец, в среднем, были выше соответственно в 5,39 и 6,4 раза, чем в контрольных, то общий уровень цитогенетической нестабильности (А), в среднем, только в 3 раза. Другими словами, эти статистические цитогенетические материалы наглядно показывают, что у животных, под воздействием химических составляющих запрещенных и не утилизируемых пестицидов, происходит увеличение уровня клеток с хромосомными aberrациями, а также

клеток с полиплоидным и гипердиплоидным наборами хромосом.

Чтобы исключить возможные спорные моменты при обсуждении результатов исследований по частоте встречаемости клеток с геномными мутациями, были исключены результаты изучения частоты встречаемости гиподиплоидных клеток из общего уровня цитогенетической нестабильности (А), так как известно, что число гиподиплоидных клеток, в некоторых случаях, может увеличиваться из-за артефактов, которые невозможно исключить при цитологической обработке изолированных клеток, а также при гипотонизации и фиксации во время приготовления препаратов хромосом.

В отношении гипердиплоидных клеток, увеличить их уровень вследствие артефакта, нельзя, так как «прибавленные» к метафазной пластинке «лишние» хромосомы будут отличаться не только различной степенью спирализации хромосом, но и интенсивностью их окрашивания.

Такой селективный подсчет полученных статистических материалов позволяет полностью исключить из результатов исследования возможные артефактные составляющие, которые невозможно избежать в силу методической особенности приготовления препаратов хромосом животных.

Исследованиями многих авторов, установлено, что уровень анеуплоидии в системе крови обуславливается именно генотоксическим и мутагенным эффектами воздействия радиации на организм млекопитающих и «анеуплоидия является одним из наиболее серьезных нарушений наследственного материала в соматических и половых клетках живых организмов» [26].

Изучения состояния хромосом у 4-х видов сельскохозяйственных животных (овца, крупный рогатый скот, свиньи и лошади) и мышевидных грызунов из неблагополучных в экологическом отношении районов Казахстана, показывают, что некоторые неблагоприятные факторы среды обитания (физические и химические) обуславливают не только мутагенные и канцерогенные, но митогенные, кластогенные и анеугенные эффекты в их системе крови (в культуре лимфоцитов *in vitro* и в клетках костного мозга) [25].

Следовательно, можно предположить, что высокая частота встречаемости клеток с гиподиплоидным и гипердиплоидным наборами хромосом в системе крови у экспериментальных животных, по сравнению с контрольными, нагляд-

но отражает генотоксический эффект пестицидов на хромосомы овец из этих экспериментальных участков.

В литературе существует гипотеза, согласно которой «полиплоидия рассматривается как механизм скрытия генетических повреждений в клетке», то есть образование полиплоидных клеток в системе крови является адаптивным ответом появления несбалансированного генома и выполняет защитную роль в организме [27,28].

Пестициды, действующие как митотические яды, блокируют митотические центры, подавляют развитие веретена и препятствуют завершению нормального течения клеточного цикла. Вследствие чего нарушается процесс цитотомии клетки, т.е. две дочерние клетки не разделяются друг от друга. Такой тип ацитокнеза приводит к увеличению пloidности хромосом клетки, следствием которого является возрастание частоты полиплоидных клеток в системе крови экспериментальных животных, по сравнению с контрольными животными [9]. Так, результаты анализа метафазных пластинок животных экспериментальных групп показывают, что у всех овец идентифицированы клетки с полиплоидным набором хромосом и их число варьирует в широких пределах (от 3,45% у трехлетней овцематки №8Бр до 12,26% у трехлетней овцематки №29Тк).

Следует отметить, что при тестировании генотоксичности пестицидов, в основном, используются известные пестициды [18,19], и, к тому же, их определенная доза вносится в культуры лимфоцитов крови животных *in vitro* [20,21]. В нашем исследовании были культивированы лимфоциты нативной крови *in vitro* животных, которые разводились на участках вблизи заброшенных складов, где обнаружены комплекс неутраченных и запрещенных к использованию пестицидов и большой набор тяжелых металлов.

В целом, оценивая результаты изучения всех цитогенетических показателей с учетом индивидуальных, возрастных и групповых критериев экспериментальных и контрольных животных, необходимо отметить некоторые факты, которые вытекают из анализа. Во-первых, хромосомные нарушения с различной частотой обнаружены у всех экспериментальных животных без исключения. Во-вторых, спектр хромосомных aberrаций у животных из трех участков был одинаковым, с преобладанием клеток с хроматид-

ными аберрациями. В-третьих, не наблюдается какой-либо статистической связи уровня цитогенетических нарушений в системе крови с возрастом животных. Так, у отдельных 1-2-х -летних овец уровень геномных мутаций и хромосомных аберраций на несколько порядков был выше, чем аналогичные показатели у 4-х летних. Также, в анализированных метафазах, кроме надежно идентифицируемых хроматидных аберраций и геномных мутаций, были обнаружены клетки с различными нарушениями течение митоза и морфологии хромосом: с задержкой митоза в профазе, с ранним разъединением хроматид в крупных метацентрических хромосомах, с обособленными круглыми хромосомами, похожими на микроядра, с фрагментацией части или всех хромосом (пульверизации), со скоплением хромосом в экваториальной области, с хромосомами, которые расположились только по периферии клетки, как бы по кругу.

Использование, при изучении генотоксичности неутилизованных и запрещенных к использованию пестицидов на сельскохозяйственных животных, всего спектра нарушений генома клеток, находящихся на разных стадиях митотического цикла, позволило установить, что их химические составляющие на организм овец оказывают митогенные, анеугенные, кластогенные и мутагенные эффекты. В остатках неутилизованных пестицидов содержатся смесь химических веществ и большой набор ТМ, которые поступают в организм сельскохозяйственных животных с водой, с растениями, съедаемыми животными, частичками почвы, попадающие с корнями растений в их желудочно-кишечный тракт.

Поэтому при обсуждении полученных нами высоких цитогенетических показателей овец из трех экспериментальных участков, по сравнению с показателями из контрольного участка, возникает закономерный вопрос об уровне содержания неутилизованных и запрещенных к использованию пестицидов и солей тяжелых металлов (ТМ) в воде, почве, а также в продуктах питания животного происхождения.

Установлено, что все изученные образцы питьевой и природной воды содержат СОЗ-пестициды (высокотоксичный метаболит ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) – ДДЭ (дихлордифенилэтилен)), превышающие ПДК (2 мг/дм³) в 2,5 раза. Также, в ряде проб воды присутствовали эндосульфат сульфат, дибутилэндан, метоксифлор, дельдрин, гептахлорэпоксид, 2,4 ДДД и

4,4 ДДД. При анализе воды на содержание ТМ, например, кадмия, ПДК превышало от 2 (п. Кызылкайрат) до 6 раза (Бескайнар). По Cu и Zn также обнаружено превышение ПДК (от 1,1 до 2,5 раза). При этом остается фактом, что животные пьют воду из озера, куда стекает вся загрязненная пестицидами вода (н-р, п. Бескайнар). При исследовании проб почвы было установлено, что вокруг территории бывших хранилищ пестицидов почва имеет поликомпонентное загрязнение, т.е. загрязнена СОЗ-пестицидами и ТМ. Во всех образцах общее содержание СОЗ-пестицидов в почве превышает ПДК (п.Кызылкайрат и п.Бескайнар от 60 до 120 раза; п. Таукаратурык – до 17 раза). Также в собранных образцах почвы содержатся: β ГХЦГ, алдрин, дибутилэндан, эндосульфат сульфат, гептахлорэпоксид, дельдрин, эндрин, хлорбензилат.

Источниками поступления ТМ в окружающую среду могут быть последствия активного использования металлосодержащих удобрений в прошлом, а также продукты разложения пестицидов и удобрения, которые хранились в течение длительного периода времени. Во всех пробах почвы обнаружено превышение ПДК меди (от 1,1 до 2 ПДК). В образцах из пп. Бельбулака, Кызылкайрата обнаружено превышение ПДК кадмия (от 1,2 до 1,7 ПДК). Превышение ПДК цинка (от 1,1 до 2,5 ПДК) обнаружено в образцах из п. Кызылкайрата.

Вследствие такого высокого содержания пестицидов и ТМ в почве, воде и, естественно, в растениях, в некоторых образцах продуктов питания животного происхождения наблюдается также превышение ПДК по этим химическим загрязнителям, которые представляют опасность и для здоровья людей, употребляющих их. Например, в отдельных образцах продуктов питания животного происхождения по некоторым ТМ превышение ПДК составляет по Cd, Pb, Cu и Cr, а в большинстве образцах – по Zn и Ni. Необходимо подчеркнуть, что наряду с таким «внутренним» загрязнением организма животных, на этих мониторинговых участках существуют и «наружные» пути поступления запрещенных, неутилизованных пестицидов и тяжелых металлов, через их кожные покровы и дыхательные органы. В результате таких «двойственных» путей загрязнения животных, пестициды и тяжелые металлы могут проявлять свое гентоксическое кумулятивное влияние на них. Высокий уровень хромосомных аберраций и геномных мутаций у экспериментальных

животных является, по-видимому, следствием этих событий.

Таким образом, можно отметить, что химические составляющие пестицидов и ТМ в образцах почвы, воды и, соответственно, в кормах, оказывают генотоксическое влияние на организм овец и обуславливают высокий уровень генетических мутаций и хромосомных aberrаций в их системе крови. Следовательно, на генетический аппарат животных до настоящего времени оказывают генотоксическое воздействие остатки неупотребленных и запрещенных к использованию пестицидов на заброшенных местах их хранения.

Конфликт интересов

Все авторы ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Источник финансирования

Финансирование предоставлено Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках НТП: №BR05236379 «Комплексная оценка влияния неупотребленных и запрещенных к использованию пестицидов на генетический статус и здоровье населения Алматинской области».

Литература

- 1 Нуржанова А.А. Эколого–генетические аспекты токсичности и мутагенеза пестицидов. Алматы, 2007. 161с.
- 2 Nurzhanova A.A., Inelova Z.A., Djansugurova L.B., Nesterova S.G., Mit N.V., Zhubanova A.A., Zhabbasov R.Zh., Baizhanov M.Kh., Kapysheva U.N., Bakhtiyarova Sh.K., Khussainova E.M., Cherednichenko O.G., Mussayeva A.S., Shadenova E.A., Bekmanov B.O. The problem of unutilized and banned pesticides in Kazakhstan (review). News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biological and medical. Volume 4, Number 328 (2018), 86 – 96.
- 3 Козак М. Ф. Марченко Н. В. Цитогенетические эффекты воздействия антропогенного загрязнения вод нижней Волги: Монография. – Астрахань. Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – 116 стр.
- 4 Колумбаева С.Ж., Д.А. Бегимбетова, А.В. Ловинская, А.М. Калимагамбетов. Исследование *Citellus fulvus* в загрязненных фенилпирозолами биотопах // Экология. – 2013, № 3. – С. 216–220.
- 5 Гершензон С.М. Мутации. – Киев, 1991. – С. 111-125.
- 6 Тарасов В. А. Принципы качественной и количественной оценки генетической опасности химических веществ. Мутагены и канцерогены окружающей среды и наследственность человека: доклады международного симпозиума. – М., 1994. – С. 3-66.
- 7 Бегимбетова Д.А., Колумбаева С.Ж., Бланшо Э., Ловинская А.В. Изучение содержания фипронил-сульфона в тканях крыс при остром и подостром воздействии // Вестник КазНУ. Серия экологическая. № 1 (24) 2009. – С. 59-64.
- 8 Ловинская А. В., С. Ж. Колумбаева, О. Л. Коломиец, С. К. Абилов. Генотоксическое действие пестицида фипронил на соматические и генеративные клетки мышей // Генетика, 2016, том 52, № 5. – С. 561–568.
- 9 Левицкий Е.Л., А.Н. Марченко, Ю.И.Губский. Механизмы генотоксичности фосфорорганических соединений// Современные проблемы токсикологии. – 1998. – №1. – С.47-50.
- 10 Preeti Bagri & S. K. Jain. Assessment of acetamiprid-induced genotoxic effects in bone marrow cells of Swiss albino male mice // Drug and Chemical Toxicology – 2018. Vol. 42, No 4, – P. 357-363.
- 11 Medina-Buelvas D., E. Estrada-Muñiz, M. Flores-Valadez, L. Vega. Genotoxic and immunotoxic effects of the organophosphate metabolite T diethyldithiophosphate (DEDTP) in Vivo // Toxicology and Applied Pharmacology – 2019. Vol. 366, – P. 96-103.
- 12 Doha Yahia, Marwa F. Ali. Cytogenetic and genotoxic effects of penconazole and chlorpyrifos pesticides in bone marrow of rats // Journal of Advanced Veterinary Research – 2019. – Vol. 9, No 2, – P. 29-38
- 13 Doha Yahia, Marwa F. Ali, Doaa S. Abd El-Maguid. Estimation of Bone Marrow DNA Damage Induced by Lambda cyhalothrin and Dimethoate Insecticides using Alkaline Comet Assay // Journal of Advanced Veterinary Research – 2019. – Vol. 9, No 1, – P. 23-28
- 14 Ayla Çelik, Gizem Güler, Cuma Aktaş & Serap Yalin. Genotoxic action of Luna Experience-SC 400 fungicide on rat bone marrow // Biomarkers – 2019. Vol. 24, No 7, – P. 720-725.
- 15 Tsatsakis A, Docea AO, Constantin C, Calina D, Zlatian O, Nikolouzakis TK, Stivaktakis PD, Kalogeraki A, Liesivuori J, Tzanakakis G, Neagu M. Genotoxic, cytotoxic, and cytopathological effects in rats exposed for 18 months to a mixture of 13 chemicals in doses below NOAEL levels // Toxicology Letters – 2019. Vol. 316, – P. 154-170.
- 16 Malhi P.K. and I.S. Grover. Genotoxic effects of some organophosphorus pesticides. II. In vivo chromosomal aberration bioassay in bone marrow cells in rat // Mutation Research – 1987. Vol. 188, – P. 45-51.
- 17 Илюшина Н. А. Егорова О.В., Аверьянова Н.С., Масальцев Г.В., Ракитский В.Н. Генотоксичность модельных комбинаций действующих веществ пестицидов в тестах на бактериях *Salmonella typhimurium* и эритроцитах костного мозга мышей *in vivo* // Здоровоохранение Российской Федерации – 2019. – Том 63, № 4. – С. 193-198.
- 18 Katarína Šiviková, Beáta Holečková, Viera Schwarzbacherová, Martina Galdíková, Ján Dianovský, Potential chromosome damage, cell-cycle kinetics/and apoptosis induced by epoxiconazole in bovine peripheral lymphocytes in vitro // Chemosphere Volume – 2018. Vol. 193, – P. 82-88.
- 19 Martina Galdíková, Beáta Holečková, Katarína Šiviková, Viera Schwarzbacherová, Simona Koleničová. Evaluating the genotoxic damage in bovine whole blood cells in vitro after T exposure to thiacloprid // Toxicology in Vitro – 2019. Vol. 61.

- 20 Ficová, I., Galdíková, M. Testing the potential clastogenic/ cytotoxic effects of pesticide calypso 480 scfolia veterinaria, 61, 3: 47–51, 2017.
- 21 BeátaHolečková. Evaluation of the in vitro effect of glyphosate-based herbicide on bovine lymphocytes using chromosome painting// Bull Vet InstPulawy 50, 533-536, 2006.
- 22 Lioi M.B. , M.R. Scarfi, A. Santoro, R. Barbieri, O. Zeni, D. Di Berardino, M.V. Ursini.Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro//Mutation Research 403 1998 13–20.
- 23 О внесении изменений в приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 24 июня 2015 года № 15-1/565 «Об утверждении стандарта государственной услуги «Государственная регистрация пестицидов (ядохимикатов)».
- 24 Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ. Подготовлено для МПХБ Международной комиссией по защите от мутагенов и канцерогенов окружающей среды. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде, Международной организации труда и Всемирной организации здравоохранения. – Женева, 1989. – 211 с.
- 25 Жапбасов Р., Жансүгірова Л.Б., Жомартов А.М., Досыбаев Қ.Ж. «Сүтқоректі жануарлардың соматикалық клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейін қоршаған ортаның экологиялық жағдайына генотоксикалық тұрғыдан сипаттама беруге пайдалану» //Әдістемелік нұсқау. – Алматы Қазақ университеті, 2017. – 74 бет.
- 26 Васильев С.А., Тимошевский В.А., Лебедев И.Н. Анеугенный эффект ионизирующего излучения в соматических клетках млекопитающих и человека // Генетика. – 2009. Т.45. N 12. – С. 1589-1599.
- 27 Рябконов Н.И. Биологические эффекты в природных популяциях мелких грызунов на территориях, загрязненных радионуклидами. Частота полиплоидных клеток костного мозга у рыжей полевки в разные годы после Чернобыльской катастрофы // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. Т. 39. №6. – С. 613-618.

References

- 1 Nurzhanova A.A. Ekologo–geneticheskiye aspekty toksichnosti i mutageneza pestitsidov. Almaty. 2007. 161s.
- 2 A. A. Nurzhanova, Z. A. Inelova, L. B. Djansugurova, S. G. Nesterova, N. V. Mit, A. A. Zhubanova, R. Zh. Zhapbasov, M. Kh. Baizhanov, U. N. Kapysheva , Sh. K. Bakhtiyarova, E. M. Khussainova, O. G. Cherednichenko, A. S. Mussayeva, E. A. Shadenova, B. O. Bekmanov. The problem of unutilized and banned pesticides in Kazakhstan (review). News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Seriesofbiologicalandmedical. Volume 4, Number 328 (2018), 86 – 96.
- 3 Kozak M. F. Marchenko N. V. Tsitogeneticheskiye efekty vozdeystviya antropogenogo zagryazneniya vod nizhney Volgi. Monografiya. Astrakhan. Izdatelskiy dom «Astrakhanskiy universitet». 2008.116 str.
- 4 S.Zh. Kolumbayeva. D.A. Begimbetova. A.V. Lovinskaya. A.M. Kalimagambetov. Issledovaniye Sitellus fulvus v zagryaznennykh fenilpirazolami biotopakh.Ekologiya. 2013. № 3. s. 216–220.
- 5 Gershenson S.M. Mutatsii. Kiyev. 1991. – S. 111-125.
- 6 Tarasov V. A. Printsipy kachestvennoy otsenki geneticheskoy opasnosti khimicheskikh veshchestv. Mutageny i kantserogeny okruzhayushchey sredy i nasledstvennost cheloveka: doklady mezhdunarodnogo simpoziuma. M.. 1994. S. 3-66.
- 7 Begimbetova D.A.. Kolumbayeva S.Zh.. Blansho E.. Lovinskaya A.V. Izucheniye sodержaniya fipronil-sulfona v tkan-yakh krysa pri ostrom i podostrom vozdeystvii. Vestnik Kaznu. Seriya ekologicheskaya. № 1 (24) 2009 g. str. 59-64.
- 8 A. V. Lovinskaya. S. Zh. Kolumbayeva. O. L. Kolomiyets. S. K. Abilev. Genotoksicheskoye deystviye pestitsida fipronila na somaticheskoye i generativnyye kletki myshey. Genetika. 2016. tom 52. № 5. s. 561–568
- 9 E.L. Levitskiy. A.N. Marchenko. Yu.I.Gubskiy. Mekhanizmy genotoksichnosti fosfororganicheskikh soyedineniy// Sovremennyye problemy toksikologii.-1998.-№1.-S.47-50.
- 10 Preeti Bagri & S. K. Jain. Assessment of acetamidrid-induced genotoxic effects in bone marrow cells of Swiss albino male mice // Drug and Chemical Toxicology – 2018. Vol. 42, No 4, – P. 357-363.
- 11 D. Medina-Buelvas, E. Estrada-Muñiz, M. Flores-Valadez, L. Vega. Genotoxic and immunotoxic effects of the organophosphate metabolite T diethyldithiophosphate (DEDTP) in Vivo // Toxicology and Applied Pharmacology – 2019. Vol. 366, – P. 96-103.
- 12 Doha Yahia, Marwa F. Ali. Cytogenetic and genotoxic effects of penconazole and chlorpyrifos pesticides in bone marrow of rats // Journal of Advanced Veterinary Research – 2019. – Vol. 9, No 2, – P. 29-38
- 13 Doha Yahia, Marwa F. Ali, Doaa S. Abd El-Maguid. Estimation of Bone Marrow DNA Damage Induced by Lambda cyhalothrin and Dimethoate Insecticides using Alkaline Comet Assay // Journal of Advanced Veterinary Research – 2019. – Vol. 9, No 1, – P. 23-28
- 14 Ayla Çelik, Gizem Güler, Cuma Aktaş & Serap Yalin. Genotoxic action of Luna Experience-SC 400 fungicide on rat bone marrow // Biomarkers – 2019. Vol. 24, No 7, – P. 720-725.
- 15 Tsatsakis A, Docea AO, Constantin C, Calina D, Zlatian O, Nikolouzakis TK, Stivaktakis PD, Kalogeraki A, Liesivuori J, Tzanakakis G, Neagu M. Genotoxic, cytotoxic, and cytopathological effects in rats exposed for 18 months to a mixture of 13 chemicals in doses below NOAEL levels // Toxicology Letters – 2019. Vol. 316, – P. 154-170.
- 16 P.K. Malhi and I.S. Grover. Genotoxic effects of some organophosphorus pesticides. II. In vivo chromosomal aberration bioassay in bone marrow cells in rat // Mutation Research – 1987. Vol. 188, – P. 45-51.
- 17 Ilyushina N. A. Egorova O.V.. Averianova N.S.. Masaltsev G.V.. Rakitskiy V.N. Genotoksichnost modelnykh kombinatsiy deystvuyushchikh veshchestv pestitsidov v testakh na bakteriyakh Salmonella typhimurium i eritrotsitakh kostnogo mozga myshey in vivo // Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii – 2019. – Tom 63. № 4. – С. 193-198.
- 18 Katarína Šiviková, Beáta Holečková, Viera Schwarzbacherová, Martina Galdíková, Ján Dianovský, Potential chromosome damage, cell-cycle kinetics/and apoptosis induced by epoxiconazole in bovine peripheral lymphocytes in vitro // Chemosphere Volume – 2018. Vol. 193, – P. 82-88.
- 19 Martina Galdíková, Beáta Holečková, Katarína Šiviková, Viera Schwarzbacherová, Simona Koleničová. Evaluating the genotoxic damage in bovine whole blood cells in vitro after T exposure to thiacloprid // Toxicology in Vitro – 2019. Vol. 61.

- 20 Ficová, I., Galdíková, M. Testing the potential clastogenic/ cytotoxic effects of pesticide calypso 480 scfolia veterinaria, 61, 3: 47–51, 2017.
- 21 BeátaHolečková. Evaluation of the in vitro effect of glyphosate-based herbicide on bovine lymphocytes using chromosome painting// Bull Vet InstPulawy 50, 533-536, 2006.
- 22 M.B. Lioi, M.R. Scarfi, A. Santoro, R. Barbieri, O. Zeni, D. Di Berardino, M.V. Ursini. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro//Mutation Research 403 1998 13–20.
- 23 O vnesenii izmeneniy v prikaz Ministra selskogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan ot 24 iyunya 2015 goda № 15-1/565 «Ob utverzhenii standartov gosudarstvennoy uslugi «Gosudarstvennaya registratsiya pestitsidov (yadokhimikatov)».
- 24 Rukovodstvo p o kratkosrochnym testam dlya vyyavleniya mutagennykh i kantserogenykh khimicheskikh veshchestv. Podgotovleno dlya MPKbB Mezhdunarodnoy komissiyey po zashchite ot mutagenov i kantserogenov okruzhayushchey sredy. Sovmestnoye izdaniye Programmy OON po okruzhayushchey srede. Mezhdunarodnoy organizatsii truda i Vsemirnoy organizatsii zdravookhraneniya. Zheneva. 1989.-211 s.
- 25 Zhapbasov R., Zhansugirova L.B., Zhomartov A.M., Dosybayev ?.Zh. «Sutkorekti zhanuarlardyn somatikalyk kletkalarlyndagy tsitogenetikalyk turaksyzdyk dengeyin korshagan ortanyn ekologiyalyk zhagdayyna genotoksikalyk turgydan sipattama beruge paydalanu» // Adistemelik nuskau. – Almaty Kazak universiteti. 2017. – 74 bet.
- 26 Vasilyev S.A., Timoshevskiy V.A., Lebedev I.N. Aneugennyy effekt ioniziruyushchego izlucheniya v somaticheskikh kletkakh mlekpitayushchikh i cheloveka. / Genetika. 2009. T.45. N 12. S.1589-1599.
- 27 Ryabokon N.I. Biologicheskiye efekty v prirodnykh populyatsiyakh melkikh gryzunov na territoriyakh. zagryaznennykh radionuklidami. Chastota poliploidnykh kletok kostnogo mozga u ryzhey polevki v raznyye gody posle Chernobylskoy katastrofy / Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. – 1999. T. 39. №6. S. 613-618.

4-бөлім
ЗООЛОГИЯ

Section 4
ZOOLOGY

Раздел 4
ЗООЛОГИЯ

Т.О. Алтынбек^{1*}, П.А. Есенбекова²

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²ҚР БҒМ ҒК «Зоология институты» РМК, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: tolganay.altynbek@mail.ru

ШАРЫН МҰТП СУ ЖАРТЫЛАЙ ҚАТТЫҚАНАТТЫЛАРЫНЫҢ (HETEROPTERA) БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі территориясында 2018–2019 жылдары жүргізілген зерттеу жұмыстары нәтижесінде су жартылай қаттықанаттыларының 11 тұқымдасына жататын 67 түрі табылды. Түр саны жағынан Corixidae (27 түр, 40%), Gerridae (9 түр, 13%), Saldidae (17 түр, 25%) тұқымдастары басым, қалған 6 тұқымдастарда 1–2 түрден ғана кездесті. Saldidae тұқымдасынан *Salda sahlbergi* Reuter, 1870 Қазақстанда алғаш рет кездесіп отыр. Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі су жартылай қаттықанаттылары қоректік байланысы жағынан зоофитофагтар – 27 түр, 40% және зоофагтар – 40 түр, 60% анықталды. Олар экологиясына қарай келесідей топтарға бөлінеді: перифитон, нектон, плейстон және супралитораль, ал жылына беретін ұрпақ санына қарай үш топқа бөлінетіні анықталды, демек жылына бірнеше рет ұрпақ беретін түрлер саны – 13 (19%), жылына екі рет ұрпақ беретін түрлер саны – 8 (12%), ал жылына бір рет ұрпақ беретін түрлер саны – 46 (69%) болып отыр. Қыстайтын сатылары: ересек даралары – 59 түр (88%), дернәсілдері – 3 түр (5%) және жұмыртқалары – 5 түр (7%).

Түйін сөздер: су жартылай қаттықанаттылары, Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан.

T.O. Altynbek^{1*}, P.A. Esenbekova²

¹Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

²Institute of Zoology KN MES RK, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: tolganay.altynbek@mail.ru

Biological and ecological peculiarities of aquatic semioplera (Heteroptera) of the sharyn snnp

As a result of a study on the territory of the Sharyn SNNP in 2018–2019. 72 species of 13 families of aquatic hemiptera insects were identified. Among them, a large number of species stand out. Corixidae (27 species, 40%), Saldidae (10 species, 25%), Gerridae (9 species, 13%), in the remaining 8 families only 1–3 species are known. *Salda sahlbergi* Reuter from the Saldidae family, 1870, was first recorded in Kazakhstan. By trophic links, zoophages predominate – 40 species, 60%; zoophytophages – 27 species, 40%. According to their association with habitats, aquatic hemiptera are subdivided into several groups: periphyton, nekton, pleiston, and supralittoral. Depending on the number of offspring per year, aquatic hemiptera of the Charyn State National Research and Production Enterprise is divided into three groups, which means that the number of species that reproduce several times a year is 13 (19%), twice a year – 8 species (12%), one once a year – 46 species (69%). Stages of wintering of aquatic hemiptera: adults – 59 species (88%), larvae – 3 species (5%), eggs – 5 species (7%).

Key words: aquatic hemiptera, Charyn State National Natural Park, South-East Kazakhstan.

T.O. Алтынбек^{1*}, П.А. Есенбекова²

¹Казахский национальный педагогический университет им Абая, Казахстан, г. Алматы

²РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: tolganay.altynbek@mail.ru

Биологические и экологические особенности водных полужесткокрылых (Heteroptera) Чарынского ГНПП

В результате исследования на территории Чарынского ГНПП в 2018–2019 гг. было выявлено 72 вида, относящихся к 13 семействам водных полужесткокрылых насекомых. Среди них большим количеством видов выделяется сем. Corixidae (27 видов, 40%), Saldidae (10 видов, 25%), Gerridae (9 видов, 13%), в остальных 8 семействах известно всего по 1–3 вида. *Salda sahlbergi* Reuter из семейства Saldidae, 1870 г., впервые отмечен в Казахстане. По трофическим связям

преобладают зоофаги – 40 видов, 60%; зоофитофаги – 27 видов, 40%. По приуроченности к местам обитания водные полужесткокрылые подразделяются на несколько групп: перифитон, нектон, плейстон и супралитораль. В зависимости от количества потомков в год водные полужесткокрылые Чарынского ГНПП делятся на три группы, а это означает, что количество видов, которые размножаются несколько раз в год, – 13 (19%), два раза в год – 8 видов (12%), один раз в год – 46 видов (69%). Этапы зимовки водных полужесткокрылых: взрослые особи – 59 видов (88%), личинки – 3 вида (5%), яйца – 5 видов (7%).

Ключевые слова: водные полужесткокрылые, Чарынский государственный национальный природный парк, Юго-Восточный Казахстан.

Кіріспе

Мақаланы жазуға негіз болып отырған 2018-2019 жылдары Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі территориясындағы жүргізілген зерттеу жұмыстары. Зерттеу жұмыстары Шарын және Темірлік өзендері, осы өзендер жайылмасындағы тоқтау және ағысы баяу түрлі су қоймаларында жүргізіліп, су және су жағасындағы жартылай қаттықанаттылар немесе су қандалалары (Heteroptera) жиналды.

Жартылай қаттықанаттылар немесе қандалалар (Hemiptera, Heteroptera) – түрі мен дене мөлшері әртүрлі құрлық және су насекомдары. Жартылай қаттықанаттылар ішінде жыртқыш түрлер (зоофаг) және аралас қоректі, яғни жануар мен өсімдік қоректі (зоофитофаг) түрлер де кездеседі, олар зиянды насекомдармен қоректеніп, қоршаған ортаға көп пайда келтіреді.

Зерттеу әдістері

Жартылай қаттықанаттылар жалпыға ортақ келесі әдістер [1-5] бойынша жиналды: арнайы энтомологиялық су сүзгісі; ұсақ насекомдарды эксгаустер арқылы жинау; түнгі жарыққа ұшып келгендерін ұстау (арнайы жарық көздері, автокөлік жарықтары, т.б. пайдаланылды). Суда

және судың қалың қабатында тіршілік ететін жартылай қаттықанаттылар судан су сүзгісі арқылы жиналды. Су беті мен су өсімдіктерінің жартылай қаттықанаттылары су сүзгісінің көмегімен, сонымен қатар тікелей судан алынған өсімдіктерді (жапырағын, сабағын) қарау жолымен жиналды.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу жұмыстары нәтижесінде су жартылай қаттықанаттыларының 11 тұқымдасына жататын 67 түрі табылды. Жиналған жартылай қаттықанаттылардың тұқымдастарын анықтауда, биологиялық, экологиялық және таралуы жайлы мәліметтерді қарауда мына авторлар еңбектері қолданылды: Кержнер И.М., Ячевский Т.Л. (1964), Кержнер И.М. (1977), Канюкова Е.В. (1982, 2006), Papacek (1987, 1989), Papacek M., Soldan (1987), Dolling (1991), Wroblewski (1958), Southwood, Leston (1959), Винокуров Н.Н. и др. (1988), Theiss (1983), Jansson (1969, 1986), Jaczewski (1960), Kovac (1993), Lindskog (1974), Саулич А.Х., Мусолин Д.Л. (2007), Прокин А.А. (2008) [6-25].

Төменде зерттеу жұмыстары нәтижесінде табылған су жартылай қаттықанаттыларының аннотациялық тізімі беріліп отыр (кесте 1).

1-кесте – Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі су жартылай қаттықанаттыларының таксондық құрамы мен биологиясы

тұқымдас	түр	қоректік байланысы	жылына ұрпақ беруі	қыстайтын сатысы
1	2	3	4	5
Nepidae	<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)	зоофаг	моновольтинді	имаго
Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)	зоофаг	моновольтинді	имаго
Notonectidae	<i>Notonecta glauca glauca</i> Linnaeus, 1758	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Notonecta reuteri reuteri</i> Hungerford, 1928	зоофаг	моновольтинді	жұмыртқа
	<i>Notonecta viridis</i> Delcourt, 1909	зоофаг	моновольтинді	имаго

тұқымдас	түр	қоректік байланысы	жылына ұрпақ беруі	қыстайтын сатысы
1	2	3	4	5
Pleidae	<i>Plea minutissima minutissima</i> Leach, 1817	зоофаг	моновольтинді	имаго
Hydrometridae	<i>Hydrometra gracilentata</i> Horvath, 1899	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Hydrometra stagnorum</i> (Linnaeus, 1758)	зоофаг	моновольтинді	имаго
Corixidae	<i>Cymatia rogenhoferi</i> (Fieber, 1804)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Callicorixa praeusta praeusta</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Callicorixa producta producta</i> (Reuter, 1880)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Corixa affinis</i> Leach, 1817	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Corixa dentipes</i> Thomson, 1869	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Corixa punctata</i> (Illiger, 1807)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Sigara nigrolineata nigrolineata</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Sigara striata</i> (Linnaeus, 1758)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Sigara distincta</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Sigara falleni</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	бивольтинді	имаго
	<i>Sigara fallenoidea</i> (Hungerford, 1926)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Sigara longipalis</i> (J.Sahlberg, 1878)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Sigara limitata limitata</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Sigara semistriata</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Sigara assimilis</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Sigara lateralis</i> (Leach, 1817)	зоофитофаг	бивольтинді	имаго
	<i>Micronecta pusilla</i> (Horvath, 1895)	зоофитофаг	моновольтинді	дернәсіл
	<i>Micronecta griseola</i> Horvath, 1899	зоофитофаг	моновольтинді	дернәсіл
	<i>Micronecta minutissima</i> (Linnaeus, 1758)	зоофитофаг	моновольтинді	дернәсіл
	<i>Cymatia bonsdorffii</i> (C.R.Salberg, 1819)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Cymatia coleoprata</i> (Fabricius, 1777)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Cymatia rogenhoferi</i> (Fieber, 1804)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Hesperocorixa linnaei</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Paracorixa concinna concinna</i> (Fieber, 1848)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Paracorixa kiritshenkoi</i> (Lundbland, 1933)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго
<i>Paracorixa caspica</i> (Horvath, 1878)	зоофитофаг	моновольтинді	имаго	
Mesoveliidae	<i>Mesovelia furcata</i> Mulsant & Rey, 1852	зоофаг	поливольтинді	жұмыртқа
	<i>Mesovelia thermalis</i> Horvath, 1915	зоофаг	поливольтинді	жұмыртқа
Veliidae	<i>Microvelia buenoi</i> Drake, 1920	зоофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Microvelia reticulata</i> (Burmeister, 1835)	зоофаг	поливольтинді	имаго
Gerridae	<i>Aquarius paludum paludum</i> (Fabricius, 1794)	зоофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Gerris argentatus</i> Schummel, 1832	зоофаг	бивольтинді	имаго
	<i>Gerris lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	зоофаг	поливольтинді	имаго
	<i>Gerris odontogaster</i> (Zetterstedt, 1828)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Gerris sahlbergi</i> Distant, 1879	зоофаг	бивольтинді	имаго
	<i>Gerris lateralis</i> Schummel, 1832	зоофаг	бивольтинді	имаго
	<i>Gerris costae costae</i> (Herrich-Schaffer, 1850)	зоофаг	бивольтинді	имаго
	<i>Gerris thoracicus</i> Schummel, 1832	зоофаг	бивольтинді	имаго
<i>Limnopus rufoscutellatus</i> (Latreille, 1807)	зоофаг	бивольтинді	имаго	

тұқымдас	түр	қоректік байланысы	жылына ұрпақ беруі	қыстайтын сатысы
1	2	3	4	5
Saldidae	<i>Macrosaldula jakowleffi</i> (Reuter, 1891)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Macrosaldula variabilis</i> (Herrich-Schaffer, 1835)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula arenicola arenicola</i> (Scholtz, 1847)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula fucicola</i> (J.Sahlberg, 1870)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula melanoscela</i> (Fieber, 1859)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula nitidula</i> (Puton, 1880)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula nobilis</i> (Horvath, 1884)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula opacula</i> (Zetterstedt, 1838)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula orthochila</i> (Fieber, 1859)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula pallipes</i> (Fabricius, 1794)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula palustris</i> (Douglas, 1874)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula pilosella pilosella</i> (Thomson, 1871)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Saldula saltatoria</i> (Linnaeus, 1758)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Salda littoralis</i> (Linnaeus, 1758)	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Salda muelleri</i> (Gmelin, 1790)	зоофаг	моновольтинді	жұмыртқа
	<i>Salda sahlbergi</i> Reuter, 1870	зоофаг	моновольтинді	имаго
	<i>Teloleuca pellucens</i> (Fabricius, 1779)	зоофаг	моновольтинді	жұмыртқа
Leptopodidae	<i>Erianotus lanosus</i> (Dufour, 1834)	зоофаг	моновольтинді	имаго

Зерттеу нәтижелерін талдау

Зерттеу нәтижелері бойынша Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының ішінде қоректік байланысы жағынан зоофагтарға жататын 40 түрі (60%), зоофитофагтарға жататын 27 түрі (40%) анықталды (1-кесте).

Жартылай қаттықанаттылардың маусымдық дамуы гетеродинамды. Олар шала түрленіп

дамиды (эпиморфоз), яғни жұмыртқа, дернәсіл, ересек дарасы даму сатыларынан өтеді. Дернәсілдері 5 даму сатысынан өтеді.

Популяция вольтинизмі түрдің таралу аймағының белгілі бөлігіндегі жыл сайынғы ұрпақ санын көрсетеді. Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының 13 түрі поливольтинді (19%), 8 түрі бивольтинді (12%), ал 46 түрі моновольтинді (69%) (2-кесте).

2-кесте – Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының вольтинизмі

Вольтинизм	Түр саны	%
поливольтинді	13	19
бивольтинді	8	12
моновольтинді	46	69
Барлығы:	67	100

2-кесте нәтижелері бойынша Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының жылына беретін ұрпақ санына қарай үш топқа бөлінетіні анықталды, демек жылына бірнеше рет ұрпақ беретін түрлер саны – 13 (19%), жылына екі рет

ұрпақ беретін түрлер саны – 8 (12%), ал жылына бір рет ұрпақ беретін түрлер саны – 46 (69%) болып отыр.

Жартылай қаттықанаттыларға дамудың әртүрлі сатыларында қыстау тән. Көпшілік түр-

лерінде қыстық диапауза имаго сатысында жүреді, бірақ кейбір түрлеріне, дернәсіл және жұмыртқа сатысында қыстау тән. Шарын МҰТП

су жартылай қаттықанаттыларының қыстайтын сатылары: ересек даралары, дернәсілдері және жұмыртқалары (3-кесте).

3-кесте – Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының қыстайтын сатыларының түр саны мен пайыздық мөлшері

Қыстайтын сатылары	Түр саны	%
Ересек дарасы	59	88
Дернәсілдері	3	5
Жұмыртқалары	5	7
Барлығы:	67	100

3-кесте нәтижесі бойынша Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының қыстайтын сатыларының ішінде ересек дарасы күйінде 59 түр (88%), демек түрлердің басым көпшілігі ересек дарасы күйінде қыстайды, 3 ғана түрдің дернәсілдері (5%) қыстайды, ал 5 түрдің жұмыртқалары (7%) қыстайды.

Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі су жартылай қаттықанаттылары экологиясына қарай келесідей топтарға бөлінеді: нектон, плейстон және супралитораль.

Нектон – су тереңдігінде тіршілік ететін түрлер, оған Nepidae, Naucoridae, Notonectidae,

Pleidae, Corixidae тұқымдас өкілдері жатады.

Плейстон – су бетінде тіршілік ететін түрлер, оған Hydrometridae және Gerridae тұқымдас өкілдері жатады.

Супралитораль – су жағалауында тіршілік ететін түрлер, оған Saldidae және Leptopodidae тұқымдас өкілдері жатады (4-кесте).

4-кесте нәтижесі бойынша Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттылары 3 экологиялық топтарға бөлінеді, олардың ішінде басым кездесетін нектон тобы 34 түр (51%), плейстон тобы 15 түр (22%) және супралитораль тобы 18 түр (27%).

4-кесте – Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының экологиялық топтары мен пайыздық мөлшері

Тұқымдас	Экологиясы	Түр саны	%	
Nepidae	нектон	2	34	51
Naucoridae	нектон	1		
Notonectidae	нектон	3		
Pleidae	нектон	1		
Corixidae	нектон	27	15	22
Hydrometridae	плейстон	2		
Mesoveliidae	плейстон	2		
Veliidae	плейстон	2		
Gerridae	плейстон	9	18	27
Saldidae	супралитораль	17		
Leptopodidae	супралитораль	1		
Барлығы		67	67	100

Қорытынды

Шарын МҰТП зерттеу нәтижесінде су жартылай қаттықанаттыларының 11 тұқымдасына жататын 67 түрі анықталды, түр саны жағынан

Corixidae (27 түр, 40%), Gerridae (9 түр, 13%), Saldidae (17 түр, 25%) тұқымдастары басым, қалған 6 тұқымдастарда 1-2 түрден ғана кездесті. Saldidae тұқымдасынан *Salda sahlbergi* Reuter, 1870 Қазақстанда алғаш рет кездесіп отыр. Та-

ралуы: Финляндия, Норвегия, С. Ресей, Швеция, С. Қытай, Корея, Моңғолия, Қиыр Шығыс, Канада, Қазақстан [13].

Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі су жартылай қаттықанаттылары қоректік байланысы жағынан зоофитофагтар – 27 түр, 40% және зоофагтар – 40 түр, 60% анықталды. Олар экологиясына қарай келесідей топтарға бөлінеді: перифитон, нектон, плейстон және

супралитораль, ал жылына беретін ұрпақ санына қарай үш топқа бөлінетіні анықталды, демек жылына бірнеше рет ұрпақ беретін түрлер саны – 13 (19%), жылына екі рет ұрпақ беретін түрлер саны – 8 (12%), ал жылына бір рет ұрпақ беретін түрлер саны – 46 (69%) болып отыр. Қыстайтын сатылары: ересек даралары – 59 түр (88%), дернәсілдері – 3 түр (5%) және жұмыртқалары – 5 түр (7%).

Әдебиеттер

- 1 Кириченко А.Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучения местных фаун. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 124 с.
- 2 Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М., 1971. – 424 с.
- 3 Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. – Воронеж, 1970. – С. 1-192.
- 4 Голуб В.Б., Колосова Д.А. и др. Энтомологические и фитопатологические коллекции. Их составление и хранение. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980. – 228 с.
- 5 Кулик С.А. Методы сбора и изучения полужесткокрылых насекомых (Heteroptera), обитающих на деревьях, кустарниках и травянистых растениях Сибири // Насекомые Восточной Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1978. – С. 7-19.
- 6 Кержнер И.М., Ячевский Т.Л. Отряд Heteroptera (Hemiptera) полужесткокрылые // Определитель насекомых европейской части СССР. – М.-Л.: Изд-во «Наука», 1964. – Т. 1. – С. 655-843.
- 7 Канюкова Е.В. Водные полужесткокрылые насекомые фауны России и сопредельных стран. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.
- 8 Кержнер И.М. Отряд полужесткокрылые, или клопы Heteroptera // В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. – Л., 1977. – С. 319-337.
- 9 Прокин, А. А. Водные полужесткокрылые и водомерки (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) Северо-Западного Кавказа: обзор фауны и ее зоогеографические особенности / А. А. Прокин, М. И. Шаповалов, М. А. Сапрыкин // Кавказский энтомологический бюллетень. – 2008. – 4(3). – С. 261-272.
- 10 Канюкова, Е. В. Водомерки (Heteroptera, Gerridae) фауны СССР / Е. В. Канюкова // Труды Зоологического ин-та АН СССР. – М., 1982. – Т. 105. – С. 62-93.
- 11 Саулич А.Х., Мусолин Д.Л. Сезонное развитие водных и околородных полужесткокрылых насекомых (Heteroptera). – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2007. – 203 с.
- 12 Винокуров Н.Н. Отряд Heteroptera (Hemiptera) – полужесткокрылые, или клопы // Н.Н. Винокуров, В.Б. Голуб, Е.В. Канюкова, И.М. Кержнер, Г.П.Чернова. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. – Л.: Наука, 1988. – Т. 2. – С. 727-930.
- 13 Aukema B., Rieger C. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha. Wageningen, the Netherlands: The Netherlands Entomological Society, 1995, xxvi + 222 p.
- 14 Papacek M. The ventrolateral thoracic region and thoracico-abdominal junction of *Plea minutissima* (Heteroptera, Pleidae). // Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke. – 1987. – Т. 51. – P. 199-213.
- 15 Papacek M. Zivotni cykly univoltinnich vodnich plastic (Heteroptera, Nepomorpha) v Ceskoslovensku [=Life cycles of univoltine water bugs (Heteroptera, Nepomorpha) in Czechoslovakia] // Prace Slov. Ent. Spol. SAV (Bratislava). – 1989. – Vol. 8. – P. 45-52 (in Czech, English summary).
- 16 Papacek M., Soldan T. Development of the female internal reproductive system of *Notonecta glauca* (Heteroptera: Notonectidae) and the life cycle in South Bohemia // Acta Entomol. Bohemoslov. – 1987. – Vol. 84. – № 3. – P. 161-180.
- 17 Dolling W.R. The Hemiptera. – Oxford: Oxford University Press (Natural History Museum Publication), 1991. – 274 p.
- 18 Jaczewski T. Corixidae (Heteroptera) from the Mongolian Peoples Republic and some adjacent regions // Fragmenta Faun., Warszawa. – 1960. – Т. 8. – № 20. – P. 307-314.
- 19 Jansson A. The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions // Acta Entomologica Fennica. – 1986. – Vol. 47. – 93 p.
- 20 Jansson A. Identification of larval Corixidae (Heteroptera) of northern Europe // Annls zool. fenn. – 1969. – Bd. 6. – S. 289-312.
- 21 Soutwood T.R., Leston L. Land and water bugs of the British Isles. – London. 1959. – 436 p.
- 22 Theiss J. Time-shifted mating periods in two closely related corixid species // Z. Natur. Sect. C: Biosciences. – 1983. – Vol. 38. – № 7-8. – P. 675-678.
- 23 Wroblewski A. The Polish species of the genus *Micronecta* Kirk. // Annales Zoologici (Warszawa). – 1958. – Vol. 17. – P. 247-381.

24 Kovac Damir. A Quantitative Analysis of Secretion-Grooming Behaviour in the Water bug *Plea minutissima* Leach (Heteroptera, Pleidae): Control by abiotic factors // International journal of behavioural biology Ethology. 1993. Volume 93. P. 41-61.

25 Lindskog P. Distributional and systematic notes on *Saldula fucicola* (J. Sahlb.) and some other shore bugs of eastern Fennoscandia (Heteroptera, Saldidae) // Notulae Entomol. – 1974. – Vol. 54. – P. 33-56.

References

1 Kirichenko A.N. (1957). Methods for collecting true half-winged animals and studying local faunas. M.-L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, pp. 1-124.

2 Fasulati K.K. (1971). Field study of terrestrial invertebrates. M.: VSH, pp. 1-424.

3 Paly, V.F. (1970). Methods of studying the fauna and phenology of insects. Voronezh, pp. 192.

4 Golub VB, Kolesova D.A. et al. (1980). Entomological and phytopathological collections. Their compilation and storage // Publishing house of VSU. – Voronezh, p. 1-228.

5 Kulik S.A. (1978). Methods for the collection and study of half-winged insects (Heteroptera), living on trees, shrubs and herbaceous plants of Siberia // Insects of Eastern Siberia and the Far East. Irkutsk, pp. 7-19.

6 Kerzhner I.M., Yachevsky T.L. Squad Heteroptera (Hemiptera) half-winged // Identifier of insects of the European part of the USSR. Publishing House “Science”. – M.-L. 1964. – T. 1. – p. 655-843.

7 Kanyukova E.V. Aquatic semi-winged insects of the fauna of Russia and neighboring countries. – Vladivostok: Dalnauka, 2006. p. 296.

8 Kerzhner I.M. Squad semi-winged, or Heteroptera bugs. In the book: Key to freshwater invertebrates in the European part of the USSR. L., 1977. pp 319-337.

9 Prokin, A.A. (2008). Aquatic semi-winged and water striders (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of the Northwest Caucasus: a review of the fauna and its zoogeographic features / A. A. Prokin, M. I. Shapovalov, M. A. Saprykin // Caucasian Entomological Bulletin. – 4 (3). – pp. 261-272.

10 Kanyukova, E.V. (1982). Water meters (Heteroptera, Gerridae) of the fauna of the USSR / E.V. Kanyukova // Transactions of the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR. – M., – T. 105. – pp. 62-93.

11 Saulich A.Kh., Musolin D.L. Seasonal development of aquatic and semi-aquatic half-winged insects (Heteroptera). – SPb.: Publishing House of St. Petersburg. University, pp. 1-203.

12 Vinokurov H.H. (1988). Order Heteroptera (Hemiptera) – half-winged, or bugs // H.H. Vinokurov, V.B. Golub, E.V. Kanyukova, I.M. Kerzhner, G.P. Chernova. Key to insects of the Far East of the USSR. – L.: Nauka, - T. 2. pp.727-930.

13 Aukema B., Rieger C. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha Gerromorpha and Leptopodomorpha. Wageningen, the Netherlands: The Netherlands Entomological Society, 1995. p. 222.

14 Papacek M. The ventrolateral thoracic region and thoracico-abdominal junction of *Plea minutissima* (Heteroptera, Pleidae). // Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke. – 1987. – T. 51. – P. 199-213.

15 Papacek M. Zivotni cykly univoltinnich vodnich plstic (Heteroptera, Nepomorpha) v Ceskoslovensku [=Life cycles of univoltine water bugs (Heteroptera, Nepomorpha) in Czechoslovakia] // Prace Slov. Ent. Spol. SAV (Bratislava). – 1989. – Vol. 8. – P. 45-52 (in Czech, English summary).

16 Papacek M., Soldan T. Development of the female internal reproductive system of *Notonecta glauca* (Heteroptera: Notonectidae) and the life cycle in South Bohemia // Acta Entomol. Bohemoslov. – 1987. – Vol. 84. – № 3. – P. 161-180.

17 Dolling W.R. The Hemiptera. – Oxford: Oxford University Press (Natural History Museum Publication), 1991. – 274 p.

18 Jaczewski T. Corixidae (Heteroptera) from the Mongolian Peoples Republic and some adjacent regions // Fragmenta Faun., Warszawa. – 1960. – T. 8. – № 20. – P. 307-314.

19 Jansson A. The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions // Acta Entomologica Fennica. – 1986. – Vol.47. – 93 p.

20 Jansson A. Identification of larval Corixidae (Heteroptera) of northern Europe // Annls zool. fenn. – 1969. – Bd. 6. – S.289-312.

21 Soutwood T.R., Leston L. Land and water bugs of the British Isles. – London. 1959. – 436 p.

22 Theiss J. Time-shifted mating periods in two closely related corixid species // Z. Natur. Sect. C: Biosciences. – 1983. – Vol. 38. – № 7-8. – P. 675-678.

23 Wroblewski A. The Polish species of the genus *Micronecta* Kirk. // Annales Zooogici (Warszawa). – 1958. – Vol. 17. – P.247-381.

24 Kovac Damir. A Quantitative Analysis of Secretion-Grooming Behaviour in the Water bug *Plea minutissima* Leach (Heteroptera, Pleidae): Control by abiotic factors // International journal of behavioural biology Ethology. 1993. Volume 93. P. 41-61.

25 Lindskog P. Distributional and systematic notes on *Saldula fucicola* (J. Sahlb.) and some other shore bugs of eastern Fennoscandia (Heteroptera, Saldidae) // Notulae Entomol. – 1974. – Vol. 54. – P. 33-56.

А.М. Кенжегалиев*, М.Б. Жаксыбаев

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, г. Алматы
*e-mail: arnur_1992@mail.ru

К ФАУНЕ ХИЩНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (НЕТЕРОПТЕРА) ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Полужесткокрылые, или клопы, представляют самый крупный отряд насекомых с неполным превращением. Основная часть полужесткокрылых является сухопутными, они обитают в почве, на различных частях растений, в лесной подстилке и др. Среди них много видов хищных или со смешанным питанием, но преобладают растительноядные формы; периодически размножаясь в массовом количестве, они наносят существенный вред лесным и сельскохозяйственным культурам. Некоторые полужесткокрылые, будучи хищниками, истребляют вредителей сельского и лесного хозяйства. Исследования проводились в 2019-2020 гг. в различных биотопах Юго-Восточного Казахстана. Для сбора насекомых применялись различные методы: отлов насекомых производился стандартным энтомологическим сачком, мелких насекомых эксгаустером, ручной сбор, отлавливание на свет и др. В результате проведенных исследований в исследуемом регионе было выявлено 32 вида хищных полужесткокрылых из 5 семейств. Среди них по видовому разнообразию преобладают представители семейства Nabidae – 11 видов (34%), Anthocoridae – 7 видов (23%), Pentatomidae – 6 видов (22%), а из сем. Reduviidae и Miridae – по 4 вида (по 12%). По экологическим особенностям выделены следующие группы: ксерофилы (3 вида, 9%), мезофилы (28 видов, 87%) и гигрофилы (1 вид, 4%). По жизненным циклам все виды хищных полужесткокрылых Юго-Восточного Казахстана разделены на 3 группы: моновольтинные виды – 24 (76%), бивольтинные – 4 (12%), поливольтинные – 2 (6%), число поколений неизвестно – 2 вида (6%). Среди них преобладают виды, зимующие в стадии имаго (22 вида, 69%), в стадии имаго и личинки (2 вида, 6%), в стадии яйца (8 видов 25%). *Picromerus lewisi* Scott, 1874 на территории Казахстана отмечен впервые.

Ключевые слова: фауна, хищные полужесткокрылые, Юго-Восточный Казахстан.

A.M. Kenzhegaliev*, M.B. Zhaksybaev

Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Kazakhstan, Almaty
*e-mail: arnur_1992@mail.ru

To the fauna of predatory Hemiptera (Heteroptera) of South-Eastern Kazakhstan

The Hemiptera, or bugs, are the largest order of insects with incomplete metamorphosis. The main part of hemiptera is terrestrial, they live in the soil, on various parts of plants, in the forest floor, etc. Among them there are many species of carnivorous or mixed food, but herbivorous forms predominate; periodically multiplying in large numbers, they cause significant damage to forest and agricultural crops. Some of the Hemiptera, being the predators that destroy the pests of agriculture and forestry. The research was conducted in 2019-2020 in various biotopes of South-Eastern Kazakhstan. Various methods were used to collect insects: catching insects was carried out with a standard entomological net, small insects with an exhauster, manual collection, catching in the light, etc. As a result of the conducted research, 32 species of predatory hemiptera from 5 families were identified in the study region. Among them, the species diversity is dominated by representatives of the family Nabidae – 11 species (34%), Anthocoridae – 7 species (23%), Pentatomidae – 6 species (22%), and from the families Reduviidae and Miridae – 4 species each (12% each). According to ecological features, the following groups are distinguished: xerophiles (3 species, 9%), mesophiles (28 species, 87%) and hygrophiles (1 species, 4%). According to life cycles, all species of predatory hemiptera of South-Eastern Kazakhstan are divided into 3 groups: monovoltine species – 24 (76%), bivoltine – 4 (12%), polyvoltine – 2 (6%), the number of generations is unknown – 2 species (6%). They are dominated by species wintering in the imago stage (22 species, 69%), in the imago and larval stage (2 species, 6%), in the egg stage (8 species, 25%). *Picromerus lewisi* Scott, 1874 was recorded in Kazakhstan for the first time.

Key words: fauna, predatory hemiptera, South-Eastern Kazakhstan.

А.М. Кенжегалиев*, М.Б. Жаксыбаев

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: arnur_1992@mail.ru

Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның жыртқыш жартылай қаттықанаттылар (Heteroptera) фаунасына

Жартылай қаттықанаттылар шала түрленіп дамитын насекомдардың ең үлкен тобы болып табылады. Жартылай қаттықанаттылардың негізгі бөлігі құрлық насекомдары, олар топырақта, өсімдіктердің әртүрлі бөліктерінде, орман жабынында және т.б. жерлерде тіршілік етеді. Олардың арасында жыртқыш немесе аралас қоректі көптеген түрлер бар, бірақ өсімдікқоректі түрлер басым; кейде жаппай көбейіп, олар орман мен егістіктерге айтарлықтай зиян келтіреді. Зерттеулер 2019-2020 жылдары Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның түрлі биотоптарында жүргізілді. Насекомдарды жинау үшін әртүрлі әдістер қолданылды: насекомдарды аулау стандартты энтомологиялық сүзгімен, ұсақ жәндіктерді эксгаустермен, қолмен жинау, жасанды жарық көзіне жинау және т.б. жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде зерттелген аймақта жыртқыш жартылай қаттықанаттылардың 5 тұқымдасына жататын 32 түрі анықталды. Олардың ішінде түр алуантүрлілігі бойынша басым тұқымдастар: Nabidae – 11 түр (34%), Anthocoridae – 7 түр (23%), Pentatomidae – 6 түр (22%), ал Reduviidae және Miridae тұқымдастарынан – 4 түрден (әрқайсысы 12%). Экологиялық ерекшеліктері бойынша келесі топтарға бөлінген: ксерофилдер (3 түр, 9%), мезофилдер (28 түр, 87%) және гигрофилдер (1 түр, 4%). Тіршілік айналымы бойынша Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның жартылай қаттықанаттылардың жыртқыш түрлерінің барлығы 3 топқа бөлінген: моновольгинді түрлер – 24 (76%), бивольгинді түрлер – 4 (12%), поливольгинді түрлер – 2 (6%), ұрпақтар саны белгісіз – 2 түр (6%). Олардың ішінде ересектер сатысында қыстайтын түрлер басым (22 түр, 69%), ересектер мен дернәсілдері сатысында (2 түр, 6%), жұмыртқа сатысында (8 түр, 25%). *Picromerus lewisi* Scott, 1874 Қазақстан аумағында алғаш рет кездесіп отыр.

Түйін сөздер: фауна, жыртқыш жартылай қаттықанаттылар, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан.

Введение

Полужесткокрылые насекомые – один из обширных отрядов, заселяющих самые разнообразные биотопы и играющих важную роль в биогеоценозах. Характерным признаком, свойственным всем представителям этого отряда, является их колюще-сосущий ротовой аппарат, имеющий вид хоботка, отходящего от переднего края головы и не срастающегося с переднегрудью. Размеры и форма тела у полужесткокрылых крайне изменчивы. Наряду с мелкими видами, длиной меньше 1 мм, есть очень крупные клопы, достигающие 10 см. Форма тела часто зависит от образа жизни клопов и характера тех условий среды, в которых они обитают. Основная часть полужесткокрылых является сухопутными, они обитают в почве, на различных частях растений, в лесной подстилке и др. Среди них много видов хищных или со смешанным питанием, но преобладают растительноядные формы; периодически размножаясь в массовом количестве, они наносят существенный вред лесным и сельскохозяйственным культурам. Некоторые полужесткокрылые, будучи хищниками, истребляют вредителей сельского и лесного хозяйства. Типичными хищными полужесткокрылыми являются

представители семейств Nabidae, Anthocoridae, Reduviidae, а также некоторые виды из семейств Pentatomidae, Miridae и др.

Цель настоящей работы – выявление биоразнообразия полужесткокрылых насекомых, населяющих территорию исследования, изучить экологические, биологические особенности и распространение видов полужесткокрылых насекомых на территории Юго-Восточного Казахстана.

Основой для данной работы послужили собственные сборы и полевые наблюдения авторов. Сборы материала проводились в 2019-2020 гг. в различных биотопах Юго-Восточного Казахстана.

Материалы и методы исследования

Изучение насекомых проведено по общепринятым энтомологическим методикам [1-3]. Для сбора насекомых применялись различные методы: отлов насекомых производился стандартным энтомологическим сачком, мелких насекомых эксгаустером, ручной сбор, отлавливание на свет и др. Самый распространенный способ сбора беспозвоночных с растений – это «кошение». «Кошением» не только собирают беспозвоночных, но и проводят количественные измерения:

сравнивают численность экземпляров какого-либо вида, попавших в сачок за определенное количество взмахов на различных участках (или на разных растениях), или проводят учеты изменения численности вида, проводя на одном и том же участке (или виде растения) кошение через определенный промежуток времени. Ночью летающие насекомые привлекаются источниками света. Особенно привлекательна ультрафиолетовая часть спектра. Помимо специальных светолушек, для этой цели используют также фары или лампу-переноску автомобиля, переносный фонарь и фонари освещения).

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже приводится аннотированный список выявленных видов исследуемого региона. Для каждого вида приведены точки и даты сборов, латинское название и краткие сведения по биологии и экологии.

Семейство Клопы охотники – Nabidae

Prostemma kiborti Jakovlev, 1889. Алматинская область, ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Жантогай, пойма р. Или, 24.06.2019, 2♀, 3♂; 05.06.2020, 2♀, 1♂; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 17.07.2019, 1♀, 2♂; Джунгарский Алатау, горы Кояндытау, ущ. Узынбулак, 28.07.2020, 2♀, 3♂.

Держится под камнями и в подстилке под растениями; ксерофил (на хорошо прогреваемых местах); зоофаг (питается клопами, личинки и взрослые Lygaeidae, личинки Pentatomidae) [4]; моновольтинный; зимует имаго.

Prostemma sanguineum (Rossi, 1790). Алматинская область, Балхашский район, окр. с. Миялы, пойма р. Или, 05.06.2019, 2♀, 1♂; Джунгарский Алатау, горы Кояндытау, ущ. Узынбулак, 28.07.2020, 1♀, 2♂. Держится под камнями, кустиками полыни, в подстилке; ксерофил (в сухих, хорошо прогреваемых открытых местах); зоофаг (мелкие насекомые, главным образом Lygaeidae) [4]; моновольтинный; зимует имаго.

Himacerus maracandicus (Reuter, 1890). Алматинская область, ГНПП «Алтын-Эмель», горы Шолак, ущ. Кызылауыз, 12.07.2019, 3♀, 2♂; Джунгарский Алатау, горы Кояндытау, ущ. Каинды, 14.07.2019, 2♀, 2♂; ущ. Узынбулак, 15.06.2019, 3♀, 1♂; 28-30.07.2020, 3♀, 2♂; Илейский Алатау, ур. Медеу, 12.07.2020, 1♂. Держится на высоких травянистых растениях, особенно зонтичных, на почве, иногда на кустах; мезофил (на высокотравных лугах и в зарослях кустарников в горах на высотах от 400 до 3000 м над у.м

[4]; зоофаг (мухами, тлями, клопами и их личинками); моновольтинный; зимует имаго.

Himacerus apterus (Fabricius, 1798). Джунгарский Алатау, горы Шолак, ущ. Тайгак, 01.08.2020, 1♂, 2♀; г. Алматы, ботсад, 15.06.2020, 3♂, 2♀; Плодовый сад, 12.07.2020, 3♂, 4♀; 27.07.2020, 2♂, 2♀+ 1 лич. III возр. В лиственных, хвойно-широколиственных и сосновых лесах, пойменных древесно-кустарниковых зарослях, личинки 1-го и 2-го возрастов держатся в траве, с 3-го возраста они переходят на кустарники, а затем и на деревья [4]; мезофил (поднимается в субальпийские луга); зоофаг (клещи и мелкие насекомые с мягкими покровами) [5, 6]; моновольтинный; зимуют яйца.

Nabis pallidus Fieber, 1861. Алматинская обл., ГНПП «Алтын-Эмель», пойма р. Или, 22-24.06.2019, 5♀, 5♂; 05.06.2020, 3♀, 7♂+ личинки III-IV возр. На тамариске; мезофил (степная и полупустынная зона); зоофаг (питается различными насекомыми); бивольтинный; зимуют имаго.

Nabis lineatus Dahlbom, 1851. Алматинская обл., Балхашский район, окр. с. Миялы, пойма р. Или, 3-6.08.2019, 3♀, 2♂; Енбекшиказахский район, с. Масак, пойма р. Чилик, 24.06.2019, 2♀, 1♂; 02.06.2020, 2♀, 3♂. Герпето-хортобионт; гигрофил (обитатель стабильных гигрофитных стадий); зоофаг (мелкие насекомые); вероятно, бивольтинный; зимуют яйца.

Nabis flavomarginatus Scholtz, 1847. ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Мынбулак, пойма р. Или, 22.06.2020, 2♀, 1♂; Джунгарский Алатау, хр. Шолак, ущ. Кызылауыз, 12.07.2020, 2♀, 3♂; Илейский Алатау, ур. Медеу, 12.07.2019, 3♀, 5♂. Широко распространен по лесной и лесолуговой зоне, в горы поднимается до 2000 м, в субальпийских лугах; мезофил (на мезофитных и сырых лугах); зоофаг (питается мелкими насекомыми); моновольтинный; зимует яйца [4].

Nabis brevis brevis Scholtz, 1847. Алматинская область, ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Жантогай, пойма р. Или, 22.07.2019, 2♀, 3♂; Джунгарский Алатау, горы Шолак, ущ. Кызылауыз, 12.08.2019, 1♀, 3♂; Хр. Кояндытау, ущ. Каинды, 27.07.2020, 2♀, 3♂; ущ. Узынбулак и Каинды, 28-30.07.2020, 3♀, 3♂; Левый берег р. Или, окр. с. Казахстан, 22.07.2020, 2♀, 3♂. Живет на лугах в травостое, преимущественно на злаковых; эвритопный мезофил, поднимается в горы до высоты 3600 м; зоофаг (широко многояден) [4]; моновольтинный; зимует имаго.

Nabis fesus (Linnaeus, 1758). Алматинская обл., Енбекшиказахский район, с. Масак, пой-

ма р. Чилик, 02.06.2019, 1♂, 2♀; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 14.07.2019, 5♂, 2♀; 22.06.2020, 9♂, 12♀+ личинки III возр.; Джунгарский Алатау, ущ. Тайгак, 27.07.2020, 3♂, 3♀; Хр. Кояндытау, ущ. Узынбулак и Каинды, 28-30.07.2020, 5♂, 2♀; г. Алматы, ботсад, 12.07.2019, 4♂, 3♀; 27.06.2020, 3♂, 3♀. Хортобионт; эвритоппный мезофил, приурочен главным образом к берегам рек, озер и родников, в горах до высоты 2500 м; зоофаг (широко многоядный вид, является самым полезным видом из полужесткокрылых в сельском хозяйстве; моновольтинный; зимует имаго.

Nabis punctatus punctatus A. Costa, 1847. Джунгарский Алатау, горы Кояндытау, ущ. Узынбулак, Тулькили и Каинды, 28-30.07.2020, 3♀, 4♂; Природный парк «Алтын-Эмель», окр. кордона Жантогай, пойма р. Или, 15.06.2019, 2♀, 2♂; 08.07.2019, 4♀, 3♂; 03.07.2020, 2♀, 3♂. На зерновых, бобовых и огородных культурах; ксерофил, проникает далеко за пределы степной зоны по остепненным склонам гор до высот 2500 м [4]; зоофаг; моновольтинный; зимует имаго.

Nabis rugosus (Linnaeus, 1758). Алматинская обл., Джунгарский Алатау, хр. Шолак, ущ. Тайгак, 12.07.2019, 3♀, 2♂; 16.06.2020, 2♀, 2♂; г. Алматы, ботсад, 12.07.2020, 1♀, 2♂. В различных биотопах на травянистой растительности; мезофил (лесная, лесостепная зона и в горах до 2000 м) [4]; зоофаг (питается тлями, личинками цикадок и другими насекомыми); моновольтинный, имуют имаго.

Семейство Хищники-крошки – Anthocoridae

Acomporis alpinus Reuter, 1875. Илейский Алатау, Большое Алматинское озеро, 23.07.2020, 2♀, 2♂. На хвойных деревьях, поднимается в горы до 1200 м н.у.м и выше; мезофил (в лесной зоне, большей части в горах); зоофаг (главным образом питается тлями); моновольтинный; зимует имаго.

Anthocoris angularis Reuter, 1884. Алматинская обл., Енбекшиказахский район, окр. с. Масака, пойма р. Чилик, 12.07.2020, 2♀, 2♂; 40 км от Капчагая, пойма р. Или, 16.08.2020, 3♀, 1♂. В долинах рек Или, Чилик, на облепихе, ивах и турангах; мезофил; зоофаг (листоблошками и личинками различных насекомых [7]); моновольтинный; зимует имаго.

Anthocoris confusus Reuter, 1884. Алматинская обл., Карасайский район, окр. с. Алатау, 16.06.2019, 3♀, 2♂; ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Мынбулак, Шыган, 16.07.2020, 1♀, 2♂. На различных лиственных, реже на хвойных деревьях, иногда на травянистых растениях; мезо-

фил; зоофаг (питается тлями, листоблошками, гусеницами бабочек); моновольтинный; зимует имаго [7].

Anthocoris limbatus Fieber, 1836. Алматинская обл., Балхашский район, окр. с. Миялы, пойма р. Или. 06.08.2019, 2♀, 1♂; Карасайский район, окр. с. Алатау, 16.07.2020, 2♀, 2♂; ГНПП «Алтын-Эмель», окр. кордона Шыган, 16.08.2020, 1♀, 1♂. В осиново-березовых колках, поймах рек, а также смешанных лесах, на ивах; мезофил (в пойменных ивняках и др.); зоофаг (питается мелкими насекомыми, их личинками и яйцами); моновольтинный; зимует имаго.

Anthocoris nemorum (Linnaeus, 1761). Алматинская обл., Карасайский район, окр. с. Жандосова, 15.07.2019, 1♀, 2♂; ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Мынбулак, 25.06.2019, 4♀, 3♂; Кордон Жантогай, пойма р. Или, 26.06.2019, 2♀, 2♂; Джунгарский Алатау, ущ. Кызылауыз, 21.07.2020, 1♀, 1♂; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 26.07.2020, 1♀, 3♂. На различных травянистых, кустарниковых и древесных растениях; мезофил, встречается в садах, где играет большую роль в регулировании численности вредителей яблони [8]; зоофаг (широкий полифаг); поливольтинный; зимует имаго. В Таджикистане собран на *Caragane* (в колонии личинок листоблошки *Psylla vera*), *Myricaria*, облепихе [9].

Anthocoris pilosus (Jakovlev, 1877). Алматинская обл., ГНПП «Алтын-Эмель», в предгорьях Кояндытау, 18.07.2019, 4♀, 3♂; г. Алматы, ботсад, 22.06.2020, 1♀, 1♂; окр. с. Алатау, 24-26.07.2020, 5♀, 7♂. В горах встречается в большом количестве на травянистых растениях, кустарниках и на лиственных деревьях, мезофил; зоофаг (питается тлями, личинками листоблошек, трипсами и др.), является одним из основных врагов разных видов тлей на древесных и кустарниковых породах; поливольтинный; зимует имаго.

Anthocoris nemoralis (Fabricius, 1794). Алматинская обл., Карасайский район, окр. с. Алатау, 19.07.2019, 4♀, 4♂; ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Шыган, 12.07.2019, 2♀, 3♂; 16.08.2020, 2♀, 2♂; Илейский Алатау, ур. Медеу, 12.07.2019, 5♀, 3♂; 21.07.2020, 3♀, 4♂; Джунгарский Алатау, горы Кояндытау, ущ. Узынбулак, Тулькили и Каинды, 28-30.07.2020, 3♀, 5♂. Встречается в большой численности на различных лиственных плодовых деревьях, на кустарниках и травянистых растениях, мезофил; зоофаг (листоблошки, тли, гусеницы бабочек, клещи и яйцами клопов); бивольтинный или 2-3 поколения в год; зимует

имаго. Нередко взрослые и личинки встречались с *Stephanitis pyri* F. [10].

Семейство Хищницы – Reduviidae

Empicoris vagabundus (Linnaeus, 1758). Алматинская обл., Илейский Алатау, ур. Медеу, 12.06.2019, 1♀, 2♂; 15.07.2020, 2♀, 1♂. Дендробионт (на самых различных хвойных: сосна, пихта, ель, можжевельник, лиственница и лиственных деревьях); мезофил; зоофаг (тли, мелкие бабочки, комары); число поколений неизвестно; зимуют имаго и личинки старших возрастов.

Ectomocoris ululans (Rossi, 1790). Алматинская обл., Енбекшиказахский район, на пойме р. Шелек, 31.07.2020, 2♀, 1♂. Эпигеобионт; мезофил; зоофаг; число поколений неизвестно; зимуют имаго [11].

Rhynocoris annulatus (Linnaeus, 1758). Алматинская обл., Енбекшиказахский район, окр. с. Масак, пойма р. Шелек, 24.06.2020, 2♀, 3♂; Балхашский район, окр. с. Миялы, пойма р. Или, 10.06.2020, 1♀, 2♂; 20.06.2020, 2♀, 1♂; Илейский Алатау, ур. Медеу, 12.07.2020, 5♀, 3♂; 21.07.2020, 3♀, 4♂; Дендро-хортобионт (на деревьях: сосна, ель, можжевельник, береза, лещина, ольха, дуб, осина; на различных кустарниках и травянистой растительности); мезофил (лесная, лесостепная зоны, приречные леса); многоядный зоофаг (листоеды, осы, пчелы, гусеницы бабочек и др.); одно поколение в году; зимуют личинки IV-V возрастов. Зимовка личинок доказана полевыми наблюдениями [12, 13].

Rhynocoris iracundus (Poda, 1761). Алматинская обл., Карасайский район, окр. с. Жандосова, 15.07.2019, 1♀, 2♂; ГНПП «Алтын-Эмель», кордон Мынбулак, 25.06.2019, 4♀, 3♂; Кордон Жантогай, пойма р. Или, 26.06.2019, 2♀, 2♂; Джунгарский Алатау, ущ. Кызылауыз, 21.07.2020, 1♀, 1♂; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 26.07.2020, 1♀, 3♂. Дендро-хортобионт; мезофил (различные природные зоны: от остепненных долин и жарких, поросших редколесьем склонов предгорий и низкогорий до высокогорных лесных полей и субальпийских лугов до 2000 м, на равнинах на деревьях, кустарниках и травянистой растительности); зоофаг (подстерегают добычу на высоких цветущих растениях и охотно ловят различных насекомых: листоедов, ос, пчел, гусеницы бабочек и др.); одно поколение в году; зимуют личинки старших возрастов [11, 14]. Зимует в стадии личинки и имаго [15].

Семейство Слепняки – Miridae

Deraeocoris (Camptobrochis) lutescens (Schilling, 1830). Предгорье Илейского Алатау, окр. с. Алатау, 23.06.2020, 2♀, 2♂; р. Б. Алма-

тинка, 22.07.2020, 2♀, 3♂. Дендробионт (на различных лиственных и плодовых деревьях, кустарниках, реже на травянистых растениях); мезофил (в различных мезофитных биотопах, пойменных лугах, сад, лесополоса, лес); зоофаг (тли и др. мелкие насекомые; бивольтинный; зимуют имаго (под растительными остатками). В Молдавии более обычен на дубах и там в массе размножается [16].

Myrmecoris gracilis (R.F.Sahlberg, 1848). Заилыйский Алатау, ур. Ассы, 12.07.2019, 1♀, 2♂; окр. Большое Алматинское озеро, около 2500 м над ур. м., 22.07.2020, 2♀, 3♂. Хортобионт (на травянистых растениях); мезофил (под луговыми травами на склонах в высокогорье около 2500 м над ур. м.); зоофаг; моновольтинный; зимуют яйца.

Cyllecoridea decorata (Kiritshenko, 1931). Алматинская обл., Карасайский район, пойма р. Каскелен, 15.06.2020, 3♀, 1♂; окр. с. Каменки, 15.06.2020, 3♀, 4♂; г. Алматы, ботсад, 14.06.2001, 3♀, 3♂. Дендробионт (на яблоне, груше, березе, карагаче); мезофил; зоофаг: истребляет тлей; моновольтинный; зимуют яйца [16].

Pilophorus perplexus Douglas & Scott, 1875. Алматинская обл., 119 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 30.06.2020, 2♀, 3♂; Карасайский район, пойма р. Каскелен, 15.06.2020, 3♀, 1♂; окр. с. Каменки, 18.07.2020, 3♀, 2♂. Дендробионт (на лиственных породах и кустарниках: *Pyrus*, *Acer*, *Salix*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Alnus*); мезофил (степные мезофитные биотопы); зоофаг; моновольтинный; зимуют яйца [17].

Семейство Настоящие щитники – Pentatomidae

Arma custos (Fabricius, 1794). Окр. г. Алматы, 14.07.2020, 1♀, 2♂; ботсад г. Алматы, 23.08.2020, 2♀, 2♂; Алматинская область, Илийский район, с. Ынтымак, лесополоса, 10.08.2020, 2♀, 3♂; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 10.07.2020. Дендро-хортобионт (на одиночных деревьях и кустарниках, по склонам сухих холмов и гор, опушки, парки, затененные влажные и заболоченные участки леса, в пойменных лесах, особенно на иве *Salix* и ольхе *Alnus*); мезофил (смешанные мезофильные леса, в горах до 900-1300 м); зоофаг (питается различными мелкими членистоногими, чаще личинками жуков листоедов, активно ищут добычу); моновольтинный; зимуют имаго [9, 18].

Jalla dumosa (Linnaeus, 1758). Алматинская обл., Енбекшиказахский район, с. Масак, р. Чилик, 24.06.2020, 1♀, 1♂; 02.07.2020, 2♀,

2♂; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 8-14.06.2019, 5♀, 7♂; Предгорье Илейского Алатау, ущ. Аксай, 16.07.2020, 3♀, 2♂. Дендро-хортобионт (на различных древесных и травянистых растениях); мезофил (лесостепная зона, в горах в пределы субальпийских лугов, экологически связан с мезофитными участками разреженных лесов, лесными лугами); зоофаг (питается различными мелкими членистоногими); моновольтинный; зимуют имаго [19].

Picromerus bidens (Linnaeus, 1758). Илейский Алатау, ур. Медеу, 12.07.2019, 1♀, 2♂; 21.07.2020, 1♀, 1♂; Джунгарский Алатау, горы Кояндытау, ущ. Узунбулак, Тулькили и Каинды, 28-30.07.2020, 3♀, 2♂. Дендро-хортобионт (лесная зона, лесостепь, горно-лесной пояс, местами заходит в степи, широколиственные, смешанные и хвойные леса, в горы поднимается до верхней границы леса); мезофил (лесные луга, поляны, древесно-кустарниковой растительности речных долин, березово-осиновые колки, изредка на залежах и полях); зоофаг (различные мелкие членистоногие, может изредка питаться растительным соком); моновольтинный; зимуют яйца [20].

Picromerus lewisi Scott, 1874. 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, Кызылтанское лесничество, 15.06.2020, 2♀, 1♂. Дендро-хортобионт (на различных деревьях и травянистых растениях); мезофил (в долинах смешанных ле-

сах); зоофаг (различные мелкие членистоногие); моновольтинный; зимуют яйца. Распространение: Сибирь, Китай, Япония, Корея, Казахстан (отмечен впервые) [21, 22].

Rhacognatus punctatus (Linnaeus, 1758). Алматинская обл., Карасайский район, пойма р. Каскелен, 15.06.2020, 3♀, 2♂; окр. с. Каменки, 18.07.2020, 2♀, 2♂; Енбекшиказахский район, с. Масак, пойма р. Чилик. 02.07.2020, 2♀, 1♂. Дендро-хортобионт (лесная зона, лесостепь, горно-лесной пояс, в смешанных лесах, на *Salix*, *Betula*, осина, малина, крапива и др. растения); мезофил (увлажненные лесные луга, долины рек с древесно-кустарниковой растительностью); зоофаг (различные мелкие членистоногие); моновольтинный; зимуют имаго. Имаго нового поколения появляется в середине августа [23].

Troilus luridus (Fabricius, 1775). Алматинская обл., Балхашский район, окр. с. Миялы, 16.06.2020, 2♀, 3♂; 40 км от Капчагая вниз по течению р. Или, 06.08.2020, 1♀, 1♂. Дендро-тамнобионт (предпочитает смешанные леса, на древесно-кустарниковой растительности: береза, черемуха, ива, осина); мезофил (лесная зона, лесостепь, горно-лесной пояс); зоофаг (питается различными мелкими членистоногими, активно ищет добычу [24, 25]; моновольтинный; зимуют имаго.

В результате проведенных исследований было отмечено 32 вида хищных полужесткокрылых, относящихся к 5 семействам (таблица 1).

Таблица 1 – Таксономический состав хищных полужесткокрылых Юго-Восточного Казахстана

Вид	Экология	Вольтинизм	Зимующая стадия
Семейство Клопы охотники – Nabidae			
<i>Prostemma kiborti</i> Jakovlev, 1889	ксерофил	моновольтинный	имаго
<i>Prostemma sanguineum</i> (Rossi, 1790)	ксерофил	моновольтинный	имаго
<i>Himacerus maracandicus</i> (Reuter, 1890)	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Himacerus apterus</i> (Fabricius, 1798)	мезофил	моновольтинный	яйца
<i>Nabis pallidus</i> Fieber, 1861	мезофил	бивольтинный	имаго
<i>Nabis lineatus</i> Dahlbom, 1851	гигрофил	бивольтинный	яйца
<i>Nabis flavomarginatus</i> Scholtz, 1847	мезофил	моновольтинный	яйца
<i>Nabis brevis brevis</i> Scholtz, 1847	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Nabis punctatus punctatus</i> A.Costa, 1847	ксерофил	моновольтинный	имаго
<i>Nabis rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	моновольтинный	имаго
Семейство Хищники-крошки – Anthocoridae			
<i>Acomporcoris alpinus</i> Reuter, 1875	мезофил	моновольтинный	имаго

Вид	Экология	Вольтинизм	Зимующая стадия
<i>Anthocoris angularis</i> Reuter, 1884	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Anthocoris confusus</i> Reuter, 1884	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Anthocoris limbatus</i> Fieber, 1836	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Anthocoris nemorum</i> (Linnaeus, 1761)	мезофил	поливольтинный	имаго
<i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev, 1877)	мезофил	поливольтинный	имаго
<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)	мезофил	бивольтинный	имаго
Семейство Хищницы – Reduviidae			
<i>Empicoris vagabundus</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	число поколений неизвестно	имаго и личинки
<i>Ectomocoris ululans</i> (Rossi, 1790)	мезофил	число поколений неизвестно	имаго
<i>Rhynocoris annulatus</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	моновольтинный	личинки
<i>Rhynocoris iracundus</i> (Poda, 1761)	мезофил	моновольтинный	личинки и имаго
Семейство Слепняки – Miridae			
<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling, 1830)	мезофил	бивольтинный	имаго
<i>Myrmecoris gracilis</i> (R.F.Sahlberg, 1848)	мезофил	моновольтинный	яйца
<i>Cylloceria decorata</i> (Kiritshenko, 1931)	мезофил	моновольтинный	яйца
<i>Pilophorus perplexus</i> Douglas & Scott, 1875	мезофил	моновольтинный	яйца
Семейство Настоящие щитники – Pentatomidae			
<i>Arma custos</i> (Fabricius, 1794)	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Jalla dumosa</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Picromerus bidens</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	моновольтинный	яйца
<i>Picromerus lewisi</i> Scott, 1874	мезофил	моновольтинный	яйца
<i>Rhacognatus punctatus</i> (Linnaeus, 1758)	мезофил	моновольтинный	имаго
<i>Troilus luridus</i> (Fabricius, 1775)	мезофил	моновольтинный	имаго

Как видно из данных, представленных в таблице 1, по видовому разнообразию из выявленных клопов преобладают представители семейства Nabidae – 11 видов (34%), Anthocoridae – 7 видов (23%), Reduviidae – 4 вида (12%), Miridae – 4 вида (12%), Pentatomidae – 6 видов (22%). По экологическим особенностям выделены следующие группы: ксерофилы (3 вида, 9%), мезофилы (28 видов, 87%) и гигрофилы (1 вид, 4%). По жизненным циклам все виды хищных полужесткокрылых Юго-Восточного Казахстана разделены на 3 группы: моновольтинные виды – 24 (76%), бивольтинные – 4 (12%), поливольтинные – 2 (6%), число поколений неизвестно – 2 вида (6%). Среди них преобладают виды, зимующие в стадии имаго (22 вида, 69%), в стадии

имаго и личинки (2 вида, 6%), в стадии яйца 8 видов (25%).

Заключение

В результате исследований в 2019-2020 гг. в различных биотопах Юго-Восточного Казахстана выявлены 32 вида из 5 семейств полужесткокрылых. Среди них по видовому разнообразию преобладают представители семейства Nabidae – 11 видов, Anthocoridae – 7 видов, Pentatomidae – 6 видов, а из сем. Reduviidae и Miridae – по 4 вида. По экологическим особенностям выделены следующие группы: ксерофилы (3 вида), мезофилы (28 видов) и гигрофилы (1 вид). По жизненным циклам все виды хищных полужесткокрылых Юго-Восточного Ка-

захстана разделены на 3 группы: моновольтинные виды – 24, бивольтинные – 4, поливольтинные – 2, число поколений неизвестно – 2 вида. Среди них преобладают виды, зимующие в ста-

дии имаго – 22 вида, в стадии имаго и личинки – 2 вида, в стадии яйца – 8 видов. *Picromerus lewisi* Scott, 1874 на территории Казахстана отмечен впервые.

Литература

- 1 Кириченко А.Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучения местных фаун / А. Н. Кириченко. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 124 с.
- 2 Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. – Воронеж, 1970. – 192 с.
- 3 Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М., 1971. – 424 с.
- 4 Кержнер И.М. Полужесткокрылые семейства Nabidae // Фауна СССР. Насекомые хоботные. – Том XIII, вып. 2. – Л.: Наука, 1981. – 327 с.
- 5 Southwood T.R., Leston L. Land and water bugs of the British Isles. – London, 1959. – 436 p.
- 6 Koschel H. Zur Kenntnis der Raubwanze *Himacerus apterus* F. (Heteroptera, Nabidae). Teil. I, II. // Z. angew. Entomol. – 1971. – Bd. 68. – H. 1. – S. 1-24; H. 2. – S.113-137.
- 7 Элов Э.С. Полужесткокрылые сем. Anthocoridae (Heteroptera) Средней Азии и Казахстана // Энтомолог. обозр. – Л.: Изд-во «Наука», 1976. – Т. 55. – Вып. 2. – С. 369-380.
- 8 Винокуров Н.Н. Насекомые полужесткокрылые (Heteroptera) Якутии. – Л.: Наука, 1979. – 232 с.
- 9 Пучков В.Г. К экологии малоизученных видов полужесткокрылых европейской части СССР. Сообщ. II // Тр. Инст-та зоол. АН УССР. – 1961. – Т. 17. – С. 86-93.
- 10 Péricart J., Family Anthocoridae Fieber, 1836 – flower bugs, minute pirate bugs. In: Aukema B. & Rieger C. (eds): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region, vol. 2 -Netherlands Entomological Society, Amsterdam, 1996. – pp. 108-140.
- 11 Пучков В.Г. Полужесткокрылые. Хищницы. Фауна Украины. – Киев: Наукова думка, 1987. Т. 21. Вып. 5. – 248 с.
- 12 Greddler, P. V. M. Rhynchota Tirolensia I. Hemiptera heteroptera (Wanzen). // Verh. Zool. Bot. Ges. Wien. – 1870. – Bd. 20. – S. 69-108.
- 13 Priesner H., 1926-1928: Prodromus zur Hemipterenfauna von Oberösterreich. – Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie 21 (1926): 159-173, 22 (1927): 55-65, 23 (1928): 113- 120.
- 14 Putshkov P.V. & Putshkov V.G., 1996: Family Reduviidae Latreille, 1807 – assassin bugs. In: Aukema B. & Rieger C. (eds): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region, vol. 2 – Netherlands Entomological Society, Amsterdam, pp. 148-265.
- 15 Асанова Р.Б., Искаков Б.В. Вредные и полезные полужесткокрылые (Heteroptera) Казахстана. Определитель. – Алма-Ата: Издательство «Кайнар», 1977. – 204 с.
- 16 Пучков В.Г. Полужесткокрылые. Слепняки, или мириды (общий обзор группы) // Защиты растений. – 1973. № 12. – С. 33-36.
- 17 Josifov M. Einige neue Miriden aus Nordkorea (KDVR) (Heteroptera) // Reichenbachia. 1987. Bd. 24. – S. 115-122.
- 18 Кириченко А.Н. Фауна России и сопредельных стран. Насекомые полужесткокрылые (Insecta, Hemiptera). – СПб., 1913. Т. 1. Вып. 1. – 301 с.
- 19 Гидаятов Д.А. Полужесткокрылые группы пентатомоморфа Азербайджана. – Баку: Изд-во Элм., 1982. – 160 с.
- 20 Кержнер И.М. Новые и малоизвестные полужесткокрылые (Heteroptera) из Казахстана и других районов СССР // Тр. Зоол. инст-та АН СССР. (Новые виды насекомых фауны Казахстана). – 1964. – Т. 34. – С. 113-130.
- 21 Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. / Eds. B. Aukema, Chr. Rieger. Amsterdam. Netherlands Entomol. Soc., 2006. Vol. 5. – 415p.
- 22 Aukema, A., Ch. Rieger and W. Rabitsch. 2013. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. VI. Supplement. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, xxiii þ629 pp. ICZN. 1999. International code of zoological nomenclature. Fourth edition. International Trust for Zoological Nomenclature, London, 306 pp.
- 23 Josifov M. Heteroptera, Pentatomoidea. – Fauna Bulgarica. 1981. 12: 1-205.
- 24 Butler E.A. A Biology of the British Hemiptera-Heteroptera: i-vii, 1-682. Witherby, London. – 1923.
- 25 Thomas, D. B., Jr. Taxonomic synopsis of the Old World asopine genera (Heteroptera: Pentatomidae) // Insecta Mundi. – 1994. – Vol. 8(3-4). – P. 145-212.

References

- 1 Kirichenko A.N. (1957) Methods of collecting real hemiptera and studying local faunas / A. N. Kirichenko, Publishing House of the USSR Academy of Sciences. M., L. 124 p.
- 2 Paliy V.F. (1970) Methods of studying the fauna and phenology of insects. Voronezh. 192 p.
- 3 Fasulati K. K. Field study of terrestrial invertebrates. – M. 1971. – 424 p. Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
- 4 Kerzhner I.M. (1981) Hemiptera of the family Nabidae // Fauna SSSR. Proboscis insects. Volume XIII, issue 2. L.: Nauka. 327 p.
- 5 Southwood T.R., Leston L. (1959) Land and water bugs of the British Isles. London. 436 p.

- 6 Koschel H. (1971) Zur Kenntnis der Raubwanze *Himacerus apterus* F. (Heteroptera, Nabidae) . Teil. I, II. // Z. angew. Entomol. Bd. 68. H. 1. S. 1-24; H. 2. S.113-137.
- 7 Elov E.S. (1976) Hemiptera sem. Anthocoridae (Heteroptera) Central Asia and Kazakhstan // Entomol. Entomol. Nauka Publishing House, L., vol. 55, Issue 2, pp. 369-380.
- 8 Vinokurov N.N. (1979) Insects of hemiptera (Heteroptera) Yakutia. L.: Nauka. 232 p.
- 9 Puchkov V.G. (1961) On the ecology of poorly studied species of hemiptera of the European part of the USSR. Post. II // Tr. Inst-ta zool. AS of the UKRAINIAN SSR, vol. 17, pp. 86-93.
- 10 Péricart J. (1996) Family Anthocoridae Fieber, 1836 – flower bugs, minute pirate bugs. In: Aukema B. & Rieger C. (eds): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region, vol. 2 -Netherlands Entomological Society, Amsterdam, pp. 108-140.
- 11 Puchkov V.G. (1987) Hemiptera. Carnivores. Fauna of Ukraine // Kiev. Naukova dumka, vol. 21. 248 p.
- 12 Gredler, P.V. (1870) *Rhynchota Tirolensia* I. Hemiptera heteroptera (Wanzen). // Verh. Zool. Bot. Ges. Wien. Bd. 20, s. 69-108.
- 13 Priesner H. (1926-1928) Prodröm zur Hemipterenfauna von Oberösterreich. – Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie 21 (1926): 159-173, 22 (1927): 55-65, 23 (1928): 113- 120.
- 14 Putshkov P.V. & Putshkov V.G. (1996) Family Reduviidae Latreille, 1807 – assassin bugs. In: Aukema B. & Rieger C. (eds): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region, vol. 2 – Netherlands Entomological Society, Amsterdam, pp. 148-265.
- 15 Asanova R.B., Iskakov B.V. (1977) Harmful and useful hemiptera (Heteroptera) Kazakhstan. Determinant. Publishing House “Kainar”. Alma-Ata. 204 p.
- 16 Puchkov V.G. (1973) Hemiptera. Horseflies, or mirids (general overview of the group) // Plant protection, no. 12. pp. 33-36.
- 17 Josifov M. (1987) Einige neue Miriden aus Nordkorea (KDVR) (Heteroptera) // Reichenbachia. Bd. 24, s. 115-122.
- 18 Kirichenko A.N. (1913) Fauna of Russia and neighboring countries. Insects of Hemiptera (Insecta, Hemiptera). St. Petersburg, vol. 1, 301 p.
- 19 Gidayatov D.A. (1982) Semi-hard-winged groups of the pentatomomorph of Azerbaijan. Baku. 160 p.
- 20 Kerzhner I.M. (1964.) New and little-known hemiptera (Heteroptera) from Kazakhstan and other regions of the USSR // Tr. Zool. Institute of the USSR Academy of Sciences. (New species of insects of the fauna of Kazakhstan), vol. 34, pp. 113-130.
- 21 Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region (2006) / Eds. B. Aukema, Chr. Rieger. Amsterdam. Netherlands Entomol. Soc., vol. 5. 415 p.
- 22 Aukema, A., Ch. Rieger and W. Rabitsch (2013). Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. VI. Supplement. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, xxiii þ629 pp. ICZN. 1999. International code of zoological nomenclature. Fourth edition. International Trust for Zoological Nomenclature, London, 306 pp.
- 23 Josifov M. (1981) Heteroptera, Pentatomoidea. – Fauna Bulgarica. 12: 1-205.
- 24 Butler E.A. (1923) A Biology of the British Hemiptera-Heteroptera: i-vii, 1-682. Witherby, London.
- 25 Thomas, D. B. (1994) Taxonomic synopsis of the Old World asopine genera (Heteroptera: Pentatomidae) // Insecta Mundi, vol. 8(3-4), pp. 145-212.

Г. Серібекқызы*, Б.К. Есимов

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: gulzynat@mail.ru

ТОПЫРАҚТЫҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ТОПЫРАҚ ОМЫРТҚАСЫЗДАРЫНЫҢ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІГІ МЕН ТАРАЛУЫНА ӘСЕРІ

Топырақ омыртқасыздары жоғары экологиялық және түрлік алуантүрлілігіне, топырақпен тығыз байланысына, жоғары сезімталдыққа және қоршаған орта параметрлерінің өзгеруіне тез жауап беруіне байланысты қоршаған ортаның өзгеруін сипаттайтын биоиндикатор болып табылады. Бұл мақалада Іле Алатауы бөктеріндегі биогеоценоздарда 2018-2020 жылдар аралығында жүргізілген зерттеу жұмысының нәтижелері көрсетілген. Әртүрлі биогеоценоздардағы жауын құрттарының таралуы мен түрлік құрамына әсер етуші параметрлер: топырақ ылғалдылығы, органикалық заттардың көрсеткіші мен ортаның рН әсері анықталды. Lumbricidae тұқымдасы барлық биогеоценоздарда кеңінен таралған, басымдылық көрсетуі жайылмалы шалғын биоценозында байқалды. Бұл биогеоценоздың топырақтарындағы қарашірік мөлшері $3,26 \pm 0,30$ %, ал ылғалдылығы $14,56 \pm 2,58$ %-ды құрайды. Зерттеу барысында Lumbricidae тұқымдасы құрттарының 5 туысқа жататын 8 түрі анықталды: *Octolasion lacteum*, *Eisenia foetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Nicodrilus caliginosus*, *Nicodrilus longus*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Dendrobaena octaedra*. Топырақтағы омыртқасыз жануарлар топтарының арақатынасы маусым бойы өзгеріп отырады. Жауын құрттары биогеоценоздардың топырақтарында маусымнан қыркүйек айларына дейін кездеседі. Қоршаған орта жағдайының өзгеруі топырақ мезофаунасының тек таралуы мен алуантүрлілігіне ғана емес, сонымен қатар, олардың маусымдық динамикасына да ықпал етеді.

Түйін сөздер: топырақ мезофаунасы, жауын құрты, Іле Алатау бөктері, биогеоценоз, физико-химиялық көрсеткіштер.

G. Seribekkyzy*, B.K. Esimov

Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: gulzynat@mail.ru

Effects of soil physicochemical properties on biodiversity and distribution of soil invertebrates

Soil invertebrates are bioindicators that characterize environmental changes due to high ecological and species diversity, close contact with the soil, high sensitivity and rapid response to changes in environmental parameters. This article presents the results of studies conducted in the biogeocenoses of the foothills of the beyond Ile Alatau in the period from 2018 to 2020. The parameters that affect the distribution and species composition of earthworms in various biogeocenoses are determined: soil moisture, organic matter index and pH of the environment. The family Lumbricidae is widely distributed in all biocenoses, although the predominant distribution is in the floodplain meadow. The humus content in the soils of this biocenosis is $3.26 \pm 0.30\%$, and the humidity is $14.56 \pm 2.58\%$. As a result of the study, 8 species of earthworms of the family Lumbricidae were identified, belonging to 5 genera: *Octolasion lacteum*, *Eisenia foetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Nicodrilus caliginosus*, *Nicodrilus longus*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Dendrobaena octaedra*. The ratio of invertebrate groups in the soil varies throughout the season. Earthworms are found in the soils of biogeocenoses from June to September. Changes in environmental conditions contribute not only to the distribution and diversity of soil mesofauna, but also to their seasonal dynamics.

Key words: soil mesofauna, earthworm, foothills of the beyond Ile Alatau, biogeocenosis, physical and chemical parameters.

Г. Серибеккызы*, Б.К. Есимов

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: gulzynat@mail.ru

Воздействие физико-химических свойств почвы на биоразнообразие и распределение почвенных беспозвоночных

Почвенные беспозвоночные являются биоиндикаторами, характеризующими изменения окружающей среды за счет высокого экологического и видового разнообразия, тесного контакта с почвой, высокой чувствительности и быстрой реакции на изменение параметров окружающей среды. В данной статье представлены результаты исследований, проведенных в биогеоценозах предгорий Заилийского Алатау в период с 2018 по 2020 год. Определены параметры, влияющие на распределение и видовой состав дождевых червей в различных биогеоценозах: влажность почвы, показатель органического вещества и влияние pH среды. Семейство Lumbricidae широко распространено во всех биоценозах, хотя преобладает распространение в пойменном луге. Содержание гумуса в почвах этого биоценоза составляет $3,26 \pm 0,30\%$, а влажность – $14,56 \pm 2,58\%$. В ходе исследования было выявлено 8 видов червей семейства Lumbricidae, относящихся к 5 родам: *Octolasion lacteum*, *Eisenia foetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Nicodrilus caliginosus*, *Nicodrilus longus*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Dendrobaena octaedra*. Соотношение групп беспозвоночных животных в почве меняется в течение всего сезона. Дождевые черви встречаются в почвах биогеоценозов с июня по сентябрь. Изменение условий окружающей среды способствует не только распространению и разнообразию почвенной мезофауны, но и их сезонной динамике.

Ключевые слова: почвенная мезофауна, дождевой червь, предгорья Заилийского Алатау, биогеоценоз, физико-химические параметры.

Қысқартулар

ААҚОҒЗИ – ауылшаруашылығына агро-химиялық қызмет көрсетудің орталық ғылыми-зерттеу институты; ҚР БҒМ – Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі.

Кіріспе

Топырақ омыртқасыздары – көптеген биогеоценоздардың маңызды компоненттерінің бірі. Барлық экожүйелерде заттар мен энергия ағындарының көп бөлігі осы қауымдастықтар арқылы өтеді [1]. Топырақ жануарларының қызметі топырақ профилінің морфологиясын, топырақтың физико-химиялық қасиеттерін және зат айналым жылдамдығын анықтайды. Топырақ фаунасы топырақтың барлық қасиеттеріне, ең алдымен, оның құнарлылығына әсер етеді [2].

А.Н. Тихонов пен К.В. Дороховтың мәліметтері бойынша, педобионттар өсімдік қалдықтарының ыдырауында, органикалық материалдың өзгеруінде, қарашірік горизонтының қалыптасуында және топырақ құрылымын жақсартуда, биогендік элементтердің циклінде және топырақ биотасының гомеостазын сақтауда маңызды рөл атқарады [3]. Топырақ мекендеушілерінің жиынтығы туралы мәліметтер әртүрлі факторлардың әсерінен қауымдастық құрылымының өзгеру бағыты мен

тенденцияларының қосымша өлшемі бола алады [4,5].

Интакты табиғи экожүйелерде топырақ мезофаунасының көптігі келесідей биотикалық факторлармен анықталады: бәсекелестік және трофикалық байланыстар. Д.В. Зейферт топырақ мезофаунасындағы топтардың бірдей фактордың әсеріне функционалды реакциясы, негізінен, тіршілік ету ортасының экологиялық жағдайларына байланысты екендігін атап көрсеткен. Қоршаған орта жағдайларының біртіндеп өзгеруімен, мысалы, өсімдіктердің өзгеруі, ылғалдылықтың немесе топырақтың құнарлылығы жоғарылауы (немесе азаюы) сынды факторлар әсерінен тірі организмдердің құрамы мен экожүйенің өнімділігі өзгереді, біртіндеп кейбір түрлердің рөлі төмендейді, ал басқалары көбейеді, кейбір түрлер экожүйеден шығарылады немесе, керісінше, оны толықтып отырады [6-12].

Өсімдіктердің өзгеруі экожүйеге кіретін жануарлар түрлерінің, ең алдымен бастапқы тұтынушылардың, содан кейін қоректік тізбектің келесі деңгейіндегі тұтынушылардың өзгеруімен бірге жүреді [7]. Топырақ фаунасының құрамы, оның жеке компоненттерінің саны мен арақатынасы топырақ түзілу процесінің барысын анықтайды және топырақ қасиеттерінің көрсеткіші болып табылады. Өсімдік қалдықтарының ыдырауында және

топырақ профилінің қалыптасуында кішкентай артроподтардың рөлі біртіндеп төмендеп, ірі омыртқасыздар – сапрофагтардың (энхитрид, жауын құрты, жәндіктердің личинкалары) қатысуы артады. Бұл ресурстарды неғұрлым толық пайдалануға және экожүйенің тұрақтылығын арттыруға әкеледі [13-18].

Топырақ омыртқасыздары жоғары экологиялық және түрлік алуантүрлілігіне, топырақпен тығыз байланысына, төмен миграциялық белсенділігіне, жоғары сезімталдыққа және қоршаған орта параметрлерінің өзгеруіне тез жауап беруіне байланысты қоршаған ортаның өзгеруін сипаттайтын индикатор болып табылады [19, 20]. Сондықтан, педобионт қауымдастықтарының құрылымы мен динамикасын зерттеу қазіргі экологияның өзекті мәселелерінің бірі болып есептеледі.

Топырақ жануарларының жағдайын анықтаушы негізгі көрсеткіштер: түрлердің әртүрлілігі, тығыздығы, кеңістікте таралуы және трофикалық құрылымы [21,22].

Зерттеу жұмыстары 2018-2020 жылдар аралығында ҚР БҒМ Зоология институтының зертханасында жүргізілді. Жұмыстың мақсаты – жауын құрттарының әртүрлі биогеоценоздарда таралуы мен олардың алуантүрлілігін анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу объектісі ретінде жауын құрттары таңдалды. Қазба жұмыстары люмбрицидтер санының маусымдық өзгерісін зерттеу үшін бір маусымда үш рет жүргізілді. Топырақтық-зоологиялық зерттеулер жүргізу үшін Іле Алатауының бөктеріндегі биогеоценоздардың келесі түрлері таңдалды: жайылмалы шалғын, құрғақ шалғын және бозды-бетегелі шалғын.

Әрбір аймақта маусым, шілде, тамыз айларында 30x30 өлшемді сынамалық алаң қазылды. Топырақ мезофаунасын зерттеу барысында

топырақтық-зоологиялық зерттеулерде жалпы қабылданған әдістер қолданылды [23]. Топырақ сынамасынан омыртқасыздарды жинау кезінде олардың жақсы бекітілуін қамтамасыз ететіндей етіп алынды (Гиляров, 1985; Стриганова, 1987) [24]. Жауын құрттары әлсіз (0,5%) формалин ерітіндісімен бекітілді. Барлық материалға қазба күні, сынама алынған жер атауы, аймақтың сипаттамасы, сынама нөмірі белгіленіп отырды. Люмбрицидтердің түрлік құрамын анықтау үшін Т.С. Всеволодова-Перель, Б. Матвееваның анықтағыш кестелері қолданылды [25].

Зерттеу аймағындағы топырақ ылғалдылығы тура әдіс арқылы анықталды. Бұл әдіс топырақ ылғалдылығын далалық жағдайда зерттеудің классикалық түрі. Әдістің негізінде топырақ үлгісін кептіру арқылы, оның құрамындағы су мөлшерін анықтау жатыр. Топырақтағы қарашірік мөлшері М.С. Гиляровтың әдісі бойынша, ал қышқылдығын анықтау ААҚОҒЗИ ұсынған әдіспен жүргізілді. Топырақтың рН-ын зерттеу әдісінің мәні – топырақтан алмасу катиондарын, нитраттарды және жылжымалы күкіртті 1 моль/дм³ концентрациядағы калий хлоридінің ерітіндісімен алу (топырақ пен ерітінді қатынасы 1: 2,5) және шыны электродты қолдана отырып, рН-ты потенциометриялық зерттеу болып табылады [23].

Зерттеу нәтижелері мен оларды талдау

Топырақ мезофаунасын зерттеумен қатар, олардың физико-химиялық қасиеттерін зерттеу үшін типтік сынақ учаскелерінен топырақ үлгілері алынды. Бұл деректер кейіннен топырақ жағдайларының жауын құрттарының таралуына әсерін талдау үшін пайдаланылды. Зерттеу аймақтарының топырағының физико-химиялық қасиеттерін сипаттау кезінде оның қарашірік, рН және ылғалдылығы сияқты параметрлері зерттелді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте – Зерттеу аймақтарындағы топырақтардың физико-химиялық көрсеткіштері

Зерттеу аймағы	Органикалық заттың массалық үлесі (гумус), %	Қышқылдығы, рН бірл.	Ылғалдылығы, %
Жайылмалы шалғын	3,26±0,30	5,7±0,20	14,56±2,58
Бозды-бетегелі шалғын	3,18±0,30	4,1±0,21	12,09±1,40
Құрғақ шалғын	3,09±0,30	3,9±0,19	9,04±0,09

Барлық жерде Lumbricidae тұқымдасы басым таралған, бірақ анықталған түрлердің жалпы санының пайызы әртүрлі. Фондық және әлсіз бұзылған биогеоценоздарда жауын құрттары орта есеппен 64,6% құрайды, ал бұзылған аймақтарда 55,2% люмбрицидтер байқалды. Фондық биоценоздар топырағындағы органикалық заттардың массалық үлесі 3,09-дан 3,26%-ға дейін. Сонымен қатар, жайылмалы шалғын биоценозында люмбрицидтер басым, олардың кездесуі 80% құрады. Бұл биогеоценоздың топырақтарындағы қарашірік мөлшері $3,26 \pm 0,30$ %, ылғалдылығы $14,56 \pm 2,58$ %, бұл зерттелген биогеоценоздардың ішіндегі ең жоғарғы көрсеткіш. Әр түрлі жем-шөп дақылдары тұрақты өсірілетін биотоп шеңберіндегі люмбрицидтердің жоғары пайыздық көрсеткіші есебінен, бұзылған биоценоздарда да жауын құрттары басым топ болып қала береді. Осы биоценоздардың топырақтарын зерттеу кезінде қарашірік пен ылғалдылықтың жоғары көрсеткіштері байқалды.

Зерттеу барысында Lumbricidae тұқымдасы құрттарының 5 туысқа жататын келесі 8 түрі анықталды: *Octolasion lacteum*, *Eisenia foetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Nicodrilus caliginosus*, *Nicodrilus longus*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Dendrobaena octaedra*. Топырақтың ең көп қоныстанған горизонты 5-15 см-ге дейінгі аралық.

Ең кең таралған түрі – *Lumbricus rubellus*, оның ұзындығы 50 – 150 мм-ге дейін, ені 4-6 мм-ге жетуі мүмкін. Дорсальды жағындағы пигментациясы күлгін, денесінің алдыңғы бөлігі қатты пигменттелген, ал каудальды ұшы тегістелген (1 а-сурет). Бұл жауын құрты ылғалды, қарашірікке бай топырақты жақсы көретін түрі. *Lumbricus rubellus* 5 см тереңдікте кездесті.

Lumbricus туысынан анықталған тағы екінші түр – *Lumbricus terrestris*. Дене ұзындығы 12-30 см-ге дейін, денесінің алдыңғы бөлігі қызыл, артқы жағы бозғылт (1 б-сурет). Ол топырақтың терең қабаттарында тіршілік етеді. Бұл түр қарашірікке бай топырақты жақсы көреді [26].



1-сурет – Зерттеу барысында анықталған *Lumbricus* туысының түрлері:
а – *L. rubellus*; б – *L. terrestris*

Жауын құртының келесі түрі – *Nicodrilus caliginosus*. Ол қолайсыз жағдайларда топырақтың терең қабаттарына жетіп, анабиоз жағдайында болуына байланысты барлық топырақ түрлерінде көп мөлшерде табылды. *Nicodrilus caliginosus* көбінесе құрғақ дала аймағын мекендейді [2].

Eisenia туысынан анықталған түр – ұзындығы 40-130 мм, ені 2-4 мм-ге жететін *Eisenia foetida* және *Eisenia nordenskioldi* топырақтық-төсеніш түрлеріне жатады. Саны бойынша *Eisenia foetida* басым. Ол 10-15 см тереңдікке дейін таралған, бұл түр жоғары құнарлылық пен төзімділігімен сипатталады, әртүрлі экологиялық жағдайларға оңай бейімделеді.

Octolasion lacteum-нің кездесу жиілігі өте төмен, оның ұзындығы 30-180 мм-ге жетеді, ал қалыңдығы 2-8 мм. Бұл түрдің, негізінен, пигменті жоқ, көбінесе көкшіл реңкті ашық сұр түрлерін байқауға болады. *Octolasion lacteum* батпақты топырақтарда және ұзақ кезеңдегі оттегі жетіспеушілігінде өмір сүруге қабілетті [27]. Бұл түрдің кездесуі өте сирек, тек ылғалдылығы салыстымалы жоғары топырақтарда тіршілік етеді.

Dendrobaena туысынан ұзындығы 25-40 мм және қалыңдығы 2-4 мм, металл жылтырлы көкшіл пигменті бар *Dendrobaena octaedra* түрі табылды. *Dendrobaena octaedra* – бұл әдеттегі

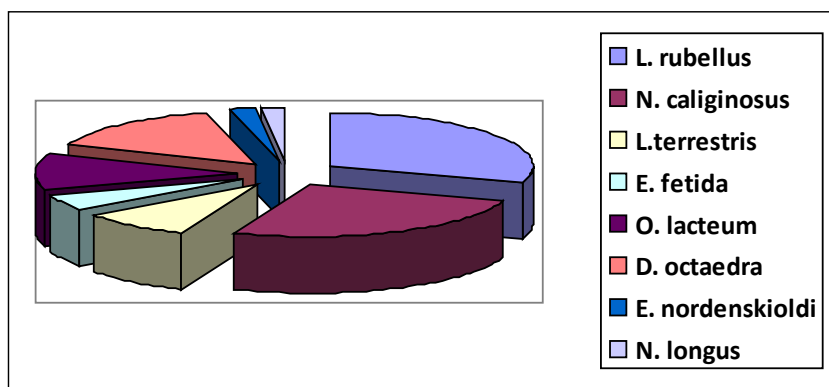
орман түрі. Олар негізінен үйеңкі екпелерінің топырағында, 2 см тереңдіктегі топырақтың беткі қабаттарында таралған. Lumbricidae тұқымдасынан анықталған түрлердің әртүрлі биогеоценоздарда көрініс беруі 2-кестеде көрсетілген.

Топырақтағы омыртқасыз жануарлар қауымдастығындағы топтардың арақатынасы маусым

бойы өзгеріп отырады. Біздің зерттеуімізде жауын құрттары биогеоценоздардың топырақтарында маусымнан қыркүйекке дейін анықталды. Ең жоғары жиілікте табылған түрлер – *Lumbricus rubellus* пен *Nicodrilus caliginosus*. Сонымен қатар, *Eisenia nordenskioldi*, *Nicodrilus longus* сияқты сирек кездесетін түрлері де байқалды (2-сурет).

2-кесте – Әртүрлі биогеоценоздардағы жауын құрттарының таралуы

Туыс	Түр	Жайылмалы шалғын	Құрғақ шалғын	Бозды-бетегелі шалғын
<i>Lumbricus</i>	<i>L. rubellus</i>	+	+	+
	<i>L. terrestris</i>		+	
<i>Nicodrilus</i>	<i>N. caliginosus</i>	+	+	+
	<i>N. longus</i>		+	
<i>Eisenia</i>	<i>E. nordenskioldi</i>	+		
	<i>E. fetida</i>	+		
<i>Octolasion</i>	<i>O. lacteum</i>			+
<i>Dendrobaena</i>	<i>D. octaedra</i>	+		



2-сурет – Lumbricidae тұқымдасы түрлерінің кездесу жиілігі

Люмбрицидтердің таралуына топырақтың физико-химиялық көрсеткіштері тікелей әсер етеді. Топырақ ылғалдығы оптималды, органикалық заттары мол, қышқыдығы төмен орта жауын құрттарының тіршілік етуіне ең қолайлы жағдай болып табылады.

Қорытынды

Топырақ түзілу процесінде жауын құрттары үлкен рөл атқарады. Бұл жұмыста Іле Алатауы бөктеріндегі люмбрицидтердің таралуы және олардың алуантүрлілігін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Жауын құрттарының таралуы мен түрлік құрамына әсер етуші параметрлердің:

топырақ ылғалдылығы, органикалық заттардың көрсеткіші мен ортаның pH әсері анықталды. Lumbricidae тұқымдасы барлық биоценоздарда кеңінен таралғанымен, жайылмалы шалғын биогеоценозында басымдылық танытты. Бұл биогеоценоздың топырақтарындағы қарашірік мөлшері $3,26 \pm 0,30$ %, ал ылғалдылығы $14,56 \pm 2,58$ %-ды құрады. Зерттеу барысында Lumbricidae тұқымдасы құрттарының 5 туысқа жататын 8 түрі анықталды: *Octolasion lacteum*, *Eisenia foetida*, *Eisenia nordenskioldi*, *Nicodrilus caliginosus*, *Nicodrilus longus*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Dendrobaena octaedra*. Топырақтағы омыртқасыз жануарлар топтарының ара қатынасы маусым бойы өзгеріп отырады. Жауын құрттары

биогеоценоздардың топырақтарында маусымнан қыркүйек айларына дейін кездесті. Қоршаған орта жағдайының өзгеруі топырақ мезофаунасының тек таралуы мен алуантүрлілігіне ғана емес, сонымен қатар, олардың маусымдық динамикасына да әсер етеді.

Әдебиеттер

- 1 Дмитриенко В.К. Зоология беспозвоночных / Г.Н. Скопцова, Е.В. Борисова. – Красноярск: КГУ, 2000. – 107 с.
- 2 Самедов П.А. Влияние дождевых червей и мокриц на физико-химические и поверхностные свойства почв // Почвоведение. – 1989. – № 8. – С. 109-115.
- 3 Курчева Г.Ф. Роль почвенных животных в разложении и гумификации растительных остатков. – М.: Наука, 1971. – 155 с.
- 4 Chauvat M., Ponge J.F., Wolters V. Humus structure during a spruce forest rotation: quantitative changes and relationship to soil biota // *European Journal of Soil Science*. – 2007. – Vol. 58. – P. 625 – 631.
- 5 Amosse J., Dozsa-Farkas K., Boros G., Rochat G., Sandoz G., Fournier B., et al. Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages // *European journal of soil biology*. – 2016. – Vol. 73. – P. 46–58.
- 6 Кривоуцкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. – М.: Наука, 1994. – 269 с.
- 7 Lavelle P., Decaens T., Aubert M., Barot S., Blouin M., F.Bureau, et al. Soil invertebrates and ecosystem services // *European journal of soil biology*. – 2006. – Vol. 42 (1). – P. 3-15.
- 8 Hale C.M. Evidence for human-mediated dispersal of exotic earthworms: support for exploring strategies to limit further spread // *Mol. Ecol.* – 2008. – Vol. 17. – P. 1165–1167.
- 9 Jouquet P., Dauber J., Lagerlof J., Lavelle P., Lepage M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops // *Applied Soil Ecology*. – 2006. – Vol. 32 (2). – P.153-164.
- 10 Lavelle P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers // *European journal of soil biology*. – 1997. – Vol. 33. – P. 159–193.
- 11 Deyn D., Raaijmakers G. B., Zoomer C. E., et. al. Soil invertebrate fauna enhances grassland succession and diversity // *Nature*. – 2003. – Vol. 422. – P. 708-711.
- 12 Козловская Л.С. Роль беспозвоночных в транспорте органического вещества болотных почв. – М.: Наука, 1976. – 214 с.
- 13 Гончаров А.А. Структура трофических ниш в сообществах почвенных беспозвоночных лесных экосистем. – М.: Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 2014. – 14 с.
- 14 Курчева Г.Ф. Роль почвенных животных в разложении и гумификации растительных остатков. – М.: Наука, 1971. – 154 с.
- 15 Joimel S., Cortet J., Jolivet C.C., Saby N.P., et al. Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France // *Sci. Total Environ.* – 2016. – Vol. 545. – P.40–47.
- 16 Berthrong, S.T., Jobbagy E.G. A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation // *Ecological Applications*. – 2009. – Vol. 19. – P.2228–2241.
- 17 Jones E.L., Leather S.R. Invertebrates in urban areas: a review // *EJE*. – 2013. – Vol.109. – P.463–478.
- 18 Lavelle P. et al. Soil invertebrates and ecosystem services // *European journal of soil biology*. – 2006. – Vol. 42. – P. 3–15.
- 19 Бабенко А.С. Почвенные беспозвоночные как индикаторы состояния территории. – Томск, 2013. – 40 с.
- 20 Santorufu L., Gestel V., Rocco A., Maisto G. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality // *Environ. Pollut.* – 2012. – Vol. 161. – P. 57–63.
- 21 Гельцер Ю.Г., Комовникова Т.Н. Биологическая активность лесных почв // Генезис и экология почв Центрально-лесного государственного заповедника. – М.: Наука, 1979. – С. 172 – 196.
- 22 Соколова Т.Л. Диагностические возможности почвенной мезофауны // *Вестник Костромской государственной университет им. Н.А. Некрасова*. – 2010. – №3. – С. 13-14.
- 23 Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1985. – 277 с.
- 24 Гиляров М.С. Роль почвенных животных в разложении растительных остатков и круговороте веществ / М.С. Гиляров, Б.Р. Стриганова // *Итоги науки и техники. Зоология беспозвоночных*. – М.: ВИНТИ, 1978. – Т. 5. – С. 69.
- 25 Матвеева Д.Г. Дождевые черви семейства Lumbricidae Московской области. – В кн.: *Почвенные беспозвоночные Московской области / Д.Г. Матвеева, Т.С. Перель*. – М.: Наука, 1982. – С. 133-143.
- 26 Чекановская О.В. Дождевые черви и почвообразование. – М.: Наука, 1960. – 208 с.
- 27 Smetak, K. M., Johnson-Maynard J.L., Lloyd, J.E. Earthworm population density and diversity in different-aged urban systems // *Appl. Soil Ecol.* – 2007. – Vol. 37. – P. 161–168.

References

- 1 Dmitrienko V.K. (2000) Zoologija bespozvonochnyh. G.N. Skopcova, E.V. Borisova. Krasnojarsk: KGU, 2000. pp. 107.
- 2 Samedov P.A. (1989) Vlijanie dozhdevykh chervej i mokric na fiziko-himicheskie i poverhnostnye svojstva pochv. *Pochvovedenie*. vol. 8, pp. 109-115.

- 3 Kurcheva G.F. (1971) Rol' pochvennyh zhivotnyh v razlozhenii i gumifikacii rastitel'nyh ostatkov. Moskva: Nauka, pp. 155.
- 4 Chauvat M., Ponge J.F., Wolters V. (2007) Humus structure during a spruce forest rotation: quantitative changes and relationship to soil biota. *European Journal of Soil Science*, vol.58, pp. 625 – 631.
- 5 Amosse J., Dozsa-Farkas K., Boros G., Rochat G., Sandoz G., Fournier B., et al. (2016) Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages. *European journal of soil biology*, vol. 73, pp. 46–58.
- 6 Krivoluckij D.A. (1994) Pochvennaja fauna v jekologicheskom kontrole. Moskva: Nauka, 1994, pp. 269.
- 7 Lavelle P., Decaens T., Aubert M., Barot S., Blouin M., F.Bureau, et al. (2006) Soil invertebrates and ecosystem service. *European journal of soil biology*, vol. 42, no.1, pp. 3-15.
- 8 Hale C.M. (2008) Evidence for human-mediated dispersal of exotic earthworms: support for exploring strategies to limit further spread. *Mol. Ecol.*, vol. 17, pp. 1165–1167.
- 9 Jouquet P., Dauber J., Lagerlof J., Lavelle P., Lepage M. (2006) Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology*, vol. 32, no.2, pp.153-164.
- 10 Lavelle P. et al. (1997) Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European journal of soil biology*, vol. 33, pp. 159–193.
- 11 Deyn D., Raaijmakers G. B., Zoomer C. E., et. al. (2003) Soil invertebrate fauna enhances grassland succession and diversity. *Nature*, vol. 422, pp. 708-711.
- 12 Kozlovskaja L.S. (1976) Rol' bespozvonochnyh v transporte organicheskogo veshhestva bolotnyh pochv. Moskva: Nauka, 1976, pp. 214 .
- 13 Goncharov A.A. (2014) Struktura troficheskikh nish v soobshhestvah pochvennyh bespozvonochnyh lesnyh jekosistem. Moskva: Institut problem jekologii i jevoljucii im. A.N. Severtcova RAN, pp. 14.
- 14 Kurcheva G.F. (1971) Rol' pochvennyh zhivotnyh v razlozhenii i gumifikacii rastitel'nyh ostatkov. M.: Nauka, pp. 154
- 15 Joimel S., Cortet J., Jolivet C.C., Saby N.P., et al. (2016) Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France. *Sci. Total Environ.*, vol. 545, pp. 40–47.
- 16 Berthrong, S.T., Jobbagy E.G. (2009) A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation. *Ecological Applications*, vol. 19, pp. 2228–2241.
- 17 Jones E.L., Leather S.R. (2013) Invertebrates in urban areas: a review. *EJE*, vol.109, pp. 463–478.
- 18 Lavelle P. et al. (2006) Soil invertebrates and ecosystem services. *European journal of soil biology*, vol. 42, pp. 3–15.
- 19 Babenko A.S. (2013) Pochvennye bespozvonochnye kak indikatory sostojanija territorii. Tomsk, pp. 40.
- 20 Santorufo L., Gestel V., , Rocco A., Maisto G. (2013) Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environ. Pollut.*, vol. 161, pp. 57–63.
- 21 Gel'cer Ju.G., Komovnikova T.N. (1979) Biologicheskaja aktivnost' lesnyh pochv. Genezis i jekologija pochv Central'no-lesnogo gosudarstvennogo zapovednika. M.: Nauka, pp. 172 – 196.
- 22 Sokolova T.L. (2010) Diagnosticheskie vozmozhnosti pochvennoj mezofauny. *Vestnik Kostromskoj gosudarstvennyj universitet im.N.A. Nekrasova*, no.3, pp. 13-14.
- 23 Giljarov M.S. (1985) Zoologicheskij metod diagnostiki pochv. Moskva: Nauka, pp. 277.
- 24 Giljarov M.S. (1978) Rol' pochvennyh zhivotnyh v razlozhenii rastitel'nyh ostatkov i krugovorote veshhestv. M.S. Giljarov, B.R. Striganova. *Itogi nauki i tehniki. Zoologija bespozvonochnyh*. M.: VINITI, no. 5, pp. 69.
- 25 Matveeva D.G. (1982) Dozhdevye chervi semejstva Lumbricidae Moskovskoj oblasti. *Pochvennye bespozvonochnye Moskovskoj oblasti*. D.G. Matveeva, T.S. Perel'. M.: Nauka, pp. 133-143.
- 26 Chekanovskaja O.V. (1960) Dozhdevye chervi i pochvoobrazovanie. M.: Nauka, pp. 208.
- 27 Smetak, K. M., Johnson-Maynard J.L., Lloyd, J.E. (2007) Earthworm population density and diversity in different-aged urban systems. *Appl. Soil Ecol.*, vol. 37, pp. 161–168.

МРНТИ 34.33.33; 34.35.25

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v86.i1.013>**С.Е. Шарахметов** 

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Центральная лаборатория биоконтроля сертификации и предклинических испытаний, Казахстан, г. Алматы
e-mail: sharakhmetov@gmail.com

СОСТАВ И СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ МАЛЫХ РЕК ДЖУНГАРСКОГО АЛАТАУ (АЛАКОЛЬСКИЙ БАСЕЙН) НА ПРИМЕРЕ Р. ШЫНЖЫЛЫ

До настоящего времени видовой состав и состояние ихтиофауны малых рек Алакольского бассейна недостаточно изучены. Для таких рек характерны быстрые изменения экосистем, их ихтиофауна наиболее чувствительна к действию различных антропогенных и природных факторов. Установлено, что в 2015–2017 и 2020 гг. состав ихтиофауны р. Шынжылы испытывал резкие изменения. На основании проведенных исследований в составе ихтиофауны р. Шынжылы было обнаружено 9 видов рыб, относящихся к 2 семействам отряда карпообразных: голый осман *Gymnodiptychus dybowski* (Kessler, 1874), балхашская маринка *Schizothorax argentatus* (Kessler, 1874), балхашский голянь *Rhynchocypris poljakowii* (Kessler, 1879), пятнистый губач *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874), одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), тибетский голец *Tryplophysa stoliczkai* (Steindachner, 1866), голец Северцова *Triplophysa sewerzowii* (G. Nikolsky, 1938), восточный лещ *Abramis brama orientalis* (Berg, 1949) и амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). Сообщество рыб в основном состояло из аборигенных видов. Наиболее многочисленными были голый осман, балхашская маринка и пятнистый губач. Таким образом, р. Шынжылы является резерватом аборигенной ихтиофауны и важным местом воспроизводства балхашской маринки и голого османа.

Ключевые слова: река Шынжылы, ихтиофауна, аборигенный, чужеродный, видовой состав, численность.

S.E. Sharakhmetov

Al-Farabi Kazakh National University, Central Laboratory for Biocontrol, Certification
and Preclinical Trials, Kazakhstan, Almaty
e-mail: sharakhmetov@gmail.com

Composition and state of ichthyofauna of small rivers of the Dzhungar Alatau (Alakol basin) by the example of Shynzhyly river

Until now, the species composition and state of the ichthyofauna of small rivers in the Alakol basin have not been sufficiently studied. Such rivers are characterized by rapid changes in ecosystems, their ichthyofauna is most sensitive to the action of various anthropogenic and natural factors. It was found that in 2015–2017 and 2020 ichthyofauna composition of the Shynzhyly River experienced dramatic changes. Based on the studies carried out in the ichthyofauna of the Shynzhyly River, 9 species of fish were found belonging to 2 families of the order carp: naked osman *Gymnodiptychus dybowski* (Kessler, 1874), Balkhash marinka *Schizothorax argentatus* (Kessler, 1874), Balkhash minnow *Rhynchocypris poljakowii* (Kessler, 1879), spotted stone loach *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874), plain thicklip loach *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), Tibetan stone loach *Tryplophysa stoliczkai* (Steindachner, 1866), Sewertzov's stone loach *Triplophysa sewerzowii* (G. Nikolsky, 1938), freshwater bream *Abramis brama orientalis* (Berg, 1949) and stone moroko *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). The fish community mainly consisted of native species. The most numerous were the naked osman, the Balkhash marinka, and the spotted stone loach. Thus, the Shynzhyly River is a reserve of aboriginal ichthyofauna and an important reproduction site for the Balkhash marinka and naked osman.

Key words: Shynzhyly River, fish fauna, indigenous, alien, species composition, numbers.

С.Е. Шарахметов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Биологиялық бақылау, сертификаттау және клиника алдындағы зерттеулер орталық зертханасы, Қазақстан, Алматы қ.
e-mail: sharakhmetov@gmail.com

Шынжылы өзені мысалында (Алакөл бассейні) Жоңғар Алатауының шағын өзендерінің ихтиофаунасының құрамы және жағдайы

Қазіргі уақытқа дейін Алакөл бассейнінің шағын өзендерінің ихтиофаунасының түрлік құрамы мен жағдайы жеткілікті түрде зерттелмеген. Мұндай өзендерге экожүйенің тез өзгеруі тән және олардың ихтиофаунасы әр түрлі антропогендік және табиғи факторлардың әсеріне өте сезімтал болып келеді. 2015-2017 және 2020 жылдары Шынжылы өзенінің ихтиофаунасының құрамы қатты өзгерістерге ұшырағаны анықталды. Жүргізілген зерттеулердің негізінде Шынжылы өзенінің ихтиофаунасының құрамында тұқытәрізділер отрядының 2 тұқымдасына жататын 9 балықтың түрі табылды: қабыршақсыз көкбас, *Gymnodiptychus dybowskii* (Kessler, 1874), балқаш қара балығы *Schizothorax argentatus* (Kessler, 1874), балқаш гольяны *Rhynchocypris rojakowii* (Kessler, 1879), теңбіл талма-балық *Triplophysa trauchii* (Kessler, 1874), біртүсті талма-балық *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), тибет талма-балығы *Triplophysa stoliczkaei* (Steindachner, 1866), Северцов талма-балығы *Triplophysa sewerzowii* (G. Nikolsky, 1938), шығыс тыраны *Abramis brama orientalis* (Berg, 1949) және амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). Балықтардың қауымдастығын негізінен аборигенді балықтар құрады. Қабыршақсыз көкбас, балқаш қара балығы және теңбіл талма-балығының саны біршама жоғары болды. Сонымен, Шынжылы өзені аборигенді ихтиофаунаының резерваты және балқаш қара балығы мен қабыршақсыз көкбастың көбеюінің маңызды орны болып табылады.

Түйін сөздер: Шынжылы өзені, ихтиофауна, аборигенді, бөгде, түрлік құрам, саны.

Введение

Сохранение естественного биологического разнообразия является одной из наиболее актуальных проблем, от решения которой зависит выживание самого человека. Первым этапом решения данной проблемы является оценка современного состояния разнообразия организмов и выяснение существующих и возможных направлений последующих изменений [1]. Оценка состояния естественных экосистем и выяснение необходимых мероприятий по сохранению здоровых и восстановлению нарушенных экосистем является базой для принятия адекватных экономических решений, разработки эффективной политики управления окружающей средой, изменений индивидуального поведения людей, использования и дальнейшего развития экологически чистых производств. Одной из наиболее сложных практических проблем является определение экологического порога – крайней точки, за которой возвращение экосистемы в благополучное состояние уже невозможно [2].

Пресноводные экосистемы являются одним из самых уязвимых элементов биосферы, поскольку пресная вода – это жизненно необходимый для человека природный ресурс [3, 4]. Речные экосистемы испытывают негативное воздействие человека в результате строительства плотин, забора воды на орошение и индустриальное использование, загрязнения, добычи водных животных и биологических инвазий [5, 6].

Утрата видового разнообразия и трансформация или исчезновение биотопов в континентальных водах происходят гораздо быстрее, чем в наземных или океанических системах [3, 7]. Понимание процессов, происходящих в водных экосистемах, необходимо для предсказания их возможных состояний в результате того или иного вида воздействия. Центральная Азия до сих пор остается одним из наиболее отсталых регионов в области изучения, оценки состояния и сохранения естественного биоразнообразия [8, 9, 10].

Имеется несколько опубликованных работ о фауне рыб крупных рек Джунгарского (Семиреченского) Алатау [11, 12], в которых отмечено увеличение разнообразия чужеродных видов. Поэтому целью проведенной работы являлось изучение того, как естественные и вызванные человеком флуктуации среды обитания влияют на разнообразие и состояние рыбного населения в реке Шынжылы – одной из небольших типичных для Джунгарского Алатау рек.

Река Шынжылы – левобережный приток реки Тентек, принадлежащий Алакольскому бассейну. В многоводные годы длина ее достигает до 110 км. Площадь водосбора составляет 1510 км². Река берет начало из ледников и снегов на северных склонах гор Коктобе Джунгарского

Алатау и впадает с левой стороны в реку Тентек в 5 км ниже г. Ушарал.

Опубликованные работы о рыбах р. Шынжылы малочисленны. Первоначальное изучение ихтиофауны реки упоминается в книге «Живописная Россия» (1885), где в разделе «В окрестностях Сасыкколя» Поляков И.С. описал реку под названием «Чинджели» [13]. Обзорное исследование ихтиофауны данного региона содержится в работах А.М. Никольского (1888) [14] и Л.С. Берга (1905) [15]. В начале XX века ихтиофауна Алакольского бассейна целенаправленно не изучалась. Только известно, что в 1902-1911 гг. побывал в Алакольской впадине В.В. Сапожников и В.Н. Шитников. В период 1930-1990 гг. все планомерные рыбохозяйственные исследования Алакольского бассейна в основном были направлены на оценку состояния запасов промысловых видов рыб и их кормовой базы [16].

Более подробное исследование ихтиофауны р. Шынжылы в 1997-2002 гг. приводится

лишь в статье С.Р. Тимирханова и Р.М. Аветисяна [17]. По их данным, видовой состав р. Шынжылы был представлен 11 видами рыб. После этой публикации, на протяжении более 20 лет, в научной литературе сведения о разнообразии и состоянии ихтиофауны отсутствуют.

Материал и методики

Основные физико-химические параметры воды измерялись с использованием оборудования фирмы «Hanna Instruments»: температура, минерализация и pH – по показаниям прибора Combo pH & EC, мутность – по показаниям турбонефриметра, концентрацию нитратов – спектрофотометра HI 96728. Цвет воды определяли визуально. Карта-схема реки и ее притоков была составлена с помощью программы QGIS 3.16. Для этого использовались различные современные космические снимки.

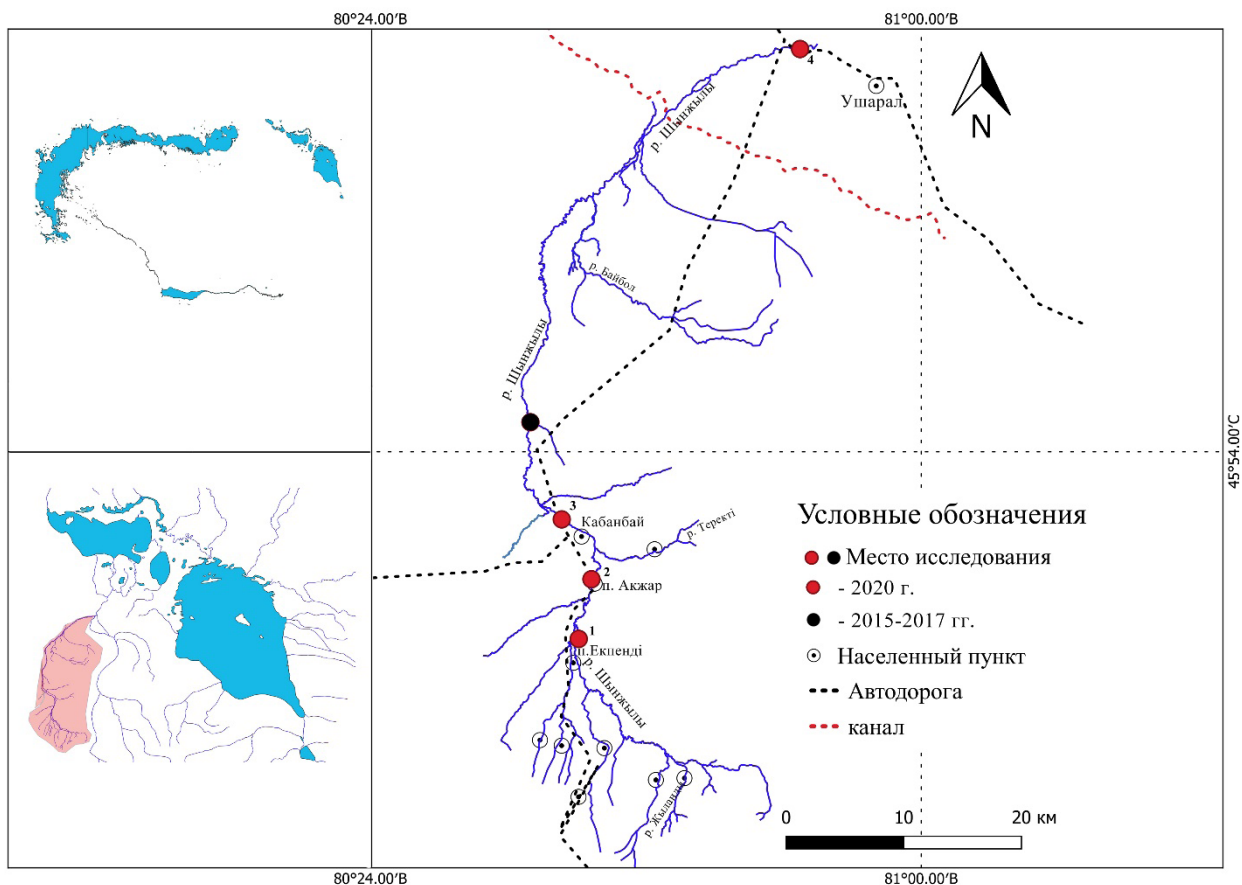


Рисунок 1 – Карта-схема района исследований р. Шынжылы. Места отбора проб обозначены: 1 и 2 верхний, 3 средний и 4 нижний участок.

В верхнем и среднем течении русло реки Шынжылы узкое, во многих местах прорезает горные породы, образуя крутые обрывы (5-12 м). Пойма четко формируется только в нижней части реки, и ширина в этих местах колеблется от 50 до 120 м, русло становится более извилистым. Река протекает через села Жыланды, Карлыгаш, Ушкаин, Майлыбулак, Екпенды, Акжар и Кабанбай. Питание реки, смешанное: вода поступает из тающих ледников и снега, с осадками и грунта. С восточной стороны, где расположены поселки Майылшат, Теректи и Талдыбулак поступают родники. Максимальный уровень наблюдаются в весенне-летний период. Вода в реке пресная гидрокарбонатная кальциевая с минерализацией 0,2 г/дм³. Вниз по течению минерализация ее увеличивается до 0,5-0,8 г/дм³. Средний многолетний расход воды в устье составляет 2,70 м³/с [18]. Его используют для обеспечения населенных пунктов питьевой водой. Также вдоль реки построены два оросительного канала.

Рыб отлавливали на в 2015-2017 гг и в 2020 г. на четырех участках от пос. Екпенди до устья – места впадения в р. Тентек (рис. 1). Анализ рыб осуществляли согласно принятым в ихтиологической практике методикам [19]. На каждом участке отлов проводили на площади примерно 200 м². В качестве орудий лова использовался мелкоячейный сачок с размером

ячей 3 мм [20, 21]. Рыб для морфологического анализа фиксировали на месте в 4%-м растворе формалина. Названия рыб даны в соответствии с современными номенклатурными справочниками [22, 23]. Статистическую обработку первичных данных выполнили по стандартной схеме [24]. Для оценки разнообразия сообществ использовали следующие показатели: S – общее число видов в сообществе (видовое богатство), D – индекс разнообразия Симпсона, E – равномерность распределения по Симпсону, H – индекс Шеннон, J – равномерность распределения по Шеннон [25, 26]. При вычислении показателей Шеннон использовали логарифм с основанием 2.

Результаты и обсуждение

Анализ проб воды, отобранных летом 2020 г. на верхнем, среднем и нижнем участках р. Шынжылы показал, невысокую степень минерализации от 267 до 384 мг/дм³. Минерализация воды вниз по течению наоборот уменьшался. Возможно, это связано добавлением множество родников, которые имеет выход на русловую часть реки. Во всех участках значения pH находился в области слабощелочной реакции от 8,36 до 8,45. Остальные абиотические показатели среды обитания рыб в период проведения исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Абиотические показатели воды р. Шынжылы (16 июля 2020 г.)

Место отбора проб	Цвет	t, °C	Мутность, FTU	pH	Минерализация, мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³
Верхний участок	светло-желтая	21,7	57	8,38	384	3,2
Средний участок	светло-желтая	25,2	47,57	8,36	360	3,5
Нижний участок	светло-коричневая	29,2	1,99	8,45	267	3,8

Видовой состав рыб, обнаруженных в р. Шынжылы, ранее состоял из 11 видов, представляющих три семейства [17]. В период наших наблюдений 2015-2017 гг. число обнаруженных видов рыб колебалось от 3 до 8 видов. В 2020 г. ихтиофауна исследованных участков в летний период р. Шынжылы состояла из 8 видов, таких как голый осман *Gymnoditychus dybowskii* (Kessler, 1874), балхашская маринка *Schizothorax argentatus* (Kessler, 1874), балхашский голяк *Rhynchocypris poljakowii* (Kessler,

1879), пятнистый губач *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874), одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), тибетский голец *Triplophysa stoliczkai* (Steindachner, 1866), голец Северцова *Triplophysa sewerzowii* (G. Nikolsky, 1938) и амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). Сведения о встречаемости рыб на исследованных участках р. Шынжылы представлены в таблице 2. Сообщество рыб в основном состоит из аборигенных видов.

Таблица 2 – Встречаемость различных видов рыб р. Шынжылы

№	Вид	Статус	1997-2002*	Наши данные по годам						
				2015	2016	2017	2020			
							1	2	3	4
Семейство Cyprinidae – карповые										
1	<i>Phoxinus sedelnikowi</i> (Berg, 1908) - зайсанский голянь	А	+	-	-	-	-	-	-	-
2	<i>Rhynchocypris poljakowii</i> (Kessler, 1879) - балхашский голянь	А	-	-	+	-	+	+	-	+
3	<i>Schizothorax argentatus</i> (Kessler, 1874) – балхашская маринка	А	+	+	+	-	-	+	+	+
4	<i>Gymnodiptychus dybowskii</i> (Kessler, 1874) – голый осман	А	+	+	+	+	+	+	+	-
5	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) – серебряный карась	Ч	+	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Abramis brama orientalis</i> (Berg, 1949) – восточный лещ	Ч	-	-	+	-	-	-	-	-
7	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846) – амурский чебачок	Ч	+	-	+	-	+	-	-	+
Семейство Balitoridae – балиторы										
8	<i>Triplophysa strauchii</i> (Kessler, 1874) – пятнистый губач	А	+	+	+	+	+	+	+	+
9	<i>Triplophysa stoliczkai</i> (Steindachner, 1866) – тибетский голец	А	+	+	+	+	-	+	+	-
10	<i>Triplophysa dorsalis</i> (Kessler, 1872) – серый голец	А	+	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Triplophysa labiata</i> (Kessler, 1874) – одноцветный губач	А	+	-	-	-	-	-	-	+
12	<i>Triplophysa sewerzowii</i> (G. Nikolsky, 1938) – голец Северцова	А	+	-	+	-	+	-	+	+
Семейство Percidae – окуневые										
13	<i>Perca schrenkii</i> Kessler, 1874 – балхашский окунь	А	+	-	-	-	-	-	-	-
Количество видов рыб			11	4	8	3	5	5	5	6
Примечание: * – по данным Тимирханова и Аветисян (2004), 1 – ниже пос. Екпенди, 2 – выше пос. Кабанбай, 3 – средний участок, 4 – устье р. Тентек; «А» – аборигенный вид, «Ч» – чужеродный вид, «+» – вид встречается в уловах, «-» – вид отсутствует в уловах.										

Сравнение современного видового состава рыб р. Шынжылы с данными С.Р. Тимирханова и Р.М. Аветисяна [17], выявило некоторые изменения. В наших уловах из аборигенных рыб ни разу не обнаружены такие виды как серый голец, зайсанский голянь и балхашский окунь, которые были указаны ранее. Из чужеродных видов серебряный карась также не встречался.

В 2015 г. ниже пос. Кабанбай в р. Шынжылы было обнаружено только 4 вида аборигенных рыб: тибетский голец, пятнистый губач, голый осман и балхашская маринка. В составе ихтиофауны по численности доминировал голый ос-

ман – 52,8%, субдоминантом являлась балхашская маринка его доля в улове составила 28,9% от общего улова. Соотношение тибетского гольца в уловах не превышало от 3%.

В 2016 г. на том же участке р. Шынжылы видовой состав рыб был более разнообразным. В уловах встречался 8 видов рыб отряда карпообразных. Из аборигенных видов в улов добавился балхашский голянь и голец Северцова, а из чужеродных лещ. В улове по частоте встречаемости голый осман также доминировал с 40% долей, а в группу субдоминантов составили балхашская маринка, тибетский голец и пятнистый

губач, составившие 20,9 %, 19,1 % и 13,6 % соответственно. Доля балхашского гольяна и гольца Северцова была незначительной. В улове лещ и амурский чебачок попадались единично.

В 2017 г. летом в р. Шынжылы всего было обнаружено 3 вида аборигенных рыб: голый ос-

ман, пятнистый губач и тибетский голец. По численности доминировал пятнистый губач (44%), меньше было молоди голого османа (32%), а еще меньше было тибетского гольца (24%).

Видовой состав и распределение рыб р. Шынжылы за 2015-2017 гг. указано в таблице 3.

Таблица 3 – Изменения видового состава рыб в р. Шынжылы

Вид	Доля видов (в %) в уловах по годам		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Балхашская маринка	28,9	20,9	0
Голый осман	52,8	40	32,0
Балхашский гольян	0	1,8	0
Пятнистый губач	15,5	13,6	44,0
Тибетский голец	2,8	19,1	24,0
Одноцветный губач	0	0	0
Гонец Северцова	0	2,7	0
Амурский чебачок	0	0,9	0
Лещ	0	0,9	0
Количество рыб, n	142	110	25

В 2020 г. в летний период обнаружено 8 видов рыб: балхашская маринка, голый осман, балхашский гольян, пятнистый губач, одноцветный губач, тибетский голец, голец Северцова и амурский чебачок. Амурский чебачок является чужеродным видом. В целом распределение видового состава рыб по участкам реки несколько различается, на каждом участке встречается 5 и 6 видов.

Участок №1 расположен ниже пос. Екпенди (высота 714 мБС). Глубина воды, где был отлов рыб составляла около 0,3-0,4 м, дно каменисто-песчаное. На этом участке было выловлено 42 экземпляров рыб, относящихся 5 видом: балхашский гольян, голый осман, пятнистый губач, голец Северцова и амурский чебачок. По численности доминировали пятнистый губач (52,4%) и балхашский гольян (40,5%). Численность гольца Северцова в улове составила 17,6%. Голый осман и амурский чебачок в данном участке реки попадались единично.

Участок №2 расположен ниже пос. Акжар (670 мБС). Здесь течение было слабым. Ширина составляла около 4-5 м, глубина – 0,3-0,5 м. Дно песчано-галечниковое. В уловах отмечены только аборигенные виды: голый осман, балхашская маринка, балхашский гольян, пятнистый губач и

тибетский голец. Количество выловленных рыб составило 121 экз. Здесь было выражено доминирование голого османа: его доля составила 70,2% от общего улова. Субдоминантом являлся пятнистый губач (19%). На данном участке также попадался 1 экз. балхашского гольяна.

Участок №3 расположен у дороги на расстоянии 9 км ниже от населенного пункта Кабанбай (567 мБС) в направлении г. Ушарал. Этот участок имеет каменистое дно, глубина варьирует от 0,3 до 1,0 м. В среднем течении р. Шынжылы было выловлено 44 экз. рыб. Видовой состав представлен 5 видами рыб: балхашская маринка, голый осман, пятнистый губач, тибетский голец и голец Северцова. Здесь также по численности преобладал голый осман. Его соотношение составило 59,1% от общей численности. Численность балхашской маринки была примерно в 3 раза меньше. Пятнистый губач и тибетский голец составили по 6,8% каждого вида, а голец Северцова – 4,5%.

Участок №4 расположен примерно в 1,5 км. ниже автодорожного моста (397 мБС) не доезжая пос. Жанама. Глубина 0,2-0,4 м, дно песчано-галечниковое. В 2020 г. с 200 м² было выловлено 154 экземпляров рыб. Сообщество рыб на данном участке реки составили 6 видов: балхашская маринка, балхашский гольян, пятнистый

губач, одноцветный губач, голец Северцова и амурский чебачок. Голый осман в нижнем течении реки не обнаружен. Доминировали молодь балхашской маринки (42,9%) и голяны (32,5%). В субдоминантовой группе оказалась пятнистый губач (18,8%). Доля одноцветного губача

в улове составил 3,9%, голяца Северцова 1,3% и амурского чебачка 0,6%.

Изменения структуры и разнообразия сообществ рыб представлены в таблице 4.

Изменения разнообразия сообщества рыб р. Шынжылы представлены в таблице 5.

Таблица 4 – Видовой состав и распределение рыб по участкам р. Шынжылы в 2020 г.

Вид	Доля видов (в %) по участкам в 2020 г.			
	1 участок	2 участок	3 участок	4 участок
Балхашская маринка	-	9,9	22,7	42,9
Голый осман	2,0	70,2	59,1	-
Балхашский голянь	33,3	0,8	-	32,5
Пятнистый губач	43,1	15,7	6,8	18,8
Тибетский голец	-	3,3	6,8	-
Одноцветный губач	-	-	-	3,9
Гонец Северцова	17,6	-	4,5	1,3
Амурский чебачок	3,9	-	-	0,6
Количество рыб, п	51	121	44	154

Таблица 5 – Показатели разнообразия сообщества рыб в р. Шынжылы в 2015-2020 гг.

Показатели	Годы			
	2015	2016	2017	2020
Отловлено рыб (п)	142	98	25	370
Видовое богатство (S)	4	8	3	8
Аборигенных видов	4	6	3	7
Индекс разнообразия Симпсона (D)	2,58	3,59	2,83	4,49
Равномерность распределения по Симпсону (E)	0,65	0,45	0,94	0,56
Индекс разнообразия Шеннон (H, log2)	1,57	2,19	1,54	2,26
Равномерность распределения по Шеннон (J, log2)	0,78	0,73	0,97	0,75

Ниже приводим краткую аннотацию обнаруженных видов рыб.

Аборигены. Отряд карпообразные, семейство карповые *Cyprinidae*:

Балхашская маринка *Schizothorax argentatus* (Kessler, 1874) встречается повсеместно, кроме самого верхнего течения. Ее соотношение в уловах постоянно меняется. В уловах 2015-2016 гг. ее численность уступила только голому осману, но в 2017 г. маринку не обнаружили. В 2020 г. наибольшая численность балхашской маринки была в нижней части реки. Абсолютная длина выловленных маринки варьировала от 20 мм до 75 мм, в среднем она составляла 42-45 мм.

Голый осман *Gymnodiptychus dybowskii* (Kessler, 1874) – типичный представитель нагорно-азиатской фауны в горных водоемах Казахстана. В верхнем и среднем течении р. Шынжылы является одним из массовых видов. По нашим данным, в нижнем течении он не встречался. Возможно, это связано с его экологическими особенностями, поскольку его молодь и взрослые особи предпочитают участки с быстрым течением и холодной водой. Максимальный размер особей в выборках различается по годам: если в период 2015-2017 гг. полная длина рыб достигала 110-143 мм, то 2020 г. абсолютная длина особей не превышала 95 мм.

Балхашский голянь *Rhynchocypris poljakowii* (Kessler, 1879) отмечен в верхнем и нижнем течении, где был многочисленным. По сравнению с 2016 год его численность значительно увеличилась. Излюбленными местами обитания балхашского голяня являются русловая часть притоков, устланных галькой или крупнозернистым песком, и редко – отмели с замедленным течением, слегка заросшие подводной растительностью. В 2020 г. особи имели длину до 42 мм. Показатели длины и веса по участкам достоверно не различаются.

Зайсанский голянь *Phoxinus sedelnikowi* (Berg, 1908) в р. Шынжылы был отмечен только 1997 г. [17]. Тогда его доля в ценозе не превышала 2%. Возможно, он является достаточно редким видом для р. Шынжылы, так как в разных участках нами не было поймано ни одного экземпляра.

Семейство балиториды *Balitoridae*:

Взрослые особи пятнистого губача *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874) и его молодь обнаружены на всем протяжении течения р. Шынжылы, что говорит о достаточно благоприятных условиях воспроизводства данного вида в этой реке. Наиболее многочислен на верхнем участке, но ниже по течению численность также остается высокой. Наблюдается увеличение средних размеров особей в выборках: в 2015 г. L=85,5 мм, l=70 мм; в 2016 г. – L=94 мм, l=78 мм; в 2017 г. – L=114 мм, l=96 мм; 2020 г. – L=101 мм, l=86 мм. Сравнение по участкам показало, что особи, обитающие в верхнем течении, были крупнее, чем в нижней части реки.

Тибетский голец *Triplophysa stoliczkae* (Steindachner, 1866) встречается в верхнем и среднем течении реки. По данным 2020 года, встречался только в среднем течении. Его численность менялась за период наших исследований. Излюбленными местами обитания тибетского гольца являются мелководные каменисто-галечниковые и песчаные участки реки. Максимальный размер выловленных рыб по годам был следующим: 2015 г. L=88,5 мм, l=71,5 мм; 2016 г. L=94 мм, l=79 мм; 2017 г. L=75 мм, l=62 мм; 2020 г. L=83 мм, l=71 мм.

Одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874) – редкий вид в р. Шынжылы. В период 2015-2017 гг. в наших уловах он не встречался. В 2020 г. в летний период только в нижней части реки было выловлено всего 6 экземпляров. Максимальный размер выловленных экземпляров составлял L=65 мм, а вес 54 г.

Голец Северцова *Triplophysa sewerzowii* (G. Nikolsky, 1938) относится к аборигенной ихтиофауне и является эндемиком Балхашского бассейна. В 2016 г. ниже пос. Кабанбай он встречался в незначительном количестве. В июле 2020 г. его численность намного увеличилась, и вид стал встречаться на большинстве исследованных участков реки. На верхнем участке реки его численность в ценозе составила 17,6%. Вниз по реке его численность уменьшалась до 1,3%.

Серый голец *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872) в р. Шынжылы были отмечены в составе ихтиофауны только в 1997 г. Исследования, проведенные в р. Шынжылы с разницей больше 15 лет, показывал, что в последний 5 лет данный вид в уловах ни разу не встречался [17].

Отряд окунеобразные, семейство окуневые *Percidae*:

Балхашский окунь *Perca schrenkii* Kessler, 1874, также, как и серый голец в незначительном количестве попадался в уловах 1997 г., а в период нашего исследования не встречался. Балхашский окунь в основном встречается приустьевом пространстве и озерах дельты р. Тентек, тогда в ихтиоценозах этих мест в летний период он являлся одним из доминирующих видов [27]. Очевидно, что он проник через р. Тентек, но из-за сезонных изменений и не подходящего гидрологического режима не смог стать постоянным членом ихтиоценоза в этой реке.

Чужеродные рыбы р. Шынжылы были представлены 3 видами из семейства карповых: серебряный карась, лещ и амурский чебачок.

Серебряный карась был обнаружен 1997 г. тогда на равнинном участке его численность составляла до 8%, а в зарослевом участке р. Шынжылы расположенном ниже пос. Кабанбай, его доля составляла 29,3% от общего числа рыб. Однако, в период наших исследований он ни разу не встречался.

Восточный лещ *Abramis brama orientalis* (Berg, 1949) в 2016 г. единственный экземпляр был пойман в реке Шынжылы (ниже пос. Кабанбай), после того в уловах не регистрировался. Также прежде не был обнаружен. Биологические параметры пойманного леща были следующими: L=124, l=98,5 и Q=17,82 г.

Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) – является случайным компонентом ихтиофауны р. Шынжылы. Встречается только в единичном случае в верхней и нижней части реки. Раньше на станциях замедленным течением он имел наибольшую

численность [17], и доля в уловах составляла 22,3%.

Видовой состав рыб, экологическая структура ихтиоценозов, частота встречаемости, распространение и численность популяций разных видов рыб в малых рек во многом зависят от гидрологических, гидродинамических, гидрохимических и гидробиологических условий водотоков [28, 29]. Сообщества рыб малых рек наиболее лабильны и могут значительно изменяться как в пространстве, так и во времени, в частности, под воздействием антропогенных факторов, среди которых наиболее значимыми для ихтиофауны р. Шынжылы являются сельское хозяйство (орошение) и урбанизация (строительство мостов и т.д.). Несмотря на то, что разные виды рыб демонстрируют разную приспособленность к такому виду воздействия, обычно наблюдается уменьшение разнообразия, особенно аборигенных видов рыб [30, 31, 32].

Результаты предыдущего исследования 1997-2002 гг. показали тенденцию к снижению численности аборигенных видов и увеличению численности акклиматизантов. По результатам наших исследований установлено, что разнообразие и численность акклиматизантов немного уменьшились, некоторые из них в уловах не встречались. Вероятно, это связано с изменением режима хозяйствования, в результате чего аборигенные виды постепенно увеличив численность, смогли вернуть свои экологические ниши

и постепенно вытеснить чужеродных рыб из р. Шынжылы.

Заключение

Установлено, что в 2015-2017 и 2020 гг. состав ихтиофауны р. Шынжылы испытывал резкие изменения. В настоящее время ихтиофауна состоит из 9 видов рыб, относящихся к 2 семействам отряда карпообразных. Видовой состав рыб в основном состоит из аборигенных видов. Наиболее многочисленными были голый осман, балхашская маринка и пятнистый губач. Не были обнаружены ранее указанные для этой реки аборигенные серый голец, зайсанский голянь, балхашский окунь и чужеродный серебряный карась. Таким образом, р. Шынжылы является резерватом аборигенной ихтиофауны и важным местом воспроизводства балхашской маринки и голого османа. Однако меняющаяся антропогенная нагрузка и погодные условия приводят к значительным изменениям в составе ихтиофауны в различные годы.

Благодарность

Я благодарю научного руководителя к.б.н., Н.Ш. Мамилова за организацию экспедиций 2020 г., полезные предложения и помощь в редактировании статьи, а также Ф.Т. Амирбекову и Д.К. Беккожаеву, которые принимали участие в сборе и обработке материалов в разные годы.

Литература

- 1 Pennisi E. An ecosystem goes topsy-turvy as a tiny fish takes over// *Science* – 2020. – 369(6508). – P. 1154-1155. DOI: 10.1126/science.369.6508.1154.
- 2 Biswas S.R., Vogt R.J., Sharma S. Projected compositional shifts and loss of ecosystem services in freshwater fish communities under climate change scenarios// *Hydrobiologia*. – 2017. V.799. – P.135–149. DOI: 10.1007/s10750-017-3208-1.
- 3 Strayer D.L., Dudgeon D. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges// *Journal North American Benthological Society*. – 2010. – V.29 (1). – P.344-358. DOI: 10.1899/08-171.1.
- 4 Abrahms B., Di Pietro D., Graffis A., Hollander A. Managing biodiversity under climate change: challenges, frameworks, and tools for adaptation// *Biodiversity Conservation*. – 2017. – V.26. – P.2277–2293. DOI:10.1007/s10531-017-1362-4
- 5 Magurran A.E. Threats to freshwater fishes// *Science* – 4 September 2016. – Vol.325. – P.1215-1216. DOI: 10.1126/science.1177215.
- 6 Closs G.P., Angermeier P.L., Darwall W.R.T., Balcombe S.R. Why are freshwater fish so threatened?// *Conservation of freshwater Fishes*. Eds. Closs G.P., Krkosek M., Olden J.D. – Cambridge: Cambridge University Press, 2016. – P.37-75. ISBN 978-1-107-04011-3
- 7 Harrison, I., Abell, R., Darwall, W., Thieme, M.L., Tickner, D., Timboe, I. The freshwater biodiversity crisis// *Science*. 1 December 2018, 362, 6421, 1369. doi:10.1126/science.aav9242.
- 8 Meyer C., Kreft H., Guralnick R., Jetz W. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions// *Nature communications* – 2015. – DOI:10.1038/ncomms9221.
- 9 Darwall W.R.T., Freyhof J. Lost fishes, who is counting? The extent of the threat to freshwater fish biodiversity// *Conservation of freshwater fishes*. Eds. Closs G.P., Krkosek M., Olden J.D. – Cambridge University Press, 2016 – pp.3-36. ISBN 978-1-107-04011-3
- 10 Pelayo-Villamil P., Guisande C., Manjarrés-Hernández A., Jiménez L.F., Granado-Lorencio C., García-Roselló E., González-Dacosta J., Heine J., González-Vila L., Lobo J.M. Completeness of national freshwater fish species inventories around the world// *Biodiversity and Conservation* – 2018. – V.27 – P. 3807–3817. doi.org/10.1007/s10531-018-1630-y

- 11 Sapagalieva N.S. Ichthyofauna of the Aksu River of Balkhash Basin// Russian Journal of Biological Invasions – 2015. – V.6, №3. – P.197-201. DOI: 10.1134/S2075111715030054
- 12 Мамилов Н.Ш., Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т., Мамилов А.Ш., Хабибуллин Ф.Х. Ихтиофауна Джунгарского Алатау// Материалы 4 Международной конференции Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. 26-30 сентября 2016 г. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2016. – С.127-130.
- 13 Поляков И.С. В окрестностях Сасыккуля. Живописная Россия. Русская Средняя Азия. Т.10. 1885. – С.413-420.
- 14 Никольский А.М. О фауне позвоночных животных дна Балхашской котловины // Тр. СПб общества естествоиспытателей, 1887, 1888. Т. XIX. – С.59-188.
- 15 Берг Л.С. Рыбы Туркестана // Известия Туркестанского отделения Императорского Русского Географического общества. – СПб., 1905, т. IV, вып. II. – 261 с.
- 16 Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Альпейсов Ш.А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озёр. – Алматы: Бастау, 2006. – 368 с. ISBN 9965-413-70-3.
- 17 Тимирханов С.Р., Аветисян Р.М. Ихтиофауна рек Джунгарского Алатау (Алакольский бассейн) // Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С.326-334.
- 18 <https://old2.aikyn.kz/2017/05/23/14202.html>
- 19 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
- 20 Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., Shaw, P. (Eds.) (2005). Handbook of Biodiversity Methods. Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press. 573 p. ISBN -13 978-0-521-82368-5
- 21 Pott, C.B., Coker, G.A., Ming, D.L., Randall, R.G. (2006). A review of fish sampling methods commonly used in Canadian freshwater habitats. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 2604 p. ISSN 0706-6457
- 22 Богущкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.
- 23 Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2019).
- 24 Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- 25 Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – Т.2. – 477 с.
- 26 Magurran A.E., McGill B.J., 2014. Biological Diversity. Frontiers in Measurement and Assessment. – Oxford University Press – 345 p.
- 27 Соколовский В.Р., Скакун В.А., Аветисян Р.М. Видовой состав и распределение рыб в дельте р. Тентек в 2000-2001 гг. // Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С. 334-348.
- 28 Bain M. B., Finn J. T., Booke H. E. Streamflow regulation and fish community structure // Ecology. – 1988. – V.69. – P.382–392. DOI <https://doi.org/10.2307/1940436>
- 29 Котегов Б.Г. Особенности видового состава и структуры сообществ рыб малых рек Удмуртской Республики // Экология. – 2007. – №. 4. – С. 274-282.
- 30 Humphries P., Lake P.S. Fish larvae and the management of regulated rivers // Regulated Rivers: Research & Management – 2000. – V.16. – P.421–432. DOI [https://doi.org/10.1002/1099-1646\(200009/10\)16:5<421::AID-RRR594>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1099-1646(200009/10)16:5<421::AID-RRR594>3.0.CO;2-4)
- 31 Gehrke, P. C. & J. H. Harris, 2001. Regional-scale effects of flow regulation on lowland riverine fish communities in New South Wales, Australia // Regulated Rivers: Research & Management – 2001. – V.17. – P.369–391. DOI <https://doi.org/10.1002/rrr.648>
- 32 Oberdorff, T., Huguely B., Vigneron T. Is assemblage variability related to environmental variability? An answer for riverine fish // Oikos. – 2001. – V.93. – P.419–428. DOI <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.930307.x>

References

- 1 Pennisi E. An ecosystem goes topsy-turvy as a tiny fish takes over// Science – 2020. – 369(6508). – P. 1154-1155. DOI: 10.1126/science.369.6508.1154.
- 2 Biswas S.R., Vogt R.J., Sharma S. Projected compositional shifts and loss of ecosystem services in freshwater fish communities under climate change scenarios// Hydrobiologia. – 2017. V.799. – P.135–149. DOI: 10.1007/s10750-017-3208-1.
- 3 Strayer D.L., Dudgeon D. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges//Journal North American Benthological Society. – 2010. – V.29 (1). – P.344-358. DOI: 10.1899/08-171.1.
- 4 Abrahms B., Di Pietro D., Graffis A., Hollander A. Managing biodiversity under climate change: challenges, frameworks, and tools for adaptation// Biodiversity Conservation. – 2017. – V.26. – P.2277–2293. DOI10.1007/s10531-017-1362-4
- 5 Magurran A.E. Threats to freshwater fishes// Science – 4 September 2016. –Vol.325. – P.1215-1216. DOI: 10.1126/science.1177215.
- 6 Closs G.P., Angermeier P.L., Darwall W.R.T., Balcombe S.R. Why are freshwater fish so threatened?// Conservation of freshwater Fishes. Eds. Closs G.P., Krkosek M., Olden J.D. – Cambridge: Cambridge University Press, 2016. – P.37-75. ISBN 978-1-107-04011-3
- 7 Harrison, I., Abell, R., Darwall, W., Thieme, M.L., Tickner, D., Timboe, I. The freshwater biodiversity crisis// Science. 1 December 2018, 362, 6421, 1369. doi:10.1126/science.aav9242.
- 8 Meyer C., Kreft H., Guralnick R., Jetz W. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions// Nature communications – 2015. – DOI:10.1038/ncomms9221.
- 9 Darwall W.R.T., Freyhof J. Lost fishes, who is counting? The extent of the threat to freshwater fish biodiversity// Conservation of freshwater fishes. Eds. Closs G.P., Krkosek M., Olden J.D. – Cambridge University Press, 2016 – pp.3-36. ISBN 978-1-107-04011-3
- 10 Pelayo-Villamil P., Guisande C., Manjarrés-Hernández A., Jiménez L.F., Granado-Lorencio C., García-Roselló E., González-Dacosta J., Heine J., González-Vila L., Lobo J.M. Completeness of national freshwater fish species inventories around the world// Biodiversity and Conservation – 2018. – V.27 – P. 3807–3817. doi.org/10.1007/s10531-018-1630-y

- 11 Sapagalieva N.S. Ichthyofauna of the Aksu River of Balkhash Basin// Russian Journal of Biological Invasions – 2015. – V.6, №3. – P.197-201. DOI: 10.1134/S2075111715030054
- 12 Mamilov N.Sh., Bekkozhaeva D.K., Amirbekova F.T., Mamilov A.Sh., Habibullin F.H. (2016) Ihtiofauna Dzhungarskogo Alatau// Materialy 4 Mezhdunarodnoj konferencii Bioraznoobrazie, problemy ekologii Gornogo Altaya i sopredelnyh regionov: nastoyashee, proshloe, budushee. 26-30 sentyabrya 2016 g. – Gorno-Altajsk: RIO GAGU,– S.127-130.
- 13 Polyakov I.S. (1885) V okrestnostyah Sasykkulya. Zhivopisnaya Rossiya. Russkaya Srednyaya Aziya. T.10. S.413-420.
- 14 Nikolskij A.M. (1887, 1888) O faune pozvonochnyh zhivotnyh dna Balhashskoj kotloviny // Tr. SPb obshestva estestvoispytatelej. T. XIX.- S.59-188
- 15 Berg L.S. (1905) Ryby Turkestana // Izvestiya Turkestanskogo otdeleniya Imperatorskogo Russkogo Geograficheskogo obshestva. SPb., T. IV, vyp. II. – 261 s.
- 16 Amirgaliev N.A., Timirhanov S.R., Al'pejsov S.H.A. (2006) Ihtiofauna i ekologiya Alakol'skoj sistemy ozyor. – Almaty: Bastau, p. 368. ISBN 9965-413-70-3.
- 17 Timirhanov S.R., Avetisyan R.M. (2004) Ihtiofauna rek Dzhungarskogo Alatau (Alakol'skij bassejn)// Trudy Alakol'skogo zapovednika. – Almaty: Mektep, pp.296-326.
- 18 <https://old2.aikyn.kz/2017/05/23/14202.html>
- 19 Pravdin I.F. (1966) Rukovodstvo po izucheniyu ryb. – M.: Pishchevaya promyshlennost', p. 376
- 20 Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., Shaw, P. (Eds.) (2005). Handbook of Biodiversity Methods. Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press. 573 p. ISBN -13 978-0-521-82368-5
- 21 Portt, C.B., Coker, G.A., Ming, D.L., Randall, R.G. (2006). A review of fish sampling methods commonly used in Canadian freshwater habitats. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 2604 p. ISSN 0706-6457
- 22 Boguckaya N.G., Naseka A.M. (2004) Katalog beschelyustnyh i ryb presnyh i solonovatyh vod Rossii s taksonomicheskimi kommentariyami. – M.: Tovarishchestvo nauchnyh izdanij KMK, p.389
- 23 Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2019. FishBase.World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2019).
- 24 Lakin G.F. (1990) Biometriya – M.: Vysshaya shkola, p. 352
- 25 Bigon M., Harper Dzh., Taunsend K. (1989) Ekologiya. Osobi, populyacii i soobshchestva. – M.: Mir., – T.2. p. 477
- 26 Magurran A.E., McGill B.J., 2014. Biological Diversity. Frontiers in Measurement and Assessment. – Oxford University Press – 345 p.
- 27 Sokolovskij V.R., Skakun V.A., Avetisyan R.M. (2004) Vidovoj sostav i raspredelenie ryb v delte r. Tentek v 2000-2001 gg. // Trudy Alakolskogo zapovednika. – Almaty: Mektep. S.334-348.
- 28 Bain M. B., Finn J. T., Booke H. E. Streamflow regulation and fish community structure // Ecology. – 1988. – V.69. – P.382–392. DOI <https://doi.org/10.2307/1940436>
- 29 Kotegov B.G. (2007) Osobennosti vidovogo sostava i struktury soobshestv ryb malyh rek Udmurtskoj Respubliki // Ekologiya. № 4. – S. 274-282.
- 30 Humphries P., Lake P.S. Fish larvae and the management of regulated rivers // Regulated Rivers: Research & Management – 2000. – V.16. – P.421–432. DOI [https://doi.org/10.1002/1099-1646\(200009/10\)16:5<421::AID-RRR594>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1099-1646(200009/10)16:5<421::AID-RRR594>3.0.CO;2-4)
- 31 Gehrke, P. C. & J. H. Harris, 2001. Regional-scale effects of flow regulation on lowland riverine fish communities in New South Wales, Australia // Regulated Rivers: Research & Management – 2001. – V.17. – P.369–391. DOI <https://doi.org/10.1002/rrr.648>
- 32 Oberdorff, T., Hugueny B., Vigneron T. Is assemblage variability related to environmental variability? An answer for riverine fish // Oikos. – 2001. – V.93. – P.419–428. DOI <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.930307.x>

5-бөлім
**АДАМ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР
ФИЗИОЛОГИЯСЫ**

Section 5
**HUMAN AND ANIMAL
PHYSIOLOGY**

Раздел 5
**ФИЗИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

Т.Т. Нуркенов² , А.К. Цой¹ , Г.Е. Жусупова² ,
Ф.С. Олжаев¹ , В.Ю. Огай³, Б.А. Умбаев¹,
Т.М. Шалахметова² , Ш.Н. Аскарлова^{1*} 

¹ЧУ «National Laboratory Astana», АОО «Nazarbayev University»,

Лаборатория биоинженерии и регенеративной медицины, Казахстан, г. Нур-Султан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³РГП «Национальный Центр Биотехнологии» КН МОН РК, Казахстан, г. Нур-Султан

*e-mail: shaskarova@nu.edu.kz

КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЙСТВИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИФЕНОЛОВ И МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Целью работы явилась оценка эффективности применения сочетанной терапии экстракта полифенолов, выделенных из корней *Limonium gmelinii* и мезенхимальных стволовых клеток (МСК) в условиях экспериментально индуцированного ишемического поражения головного мозга *in vivo*. Объектом настоящего исследования явились аутбредные крысы-самцы линии Wistar весом 280-300 гр. Для создания модели фокального ишемического инсульта проводили окклюзию средней мозговой артерии (ОСМА). Животные опытных групп получали кермек Гмелина внутривентрикулярно, трансплантацию МСК проводили инъекционно через общую бедренную вену. Прижизненную оценку выживаемости и распределения трансплантированных МСК осуществляли при помощи аппарата микро КТ IVIS Spectrum. Анализ сенсомоторных функций животных проводили с помощью теста «Сужающаяся дорожка». Результаты исследования показали, что трансплантированные МСК локализуются в головном мозге только у животных с ОСМА, однако их локализация в грудной и брюшной области была отмечена как у животных с индуцированным инсультом, так и без него. Оценка сенсомоторной деятельности показала, что у животных, получавших трансплантацию МСК, происходило частичное восстановление двигательных функций, а при комбинированной терапии экстрактом кермека Гмелина и МСК на 14 сутки двигательная активность крыс восстанавливалась практически до контрольных величин. Таким образом, комбинированная терапия экстрактом кермека Гмелина и мезенхимальными стволовыми клетками является более эффективным подходом по сравнению с монотерапией МСК.

Ключевые слова: ишемический инсульт, кермек Гмелина, растительные полифенолы, мезенхимальные стволовые клетки.

T.T. Nurkenov², A.K. Tsoy¹, G.E. Zhusupova², F.S. Olzhayev¹,
V.Yu. Ogay³, B.A. Umbayev¹, T.M. Shalakhmetova², Sh.N. Askarova^{1*}

¹National Laboratory Astana, Nazarbayev University, Kazakhstan, Nur-Sultan

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

³National Center for Biotechnology, Kazakhstan, Nur-Sultan

*e-mail: shaskarova@nu.edu.kz

Combined action of vegetable polyphenols and mesenchymal stem cells on ischemic damage of the brain

The aim of the work was to evaluate the effectiveness of combined therapy of the extract of polyphenols isolated from the roots of *Limonium Gmelinii* and mesenchymal stem cells (MSCs) under conditions of experimentally induced ischemic brain damage *in vivo*. The object of this study were outbred male Wistar rats weighing 280-300 g. To create a model of focal ischemic stroke, occlusion of the middle cerebral artery (MCAO) was performed. Animals of the experimental groups received Kermek of Gmelin intragastrically; MSC transplantation was carried out by injection through the common femoral vein. Intravital assessment of the survival and distribution of transplanted MSCs was carried out using a micro CT IVIS Spectrum apparatus. Analysis of the sensorimotor functions of animals

was performed using the test " Beam walk." The results of the study showed that transplanted MSCs are localized in the brain only in animals with MCAO, however, their localization in the thoracic and abdominal region was noted both in animals with and without stroke. Evaluation of sensorimotor activity showed that in animals that received MSC transplantation, partial restoration of motor functions occurred, and with combined therapy with Limonium Gmelinii extract and MSC on day 14, the motor activity of rats was restored almost to the control values. Thus, combined therapy with Limonium Gmelinii extract and mesenchymal stem cells is a more effective approach as compared to MSC monotherapy.

Key words: ischemic stroke, Limonium Gmelinii, plant polyphenols, mesenchymal stem cells.

Т.Т. Нуркенов², А.К. Цой¹, Г.Е. Жусупова², Ф.С. Олжаев¹,
В.Ю. Огай³, Б.А. Умбаев¹, Т.М. Шалахметова², Ш.Н. Аскарлова^{1*}

¹Астана ұлттық зертханасы, Назарбаев Университеті, Қазақстан, Нұрсұлтан қ.

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³Ұлттық Биотехнология Орталығы, Қазақстан, Нұрсұлтан қ.

*e-mail: shaskarova@nu.edu.kz

Мидың ишемиялық зақымдануындағы өсімдік полифенолдары мен мезенхималық бағаналы жасушаларының бірлескен әсері

Бұл жұмыстың мақсаты *in vivo* мидың экспериментальды ишемиялық зақымдануы жағдайында *Limonium gmelinii* тамырларынан оқшауланған полифенол сығындысы мен мезенхималық бағаналы жасушаларының (МБЖ) бірлескен терапиясының тиімділігін бағалау болды. Осы зерттеудің объектісі, салмағы 280-300 г еркек Wistar егеуқұйрықтары болды. Фокальды ишемиялық инсульт моделін құру үшін орта ми артерия окклюзиясы (ОМАО) жасалды. Тәжірибелік топтардың жануарлары Кермек Гмелинді интрагастриялық жолмен қабылдады; МБЖ трансплантациясы жалпы сан тамыр арқылы инъекция арқылы жасалды. Трансплантацияланған МБЖ-дің өмір сүру деңгейі мен таралуын бағалау IVIS Spectrum micro КТ аппаратын қолдану арқылы жүзеге асырылды. Жануарлардың сенсомоторлық функцияларын талдау «Тарылатын жол» сынағының көмегімен жүргізілді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, трансплантацияланған МБЖ-лар мида тек ОМАО-мен ауыратын жануарларда локализацияланған, бірақ олардың кеуде және іш аймағында оқшаулануы инсультпен немесе инсультсыз жануарларда байқалды. Сенсоримоторлық белсенділікті бағалау көрсеткендей, МБЖ трансплантациясын алған жануарларда қозғалтқыш функцияларын ішінара қалпына келу орын алды, ал *Limonium gmelinii* сығындысы мен МБЖ аралас терапия жүргізгенде, 14-ші күні егеуқұйрықтардың қозғалтқыш белсенділігі бақылау шамасына дейін қалпына келді. Осылайша, *Limonium gmelinii* сығындысымен және мезенхималық бағаналы жасушаларымен біріктірілген терапия МБЖ монотерапиясымен салыстырғанда тиімді әдіс болып табылады.

Түйін сөздер: ишемиялық инсульт, *Limonium Gmelinii*, өсімдік полифенолдары, мезенхималық бағаналы жасушалары.

Введение

Инсульт является третьей причиной смертности населения после болезней сердца и онкологических заболеваний, и лидирующей причиной инвалидизации людей пожилого возраста в большинстве стран мира, в том числе в Казахстане [1, 2]. 85% всех инсультов имеют ишемическую природу и вызываются острой тромботической окклюзией сосудов головного мозга, что приводит к нарушению кровотока и кислородному голоданию нервных клеток [3]. Учитывая высокую распространённость, наряду с другими сердечно-сосудистыми заболеваниями, ишемический инсульт (ИИ) является глобальной проблемой медико-социального характера. Исходя из вышесказанного, вопрос о поиске эф-

фективных специфических и базисных средств для терапии ИИ стоит весьма остро.

Основными принципами патогенетического лечения ИИ является восстановление кровотока в зоне ишемии (рециркуляция, реперфузия), поддержание метаболизма мозговой ткани и защита ее от структурных повреждений (нейропротекция). В последние десятилетия наиболее эффективным методом лечения ИИ является проведение медикаментозного тромболизиса, направленного на восстановление магистрального кровотока на пораженном участке с целью предотвращения необратимых изменений в тканях головного мозга [4]. Однако, ввиду узкого временного «терапевтического окна», не более 3 часов с момента развития острого нарушения мозгового кровообращения, и высокого риска

развития геморрагических осложнений, спектр терапевтических средств очень ограничен [5].

Одним из перспективных направлений пост-ишемической реваскуляризации пораженного участка головного мозга является клеточно-терапевтический подход с использованием мезенхимальных стволовых клеток. Лейтмотивом терапии стволовыми клетками (СК) является возможность нейропротективного действия трансплантированных СК, за счет продуцируемых ими биологически активных компонентов [6] и их способности восполнить клеточный дефицит, возникающий в результате повреждения и гибели нейроглиальных клеток [7]. В литературе встречаются данные об успешном применении стволовых клеток с целью ангиогенной терапии как в качестве монотерапии, так и в комбинированном применении [8, 9]. Также встречаются данные, что при использовании МСК, выделяемых из КМ и жировой ткани, отмечается улучшение неврологической картины в модели ИИ, которая проявляется в нормализации двигательной активности и улучшении когнитивных функций у животных [10, 11].

Следующим немаловажным звеном в устранении последствий ишемического поражения тканей головного мозга является коррекция реперфузионного синдрома, возникающего после восстановления магистрального артериального кровотока в поврежденной области головного мозга [12]. Реперфузионное повреждение тканей мозга в основном обусловлено запуском каскадного механизма реакций, результатом действия которого является накопление продуктов свободнорадикального окисления и развитие окислительного стресса. Примечательно, что генерация АФК продолжается как на стадии ишемии, так и на стадии реперфузии и вследствие этого гибель ишемизированной клетки может наступить спустя несколько часов, дней или даже недель после наступления ишемического инсульта [13]. В этой связи окислительный стресс, как основной компонент патофизиологии ишемического и реперфузионного повреждения мозга, обуславливает назначение антиоксидантной терапии даже в отсроченном порядке.

Среди веществ с антиоксидантными свойствами большой интерес представляют растительные полифенолы, поскольку помимо выраженных антиоксидантных свойств они отличаются широким спектром биологического действия как на клеточном уровне, так и на тканевом: ингибируют протеинкиназы, активируют глутатион-S-трансферазу, оказывают влияние на

сортировку Т-лимфоцитов, оказывают модулирующее действие на компоненты иммунной системы и др. [14-19]. Показано также, что различные полифенолы растительного происхождения обладают нейропротекторными свойствами [20-22]. Таким образом, поиск новых растительных ресурсов, богатых биодоступными полифенолами, является актуальной задачей.

Одним из растений, содержащих большое количество полифенолов, является кермек Гмелина (*L. Gmelinii*) – представитель рода *Limonium* (кермек), в большом количестве произрастающий на территории Казахстана. Сухой экстракт из корней кермека Гмелина (субстанция Лимонидин) разрешен Комитетом контроля медицинской и фармацевтической деятельности МЗ РК в соответствии с приказом № 559 от 21.07.2015 для применения в медицине в качестве лекарственного средства. Более того, ранее было показано, что экстракт кермека Гмелина оказывает комплексное цитопротекторное действие на нейроны, астроциты и эндотелиоциты головного мозга *in vitro* и *in vivo* [23].

Исходя из всего вышесказанного, целью настоящего исследования явилась оценка терапевтического потенциала МСК, а также сочетанного воздействия растительного экстракта из кермека Гмелина и МСК при индуцированном фокальном ишемическом инсульте у крыс.

Материалы и методы

В исследовании использовали аутбредных крыс-самцов линии Wistar весом 280-300 гр. Животные содержались в условиях вивария в режиме 12 часового цикла день/ночь, при температуре 22-23°C. Все эксперименты с животными проводились только после одобрения локального этического комитета.

Трансплантация МСК и введение растительного экстракта

Для проведения экспериментов животные были разбиты на 4 группы, по 10 животных в каждой: 1) контрольные животные; 2) животные у которых индуцировали инсульт; 3) животные с индуцированным инсультом, которым проводили однократную внутривенную трансплантацию МСК, трансфецированных люциферазой, в количестве 1×10^6 клеток на следующий день после ОСМА; 4) животные с индуцированным инсультом, которых подвергали терапии экстрактом кермека Гмелина внутрижелудочно в дозировке 200 мг/кг в течение 28 дней, и проводили однократную трансплантацию МСК в ко-

личестве 1×10^6 . За сутки до индукции инсульта, на следующий день, на 1, 7, 14 и 28 день после ОСМА проводили оценку сенсомоторных функций животных.

МСК выделяли из костного мозга бедренных и большеберцовых костей 4-недельных крыс согласно описанному ранее протоколу [24]. Вкратце, трубчатые кости (бедренные, плечевые) крыс помещали в фосфатный буфер, содержащий 1% антибиотиков (пенициллин/стрептомицин), и очищали от мягких тканей. Эпифизы удаляли, а из диафизов вымывали костный мозг с помощью полноценной питательной среды DMEM, содержащей 10% FBS (фетальная бычья сыворотка) и 1% антибиотиков. Выделенную массу ресуспендировали и помещали в пробирку, с последующим центрифугированием при 300g в течение 10 минут. После удаления супернатанта осажденные клетки разводили в полноценной среде DMEM и высевали на культуральные матрасы. По достижении 95% конfluence проводили механическую очистку культуры МСК путем встряхивания культуральных матрасов на орбитальном шейкере при 800 оборотах в течение 1 часа. Затем клетки монослоя пересеивали на покровные стекла и проводили оценку чистоты полученной культуры.

Оценку чистоты культуры МСК проводили с помощью иммунофлуоресцентного анализа МСК негативных маркеров CD34 и CD19, которые экспрессируются в гемопоэтических клетках, а также специфических МСК позитивных маркеров CD90 и CD105.

Микроскопический анализ, в том числе и флуоресцентный, проводили с помощью микроскопов Olympus IX83 и Carl Zeiss AxioObserver Z1. Флуоресцентные изображения получали с помощью охлаждаемой CCD камеры и программного обеспечения MetaMorph.

Для экспериментального изучения действия МСК и растительных полифенолов на головной мозг использовали модель ИИ, вызванного окклюзией средней мозговой артерии. Данная модель отличается удобством для оценки морфологического и физиологического анализа изменений тканей головного мозга, отличается стабильностью повреждений структур головного мозга. Также выбранная модель ОСМА отличается от других экспериментальных моделей возможностью вызывать значительные размеры ИИ [25], имеет сходство с развитием ИИ у человека и позволяет оценить размеры ишемического некроза и образование рубцовой ткани. Указанная модель фокальной ишемии была вос-

произведена у 20 крыс посредством ОСМА в соответствии с ранее описанным протоколом [26].

Для возможности прижизненного мониторинга приживаемости и биораспределения МСК после трансплантации была проведена трансфекция МСК люциферазным лентивирусным вектором. Для оценки эффективности трансфекции клеток лентивирусными частицами, меченые МСК высевались на матрасы и культивировались до достижения 80% конfluence. Контролем служили МСК, не подвергавшиеся трансфекции. Для выявления биолюминесценции в культуральную среду обоих матрасов добавляли 150µг/мл D-люциферина светлячка, после чего матрасы с клетками помещали в рабочую камеру имиджера IVIS spectrum CT (Caliper, USA).

Прижизненная оценка выживаемости и распределения меченых люциферазой МСК в различных органах проводилась на 1, 7, 14, и 28 день после трансплантации при помощи аппарата микро КТ (IVIS Spectrum CT; Caliper). Для оценки локализации МСК животным внутрибрюшинно вводили люциферин (Santa Cruz Biotechnology) в количестве 150 мг на килограмм массы тела животного за 10-15 минут до визуализации. Аппарат микро КТ (IVIS Spectrum CT; Caliper) использовали в режиме накопления сигнала биолюминесценции. Изображения получали с помощью программного обеспечения Living Image 4.3.1 (Caliper).

Оценка сенсомоторных функций у крыс

Анализ опорно-двигательной функции передних и задних конечностей лабораторных животных проводили с помощью теста для оценки сенсомоторики «Сужающаяся дорожка» (рисунки 1А). Суть данного теста заключается в том, что животное, пересекая специальную доску, интенсивно освещенную в самом начале и имеющую постепенное сужение по всей длине, стремится попасть в затемненный бокс (рисунок 1В).

Для оценки моторно-двигательной функции лабораторных животных подсчитывали количество постановок конечности на нижнюю доску (ошибка), количество соскальзывания конечности с верхней доски на нижнюю (когда кисть или стопа размещена на обеих досках) и общее количество шагов, сделанных от стартовой линии до захода животного в темную камеру. Учет ошибок и соскальзываний проводили для передних и задних лап отдельно. Видеозаписи анализировали покадрово с помощью программного обеспечения RealTimer.



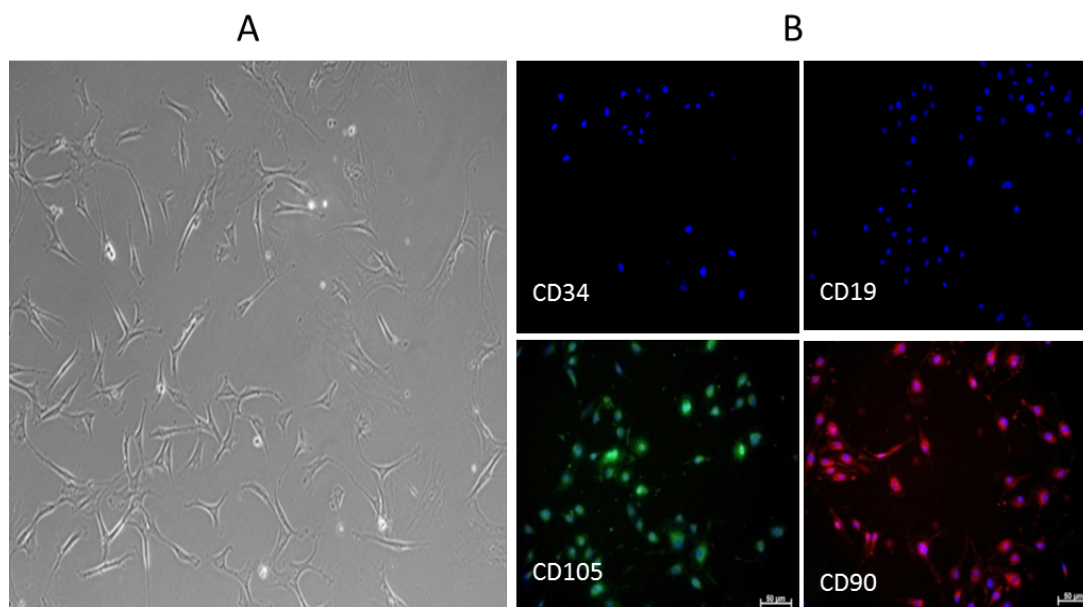
А – Установка «Сужающаяся дорожка»; В – Тестирование животного

Рисунок 1 – Тест – система для оценки сенсомоторной функции передних и задних конечностей

Полученные данные представлены в виде средней \pm стандартная погрешность средней величины (Mean \pm SEM). Статистическая достоверность результатов оценки сенсомоторной активности животных оценивалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа (one way ANOVA). Различия между группами исследования считались достоверными при $p \leq 0,05$. Анализ данных проводился с использованием программного обеспечения для статистического анализа SigmaPlot 11.

Результаты и обсуждение

МСК, выделенные из костного мозга бедренных и большеберцовых костей 4-х недельных крыс и высеянные на культуральные матрасы, достигли ~50%-ной конfluence на седьмой день культивирования и имели правильную фибробластоподобную морфологию (рисунок 2А). Мезенхимальная природа клеток была подтверждена положительной иммунофлуоресцентной окраской на маркеры CD90, CD105, CD34 и CD19 (рисунок 2В).

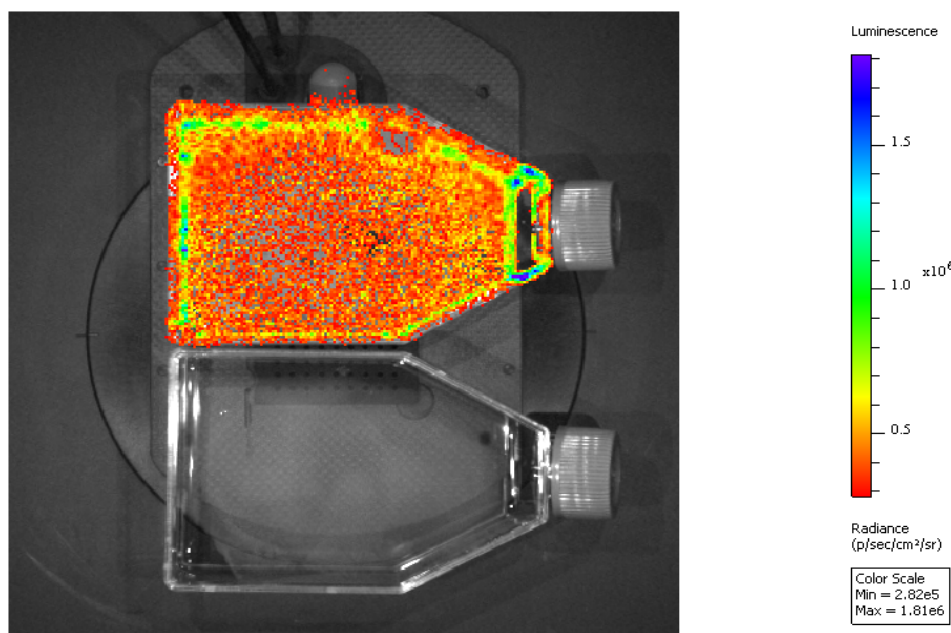


А – Фазово-контрастные микрофотографии отсортированных МСК на седьмой день культивирования (20X, NA 0.45 objective); В – Иммунофлуоресцентные микрофотографии клеток, меченых CD34, CD19, CD90 и CD105 антителами и красителем DAPI (x20)

Рисунок 2 – Морфология и иммунофенотипический анализ МСК, выделенных из костного мозга

Результаты трансфекции МСК люциферазным лентивирусным вектором для оценки приживаемости и биораспределения МСК после трансплантации отражены на рисунке 3, где представлены фотографии двух матрасов, полученные в режиме биолюминесценции. Матрас,

содержащий трансфицированные МСК (сверху) интенсивно люминесцировал, в то время как контрольные клетки, не подвергавшиеся трансфекции, не светились (снизу), что свидетельствует об экспрессии люциферазы в трансфицированных МСК.



Сверху – культура трансфицированных МСК, снизу – контроль (МСК без трансфекции).

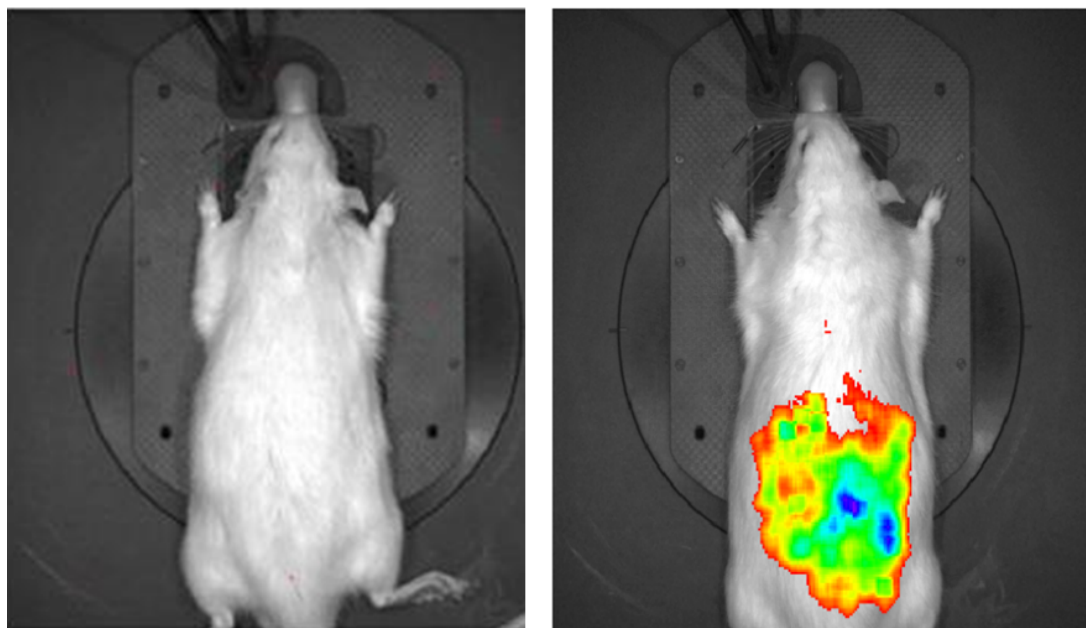
Рисунок 3 – Биолюминесцентный анализ эффективности трансфекции МСК лентивирусным вектором

После этого 1×10^6 трансфицированных МСК ввели однократно внутривенно нескольким лабораторным животным. На следующий день после трансплантации клеток, животным внутрибрюшинно вводился люциферин, и животные под наркозом помещались в аппарат микро КТ для биолюминесцентного имиджинга. Контролем служили животные, которым вводили то же самое количество клеток, но без трансфекции, и люциферин (рисунок 4). Анализ фотографий позволил сделать заключение о возможности применения данной методики для оценки биораспределения и хоуминга трансплантированных МСК в условиях *in vivo*.

Как уже упоминалось выше, для изучения нейропротекторного действия экстракта из кермека Гмелина и МСК на модели лабораторных животных, у самцов белых лабораторных крыс вызывали фокальный ишемический инсульт путем окклюзии средне-мозговой артерии (ОСМА). На следующий день после индукции инсульта животные начинали получать экстракт

из кермека Гмелина по 200 мг/кг, внутривенно в течение 28 дней и однократную внутривенную трансплантацию МСК, трансфицированных люциферазой, в количестве 1×10^6 на следующий день после ОСМА.

Было показано, что распределение МСК в теле животных с фокальным ишемическим инсультом отличается от таковой у интактных крыс. У животных, не подвергавшихся ОСМА, трансплантированные МСК локализуются преимущественно в грудной и брюшной области и полностью отсутствуют в области головы. У животных с ОСМА показано наличие биолюминесценции в головном мозге на первый и третий день после однократной трансплантации трансфицированных люциферазным вектором МСК в количестве 1×10^6 (рисунок 5) и отсутствие сигнала начиная с седьмого дня. При этом в брюшной области биолюминесценцию можно было детектировать вплоть до 28 дня после трансплантации в обеих группах животных.



Слева – контроль (МСК без трансфекции), справа – трансфицированные МСК

Рисунок 4 – *In vivo* биолуминесценция люциферина

У всех прооперированных животных в первые часы после пробуждения и в первые сутки послеоперационного периода отмечалось развитие неврологического дефицита, проявляющееся развитием вялости и замедленности движений, одностороннего птоза глаза на пораженной стороне, развитием пареза или паралича правой передней и/или задней лап, тремора, гемипарезии пораженной стороны, угнетением аппетита, нарушением регуляции актов дефекации и мочеиспускания.

На седьмые сутки после начала эксперимента у нелеченых животных отмечалось развитие отрицательной динамики с нарастанием неврологического дефицита, проявляющегося в развитии глубоких сенсомоторных нарушений (рисунок 6). Так, на 7-й, 14-й и 28-й день после индукции ишемического повреждения мозга, у животных этой группы наблюдали резкое ухудшение двигательной функции, на 14%, 18% и 14% соответственно, по сравнению с дооперационными значениями (нулевая линия). В то же самое время у животных, получавших монотерапию МСК, отрицательная динамика была выражена в меньшей степени, и на 14 сутки было отмечено статистически достоверное улучшение двигательных функций по сравнению с нелеченым контролем. При комбинировании терапии МСК и растительным экстрактом статистически

достоверное улучшение двигательной активности происходило уже на 7 сутки, а на 14 сутки моторные функции крыс восстанавливались практически до контрольных (дооперационных) величин.

В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты:

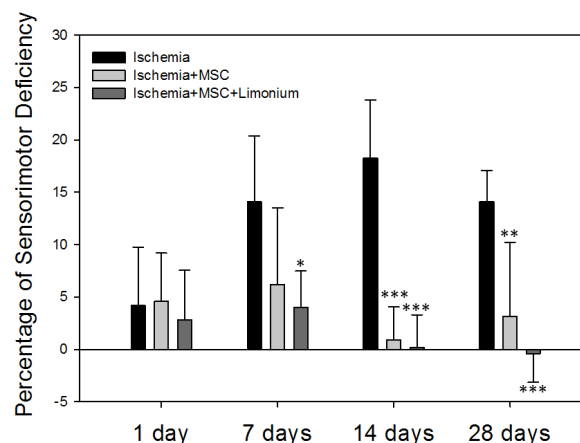


Рисунок 6 – Результаты тестирования сенсомоторных функций у крыс. Количественные данные представлены в виде разницы сенсомоторного дефицита у животных до и после операции ОСМА (сенсомоторный дефицит до операции представлен в виде нулевой линии).

*- $p \leq 0,05$; **- $p \leq 0,01$; ***- $p \leq 0,001$ по сравнению с нелечеными животными

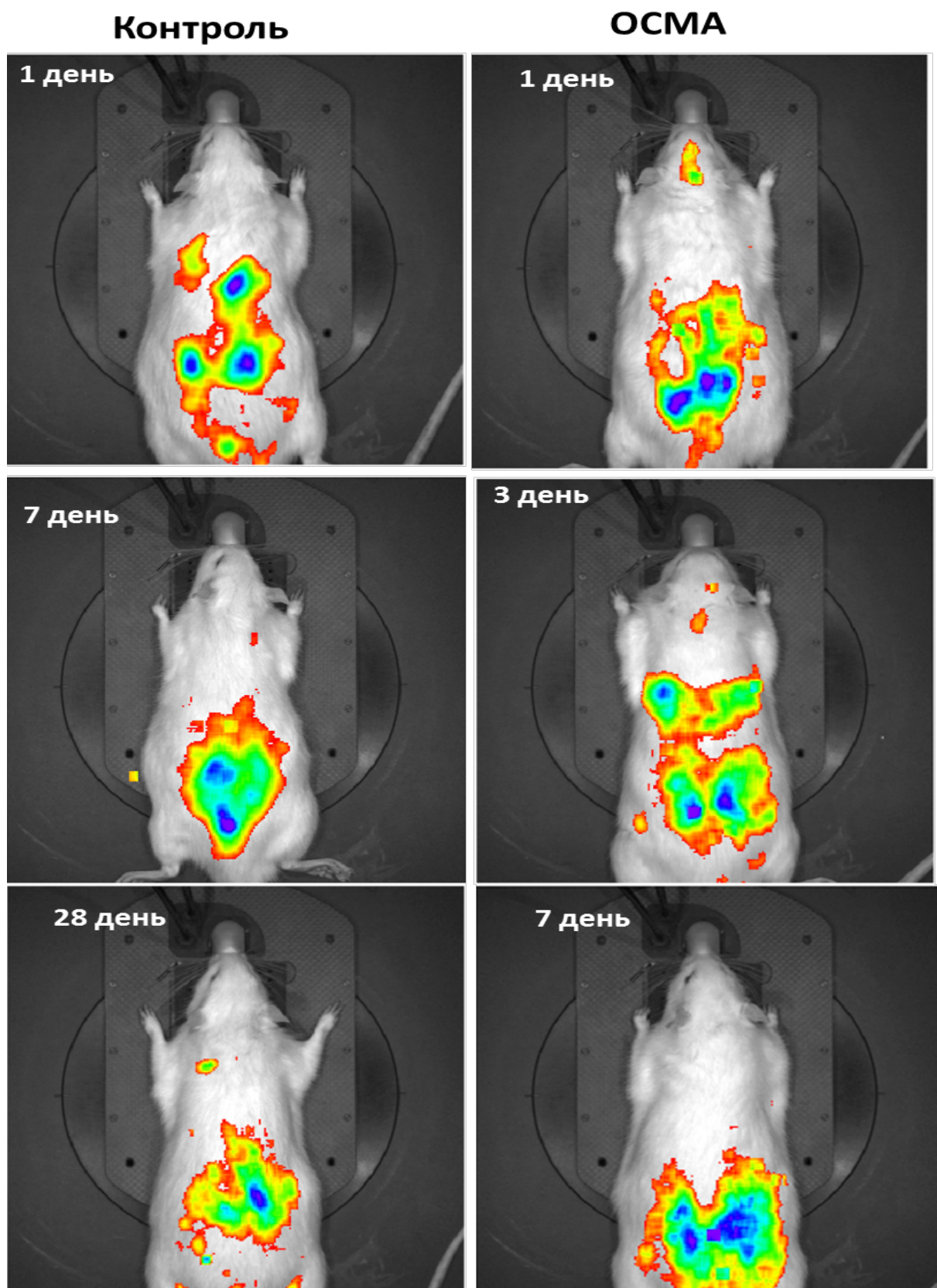


Рисунок 5 – *In vivo* биоломинесценция МСК, трансфицированных лентивирусным вектором у здоровых животных и животных с ОСМА

Были выделены мезенхимальные стволовые клетки трубчатых костей мелких лабораторных животных (крыс), и чистота полученной популяции МСК была подтверждена с помощью иммунофлуоресцентной окраски на маркеры CD90, CD105, CD34, и CD19; также был отработан метод трансфекции МСК лентивирусным вектором и прижизненная визуализация трансфицированных МСК внутри организма крыс.

Было показано, что распределение МСК в теле животных с фокальным ишемическим инсультом (окклюзия средней мозговой артерии, ОСМА) отличается от таковой у интактных крыс: у здоровых животных МСК локализуются преимущественно в висцеральных органах; у животных с хирургически вызванной окклюзией часть клеток проникает в головной мозг.

Результаты сравнительной оценки сенсомоторной деятельности лабораторных животных на протяжении 7-28 дней после ишемического инсульта показали частичное восстановление опорно-двигательной функции на фоне однократного интравенозного введения МСК (5×10^6 клеток), и значительное улучшение двигательной активности при комбинированной терапии экстрактом кермека Гмелина и МСК.

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что комбинированная терапия экстрактом кермека Гмелина и мезенхимальными стволовыми клетками является более эффективным подходом по сравнению с монотерапией и требует дальнейшего изучения. Так как сухой экстракт из корней кермека Гмелина (субстанция Лимонидин) разрешен Комитетом контроля медицинской и фармацевтической деятельности МЗ РК для применения в медицине в качестве гепатопротекторного и противовоспалительного средства, он может быть рекомендован для дальнейших клинических испытаний как отдельно, так и в комбинации с клеточной терапией.

Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликта интересов.

Источник финансирования

Данная работа финансировалась в рамках исследовательского гранта МОН РК № AP05133266.

Литература

- 1 Feigin V.L., Forouzanfar M.H., Krishnamurthi R., Mensah G.A., Connor M., Bennett D.A., Moran A.E., Sacco R.L., Anderson L., Truelsen T., O'Donnell M., Venketasubramanian N., Barker-Collo S., Lawes C.M., Wang W., Shinohara Y., Witt E., Ezzati M., Naghavi M., Murray C. (2014) Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, vol. 383, № 9913, pp. 245-254.
- 2 OECD. Health at a Glance (2011): OECD Publishing.
- 3 Smith H.K., Gavins F.N. (2012) The potential of stem cell therapy for stroke: is PISCES the sign? *FASEB J.*, vol. 26, № 6, pp. 2239-2252.
- 4 Lees K.R., Bluhmki E., von Kummer R., Brott T.G., Toni D., Grotta J.C., Albers G.W., Kaste M., Marler J.R., Hamilton S.A., Tilley B.C., Davis S.M., Donnan G.A., Hacke W., Allen K., Mau J., Meier D., del Zoppo G., De Silva D.A., Butcher K.S., Parsons M.W., Barber P.A., Levi C., Bladin C., Byrnes G. (2010) Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials. *Lancet*, vol. 375, № 972, pp. 1695-1703.
- 5 Sandercock P., Wardlaw J.M., Lindley R.I., Dennis M., Cohen G., Murray G., Innes K., Venables G., Czlonkowska A., Kobayashi A., Ricci S., Murray V., Berge E., Slot K.B., Hankey G.J., Correia M., Peeters A., Matz K., Lyrer P., Gubitz G., Phillips S.J., Arauz A. (2012) The benefits and harms of intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator within 6 h of acute ischaemic stroke (the third international stroke trial [IST-3]): a randomised controlled trial. *Lancet*, vol. 379, № 9834, pp. 2352-2363.
- 6 van Velthoven C.T., van de Looij Y., Kavelaars A., Zijlstra J., van Bel F., Huppi P.S., Sizonenko S., Heijnen C.J. (2012) Mesenchymal stem cells restore cortical rewiring after neonatal ischemia in mice. *Annals of neurology*, vol. 71, № 6, pp. 785-796.
- 7 Carroll J. (2012) Human cord blood for the hypoxic-ischemic neonate. *Pediatric research*, vol. 71, № 4 Pt 2, pp. 459-463.
- 8 Silvestre J.S. (2012) Pro-angiogenic cell-based therapy for the treatment of ischemic cardiovascular diseases. *Thrombosis research*, vol. 130 Suppl 1, pp. S90-94.
- 9 Булгин Д.В., Андреева О.В. (2015) Терапевтический ангиогенез с использованием факторов роста и клеток костного мозга: биологические основы и перспективы клинического применения // Вестник трансплантологии и искусственных органов, том 17, № 3.
- 10 Leu S., Lin Y.C., Yuen C.M., Yen C.H., Kao Y.H., Sun C.K., Yip H.K. (2010) Adipose-derived mesenchymal stem cells markedly attenuate brain infarct size and improve neurological function in rats. *Journal of translational medicine*, vol. 8, pp. 63.
- 11 Shen L.H., Li Y., Chen J., Zacharek A., Gao Q., Kapke A., Lu M., Raginski K., Vanguri P., Smith A., Chopp M. (2007) Therapeutic benefit of bone marrow stromal cells administered 1 month after stroke. *Journal of cerebral blood flow and metabolism: official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, vol. 27, № 1, pp. 6-13.

- 12 Matsuo Y., Onodera H., Shiga Y., Shozuhara H., Ninomiya M., Kihara T., Tamatani T., Miyasaka M., Kogure K. (1994) Role of cell adhesion molecules in brain injury after transient middle cerebral artery occlusion in the rat. *Brain research*, vol. 656, №2, pp. 344-352.
- 13 Зозуля Ю.А., Барабой В.А., Сутковой Д.А. (2000) Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита при патологии головного мозга. М.: Знание-М., pp. 344.
- 14 Ross J.A., Kasum C.M. (2002) Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annual review of nutrition*, vol. 22, pp. 19-34.
- 15 Ferriola P.C., Cody V., Middleton E., Jr. (1989) Protein kinase C inhibition by plant flavonoids. Kinetic mechanisms and structure-activity relationships. *Biochem Pharmacol.*, vol. 38, № 10, pp. 1617-1624.
- 16 Glossmann H., Presek P., Eigenbrodt E. (1981) Quercetin inhibits tyrosine phosphorylation by the cyclic nucleotide-independent, transforming protein kinase, pp60src. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.*, vol. 317, № 1, pp. 100-102.
- 17 Lyubchenko T.A., Wurth G.A., Zweifach A. (2003) The actin cytoskeleton and cytotoxic T lymphocytes: evidence for multiple roles that could affect granule exocytosis-dependent target cell killing. *J Physiol.*, vol. 547, № Pt 3, pp. 835-847.
- 18 Ratty A.K., Das N.P. (1988) Effects of flavonoids on nonenzymatic lipid peroxidation: structure-activity relationship. *Biochem Med Metab Biol.*, vol. 39, № 1, pp. 69-79.
- 19 Schwartz L.B. (1987) Mediators of human mast cells and human mast cell subsets. *Ann Allergy.*, vol. 58, № 4, pp. 226-235.
- 20 Chuang D.Y., Chan M.H., Zong Y., Sheng W., He Y., Jiang J.H., Simonyi A., Gu Z., Fritsche K.L., Cui J., Lee J.C., Folk W.R., Lubahn D.B., Sun A.Y., Sun G.Y. (2013) Magnolia polyphenols attenuate oxidative and inflammatory responses in neurons and microglial cells. *J Neuroinflammation*, vol. 10, pp. 15.
- 21 Simonyi A., Wang Q., Miller R.L., Yusof M., Shelat P.B., Sun A.Y., Sun G.Y. (2005) Polyphenols in cerebral ischemia: novel targets for neuroprotection. *Molecular neurobiology*, vol. 31, № 1-3, pp. 135-147.
- 22 Panickar K.S., Jang S. (2013) Dietary and plant polyphenols exert neuroprotective effects and improve cognitive function in cerebral ischemia. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*, vol. 5, № 2, pp. 128-143.
- 23 Tsoy A., Zhussupova G., Shayakhmetov Y., Umbayev B., Askarova S. (2016) POTENTIAL OF PLANT EXTRACT FROM LIMONIUM GMELINII FOR STROKE THERAPY. *INTERNATIONAL JOURNAL OF STROKE*, vol. 11, № SUPP 3, pp. 257-257.
- 24 Zhang L., Chan C. (2010) Isolation and enrichment of rat mesenchymal stem cells (MSCs) and separation of single-colony derived MSCs. *J Vis Exp.*, № 37, e1852.
- 25 Munoz-Elias G., Marcus A.J., Coyne T.M., Woodbury D., Black I.B. (2004) Adult bone marrow stromal cells in the embryonic brain: engraftment, migration, differentiation, and long-term survival. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, vol. 24, № 19, pp. 4585-4595.
- 26 Uluc K., Miranpuri A., Kujoth G.C., Akture E., Baskaya M.K. (2011) Focal cerebral ischemia model by endovascular suture occlusion of the middle cerebral artery in the rat. *Journal of visualized experiments : JoVE*, № 48:1978.

References

- 1 Feigin V.L., Forouzanfar M.H., Krishnamurthi R., Mensah G.A., Connor M., Bennett D.A., Moran A.E., Sacco R.L., Anderson L., Truelsen T., O'Donnell M., Venketasubramanian N., Barker-Collo S., Lawes C.M., Wang W., Shinohara Y., Witt E., Ezzati M., Naghavi M., Murray C. (2014) Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, vol. 383, № 9913, pp. 245-254.
- 2 OECD. *Health at a Glance (2011)*: OECD Publishing.
- 3 Smith H.K., Gavins F.N. (2012) The potential of stem cell therapy for stroke: is PISCES the sign? *FASEB J.*, vol. 26, № 6, pp. 2239-2252.
- 4 Lees K.R., Bluhmki E., von Kummer R., Brott T.G., Toni D., Grotta J.C., Albers G.W., Kaste M., Marler J.R., Hamilton S.A., Tilley B.C., Davis S.M., Donnan G.A., Hacke W., Allen K., Mau J., Meier D., del Zoppo G., De Silva D.A., Butcher K.S., Parsons M.W., Barber P.A., Levi C., Bladin C., Byrnes G. (2010) Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials. *Lancet*, vol. 375, № 972, pp. 1695-1703.
- 5 Sandercock P., Wardlaw J.M., Lindley R.I., Dennis M., Cohen G., Murray G., Innes K., Venables G., Czlonkowska A., Kobayashi A., Ricci S., Murray V., Berge E., Slot K.B., Hankey G.J., Correia M., Peeters A., Matz K., Lyrer P., Gubitz G., Phillips S.J., Arauz A. (2012) The benefits and harms of intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator within 6 h of acute ischaemic stroke (the third international stroke trial [IST-3]): a randomised controlled trial. *Lancet*, vol. 379, № 9834, pp. 2352-2363.
- 6 van Velthoven C.T., van de Looij Y., Kavelaars A., Zijlstra J., van Bel F., Huppi P.S., Sizonenko S., Heijnen C.J. (2012) Mesenchymal stem cells restore cortical rewiring after neonatal ischemia in mice. *Annals of neurology*, vol. 71, № 6, pp. 785-796.
- 7 Carroll J. (2012) Human cord blood for the hypoxic-ischemic neonate. *Pediatric research*, vol. 71, № 4 Pt 2, pp. 459-463.
- 8 Silvestre J.S. (2012) Pro-angiogenic cell-based therapy for the treatment of ischemic cardiovascular diseases. *Thrombosis research*, vol. 130 Suppl 1, pp. S90-94.
- 9 Bulgjin D.V., Andreyeva O.V. (2015) Terapevticheskiy angiogenez s ispolzovaniyem faktorov rosta i kletok kostnogo mozga: biologicheskiye osnovy i perspektivy klinicheskogo primeneniya [Therapeutic angiogenesis using growth factors and bone marrow cells: biological foundations and prospects for clinical application]. *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov*, tom 17, № 3.
- 10 Leu S., Lin Y.C., Yuen C.M., Yen C.H., Kao Y.H., Sun C.K., Yip H.K. (2010) Adipose-derived mesenchymal stem cells markedly attenuate brain infarct size and improve neurological function in rats. *Journal of translational medicine*, vol. 8, pp. 63.

- 11 Shen L.H., Li Y., Chen J., Zacharek A., Gao Q., Kapke A., Lu M., Raginski K., Vanguri P., Smith A., Chopp M. (2007) Therapeutic benefit of bone marrow stromal cells administered 1 month after stroke. *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, vol. 27, № 1, pp. 6-13.
- 12 Matsuo Y., Onodera H., Shiga Y., Shozuhara H., Ninomiya M., Kihara T., Tamatani T., Miyasaka M., Kogure K. (1994) Role of cell adhesion molecules in brain injury after transient middle cerebral artery occlusion in the rat. *Brain research*, vol. 656, № 2, pp. 344-352.
- 13 Zozulya Yu.A., Baraboy V.A., Sutkova D.A. (2000) Svobodnopadikal'noe okislenie i antioksidantnaja zashhita pri patologii golovnogo mozga [Free radical oxidation and antioxidant protection in brain pathology]. M: Knowledge-M, 344 p.
- 14 Ross J.A., Kasum C.M. (2002) Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annual review of nutrition*, vol. 22, pp. 19-34.
- 15 Ferriola P.C., Cody V., Middleton E., Jr. (1989) Protein kinase C inhibition by plant flavonoids. Kinetic mechanisms and structure-activity relationships. *Biochem Pharmacol.*, vol. 38, № 10, pp. 1617-1624.
- 16 Glossmann H., Presek P., Eigenbrodt E. (1981) Quercetin inhibits tyrosine phosphorylation by the cyclic nucleotide-independent, transforming protein kinase, pp60src. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.*, vol. 317, № 1, pp. 100-102.
- 17 Lyubchenko T.A., Wurth G.A., Zweifach A. (2003) The actin cytoskeleton and cytotoxic T lymphocytes: evidence for multiple roles that could affect granule exocytosis-dependent target cell killing. *J Physiol.*, vol. 547, № Pt 3, pp. 835-847.
- 18 Ratty A.K., Das N.P. (1988) Effects of flavonoids on nonenzymatic lipid peroxidation: structure-activity relationship. *Biochem Med Metab Biol.*, vol. 39, № 1, pp. 69-79.
- 19 Schwartz L.B. (1987) Mediators of human mast cells and human mast cell subsets. *Ann Allergy.*, vol. 58, № 4, pp. 226-235.
- 20 Chuang D.Y., Chan M.H., Zong Y., Sheng W., He Y., Jiang J.H., Simonyi A., Gu Z., Fritsche K.L., Cui J., Lee J.C., Folk W.R., Lubahn D.B., Sun A.Y., Sun G.Y. (2013) Magnolia polyphenols attenuate oxidative and inflammatory responses in neurons and microglial cells. *J Neuroinflammation*, vol. 10, pp. 15.
- 21 Simonyi A., Wang Q., Miller R.L., Yusof M., Shelat P.B., Sun A.Y., Sun G.Y. (2005) Polyphenols in cerebral ischemia: novel targets for neuroprotection. *Molecular neurobiology*, vol. 31, № 1-3, pp. 135-147.
- 22 Panickar K.S., Jang S. (2013) Dietary and plant polyphenols exert neuroprotective effects and improve cognitive function in cerebral ischemia. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*, vol. 5, № 2, pp. 128-143.
- 23 Tsoy A., Zhussupova G., Shayakhmetov Y., Umbayev B., Askarova S. (2016) POTENTIAL OF PLANT EXTRACT FROM LIMONIUM GMELINII FOR STROKE THERAPY. *INTERNATIONAL JOURNAL OF STROKE*, vol. 11, № SUPP 3, pp. 257-257.
- 24 Zhang L., Chan C. (2010) Isolation and enrichment of rat mesenchymal stem cells (MSCs) and separation of single-colony derived MSCs. *J Vis Exp.*, № 37, e1852.
- 25 Munoz-Elias G., Marcus A.J., Coyne T.M., Woodbury D., Black I.B. (2004) Adult bone marrow stromal cells in the embryonic brain: engraftment, migration, differentiation, and long-term survival. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, vol. 24, № 19, pp. 4585-4595.
- 26 Uluc K., Miranpuri A., Kujoth G.C., Akture E., Baskaya M.K. (2011) Focal cerebral ischemia model by endovascular suture occlusion of the middle cerebral artery in the rat. *Journal of visualized experiments : JoVE*, № 48:1978.

МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім Ботаника	Section 1 Botany	Раздел 1 Ботаника
<i>Alexander Tashev, Nikolai Tashev</i> Plant species of bulgarian flora included in the CITES convention4		
<i>Abidkulova D.M., Ivashchenko A.A., Sramko G., Kurbatova N.V., Abidkulova K.T.</i> <i>Gymnospermium Altaicum</i> (Pall.) Spach (Berberidaceae), an early spring element of wild fruit forests of the Trans-Ili Alatau.... 14		
<i>Қапарбай Р.Е., Мухитдинов Н.М., Арынов Б.Б.</i> Қазақстандағы Фальконер бауыршөбі (<i>Hepatica falconeri</i> (Thoms.) Steward.) сирек кездесетін түрдің таралуы мен экологиясына арналған материалдар27		
<i>Құлымбет Қ.Қ., Ыдырыс Г.Ә., Тастанбекова А.А.</i> Сирек, эндем, дәрілік <i>Adonis tianschanica</i> Lipch (Adolf). түрінің тығыздығы, саны және жастық спектрі.37		
2-бөлім Биотехнология	Section 2 Biotechnology	Раздел 2 Биотехнология
<i>Абдиева Г.Ж., Уалиева П.С., Мәлік А.М., Акимбеков Н.Ш., Ешмуханбет А.Н., Ермекқызы Н.</i> Талғар ауданының пестицидтермен ластанған топырақ үлгілерінің микробтық алуантүрлілігі50		
<i>Айтжанова А.А., Саубенова М.Г., Олейникова Е.А., Чижаева А.В., Алыбаева А.Ж., Амангелды А.А., Ермекбай Ж.Н., Бержанова Р.Ж.</i> Разработка нового функционального синбиотического кисломолочного напитка на основе молочной сыворотки64		
<i>Сарсембаев Х.С., Синяевский Ю.А., Ибраимов Ы.С.</i> Использование сухого кобыльего молока в производстве специализированных продуктов спортивного питания78		
3-бөлім Молекулалық биология және генетика	Section 3 Molecular biology and genetics	Раздел 3 Молекулярная биология и генетика
<i>Zhunosova M.S., Issabekova A.S., Ogay V.B.</i> Comparative analysis of impact of tumour antigen preparation methods on human dendritic cells priming and efficient cytokine-induced killer cells activation <i>in vitro</i> 90		
<i>Жапбасов Р.Ж., Жомартов А.М., Досыбаев К.Ж., Корнилова А.А., Мусабаева Г., Ахметжан С., Жансугурова Л.Б., Сеизгаин М.М., Бекманов Б.О.</i> Оценка цитогенетического последствия воздействия не утилизованных и запрещенных к использованию пестицидов на организм овец 98		
4-бөлім Зоология	Section 4 Zoology	Раздел 4 Зоология
<i>Алтынбек Т.О., Есенбекова П.А.</i> Шарын МҰТП су жартылай қаттықанаттыларының (Heteroptera) биологиялық және экологиялық ерекшеліктері..... 110		
<i>Кенжеғалиев А.М., Жаксыбаев М.Б.</i> К фауне хищных полужесткокрылых (Heteroptera) Юго-Восточного Казахстана 117		
<i>Серібекқызы Г., Есимов Б.К.</i> Топырақтың физико-химиялық қасиеттерінің топырақ омыртқасыздарының биоалуантүрлілігі мен таралуына әсері... 126		

Шарахметов С.Е.

Состав и состояние ихтиофауны малых рек Джунгарского Алатау (Алакольский бассейн) на примере р. Шынжылы ... 133

5-бөлім
Адам және жануарлар
физиологиясы

Section 5
Human and animal
physiology

Раздел 5
Физиология
человека и животных

Нуркенов Т.Т., Цой А.К., Жусупова Г.Е., Олжаев Ф.С., Огай В.Ю., Умбаев Б.А., Шалахметова Т.М., Аскарова Ш.Н.

Комбинированное действие растительных полифенолов и мезенхимальных стволовых клеток при ишемическом поражении головного мозга 146