

Ерназарова Г.И.,
Рамазанова А.А.

**Микробалдырлардың
моно- және аралас
дақылдарының
физиологиялық
көрсеткіштеріне хромның әсері**

Мақалада микробалдырлар клеткаларының өсу үрдісін сипаттайтын негізгі көрсеткіштер, өсу және көбею қарқындылығы анықталды. Басымды түрлердің ауысуы жүретін альгоценоздардағы маусымдық сукцессиялар – толық зерттелмеген құбылыс болып табылады. Сондықтан микробалдырлардың араласқан дақылдарын зерттеу табиғи және жасанды экологиялық жүйелерге де қатысты әрі маңызы зор.

Зерттеу нысаны ретінде микробалдырлар дақылдары алынды: *Anabaena flos-aquae*, *Anabaenopsis arnoldii*, *Nostoc linckia*, *Calothrix parietina*, сондай-ақ олардың жеке және аралас қоспалары пайдаланылды. Зерттеуде дақылдардағы өсу параметрлерінің өзгерісін құрғақ және ылғалды массаның ұлғаюы, жасушалар концентрациясы және т.с.с. бақылаулар бойынша жүргізілді.

Зиянды заттардың су ағзаларына әсері бойынша зерттеуде калий бихроматы пайдаланылды. Микробалдырлардың алуан түрлілігіне байланысты балдырлар, негізгі тест-нысандардың бірі ретінде, ластанған су ортасының улылығына мониторинг жүргізуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: микробалдырлар, хром, төзімділік, өсу көрсеткіші, биомасса, төзімділік, аллелопатия, альгофлора, антагонизм.

Ernazarova G.I.,
Ramazanova A.A.

**Effect of chromium on growth
rates of algae in mono- and
mixed cultures**

The publication was to identify the main indicators of growth and development of cell cultures of microalgae. In algocenosis seasonal succession, accompanied by the change of the dominant species, are not fully understood phenomenon. In additional study of interspecies interaction in the presence of damaging factors may contribute to clarify the direction of growth processes in algocenosis.

The study determined the growth rates of cell cultures and dry and wet biomass on growth parameters and cell concentration.

In this regard, the microalgae is a test object to determine the contaminated wastewater and monitoring to detect toxicity reservoirs. To determine the toxic effect of concentrates was introduced into an aqueous environment potassium dichromate.

Key words: microalgae, chromium, stability, growth rate, biomass, allelopathy, algaeflora, antagonism.

Ерназарова Г.И.,
Рамазанова А.А.

**Влияние хрома на ростовые
показатели микроводорослей в
моно- и смешанных культурах**

В статье были определены основные показатели роста клеточных культур микроводорослей в присутствии хрома. В альгоценозах сезонные сукцессии, сопровождающиеся сменой доминирующих видов, являются не до конца изученным явлением. В связи с этим исследование характера межвидовых взаимодействий в присутствии повреждающих факторов может способствовать выяснению направленности ростовых процессов в альгоценозах.

Объектам исследований являлась культура микроводорослей: *A. flos-aquae*, *A. arnoldii*, *N. linckia*, *C. parietina*, а также смешанные виды микроводорослей. Были определены ростовые показатели клеточных культур, сухая и сырая биомассы по ростовым параметрам и концентрация клеток.

В связи с этим, микроводоросли являются тест-объектом для определения загрязненных сточных вод и проведения мониторинга для выявления токсичности водоемов. Для определения влияния токсичных концентратов, было внесено в водную среду бихромат калий.

Ключевые слова: микроводоросли, хром, устойчивость, показатель роста, биомасса, төзімділік, аллелопатия, альгофлора, антагонизм.

**МИКРОБАЛДЫРЛАР-
ДЫҢ МОНО- ЖӘНЕ
АРАЛАС
ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ
ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ
КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ
ХРОМНЫҢ ӘСЕРІ**

Кіріспе

Балдырлар токсиканттардың бір мезетте жасушалы және популяциялы деңгейдегі әсерінің жалпы заңдылықтарын зерттеу үшін оңтайлы модельді нысан болып табылады [1-2]. Осыған байланысты балдырлар, негізгі тест-нысандардың бірі ретінде, ластанған су ортасының улылығын бағалау құжаттары бойынша әдістемелік құжаттарға енгізілген [3-4]. Зиянды заттардың су ағзаларына әсері бойынша зерттеулерде калий бихроматы эталонды токсикант ретінде пайдаланылады [5-6].

Жасыл микробалдырлардың зертханалық дақылдары (*Scenedesmus sp.*, *Chlorella sp.*), диатомды балдырларға қарағанда (*Fragillaria crotonensis*), хромға төзімді екендігі анықталған. Фитопланктонның табиғи популяцияларында Сг жоғары концентрациясы кезінде кейбір су тоғандарының альгофлорасындағы басымдығы да диатомды және көк-жасылдардан жасыл балдырларға ауысты [7-8]. Сонымен қатар, басқалармен қоса, көптеген элементтердің хелатты функциясын орындайтын жасушалар үстіндегі гель тәрізді шырышты қапшықтары бар көк-жасыл балдырларының да ерекше резистенттігі көрсетіледі [9].

Балдырлардың ауыр металл әсеріне сезімталдығы мезгілдік әсерлерге де байланысты, өйткені олардың генетикалық басқару механизмдері метаболизм үрдістерінің белсенділігі арқылы солармен ұштастырылған. *Scenedesmus quadricauda* протококкті жасыл балдырлар дақылдарының жеке және популяциялық сипаттарының өзгеру динамикасын зерттеу барысында жылдың әртүрлі мезгілдерінде судағы калий бихроматының концентрациясына байланысты, дақылдардың токсикорезистенттігінің ең жоғары деңгейі күзде (қыркүйек-қазан) болатыны анықталды. Қыста (ақпан) дақылдар төзімділігі төмен, ал жазда (шілде) төзімділік деңгейі – жоғарыда көрсетілген екеуінің арасында [10]. Биотикалық факторлардың хром әрекетіне микробалдырлардың төзімділігіне әсері ілеспе бактерияларға әсерімен, сондай-ақ альгофлораның әртүрлі өкілдерінің түрлер арасындағы өзара әсерлерімен белгіленеді. Металлдардың адсорбциялау үрдістеріндегі ілеспе бактериялар қатысса, онда микробалдырлардың түрлер арасындағы өзара қатынастарының бейімделу және токсикорезистенттік үрдістеріне әсері бұрын мүлде қарастырылмаған.

Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеу үшін әл-Фараби атындағы ҚазҰУ биотехнология кафедрасының жинағындағы цианопрокариоттарға (цианобактериялар) жататын микробалдырлар түрлері (*Cyanoprocaryota/Cyanobacteria*): *A. flos-aquae*, *A. arnoldii*, *N. linckia*, *C. parietina*, сондай-ақ олардың аралас қоспалары пайдаланылды.

Монодақылдар мен екі түрлі қоспа түрінде микробалдырлар тәулік бойы жарықпен қамтамасыз етіліп, Фитцджеральд ортасында өсірілді [10].

Өсу ұзақтығы 20 тәулікті құрады. Қоректену ортасына хромға есептегенде 0,01-0,2 мг/мл концентрацияда калий бихроматы қосылды. Бақылаумен салыстырғанда балдырларды аралас өсіру ортасында *A. flos-aquae* x *N. linckia* мен *A. flos-aquae* x *A. Arnoldii* өсу көрсеткіші 70% пайызға жоғары өсімді көрсеткен.

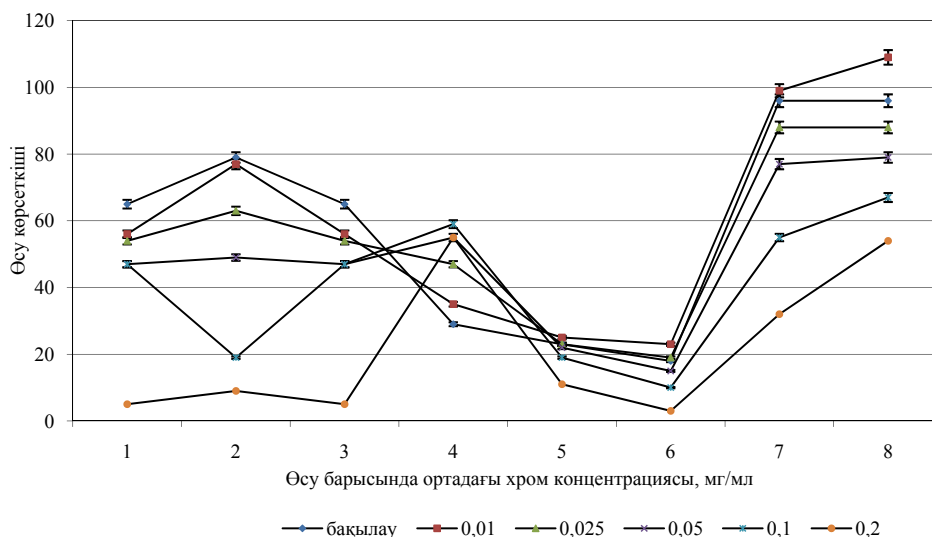
Микробалдырлардың зерттеліп отырған дақылдары биомассасының жиналу динамикасын анықтау үшін колбаның ішіндегі балдырлар сығындысы бюкске құйылып, 130°C температурада булап, көлемі тұрақты салмаққа жеткізілді. Өсу көрсеткіші (ӨК) балдырлардың тәжірибе басындағы және соңындағы құрғақ массасының қатынасы ретінде есептелді [10, 200-б].

Біз (ӨК) балдырлардың тәжірибе басындағы және соңындағы құрғақ массасының қатынасы ретінде есептелген өсу көрсеткішін алдық.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Бастапқыда аралас өсу жағдайлары микробалдырлардың өсуіне әсері анықталды [11-12]. Ол үшін монодақылдардың ӨК мен бақылаудағы аралас дақылдардың ӨК салыстырылды. Ортада калий бихроматының ұлғаю концентрациясындағы 20-күндік өсіру барысындағы моно- және аралас дақылдардың ӨК өзгеруі бойынша мәліметтер берілген 1-суретке сәйкес, кейбір қоспаларда (*A. flos-aquae* x *N. linckia* мен *A. flos-aquae* x *A. arnoldii*), монодақылдарға қарағанда өсу айтарлықтай қарқынды жүреді. Мұнда экзометаболиттердің биологиялық белсенді қосындыларын (жағымды өз әсері бар аллелопатия) бөлу есебінен бір-бірінің өсуіне олар өзара ынталандыратын сияқты. Басқа аралас дақылдарда *N. linckia* x *C. parietina* мен *A. flos-aquae* x *C. parietina* ӨК шамасы монодақылдарға қарағанда айтарлықтай кіші. Алдында дақылдардағы көк-жасыл балдырлар түрлері арасындағы антагонизм құбылысы (кері өзара әсер аллелопатиясы) туралы айтылған болатын. Жұмыста баяндалғандай, осы түрлер арасында анабена жасушаларын жоюға әкеліп соғатын антагонистік өзара қарым-қатынас (кері аллелопатия) қалыптасады.

Екі түрлі *N. linckia* x *C. parietina* дақылдарындағы бақылаудағы ӨК шамасы да осы түрлердің монодақылдарына қатысты төмендейді, ол өсу үрдістерінің ингибируі туралы дәлел бола алады.



1 – *A. flos-aquae*, 2 – *A. arnoldii*, 3 – *C. parietina*, 4 – *N. linckia*, 5 – *A. flos-aquae* x *C. parietina*, 6 – *N. linckia* x *C. parietina*, 7 – *A. flos-aquae* x *N. linckia*, 8 – *A. flos-aquae* x *A. arnoldii*.

1-сурет – Хроммен әсер ету барысындағы микробалдырлардың моно- және аралас дақылдарының өсу көрсеткішінің өзгеруі

Микробалдырлардың зерттеліп отырған әр-бір түрі хромның өсіп отырған концентрациясы әсеріне белгілі толеранттығымен сипатталады. Ортада хромның концентрациясы төмен болған кезде (0,01 мг/мл) кейбір түрлерінде (*A. flos-aquae* мен *N. Linckia*) бақылаумен салыстырғанда биомасса өсімінің жылдамдағаны байқалды. Мүмкін, салыстырмалы түрде төмен концентрациялы хром осы балдырлардың микроэлемент ретінде өсуіне ықпал етті. Ностокта ортада хромның 0,05 мг/мл концентрациясына дейін өсуінен биомасса өсімінің линиялық тәуелдігі байқалды. Ал *A. arnoldii* мен *C. parietina* тіпті минималды сынақтан өткен концентрацияға биомасса өсімінің қарқындылығын төмендетуімен жауап берді. Ортада хром концентрациясы өскен кезде көптеген дақылдарда өсу тежелісі күшейеді. Ортада хромның 0,2 мг/мл концентрациясына дейін өсуі барлық монодақылдардың өсуін қатты тежейді. Аралас дақылдарда ортада хромның 0,01 мг/мл концентрациясындағы нұсқаларда осындай өсу үрдістеріне ықпал ету байқалды.

Әсіресе, *A. flos-aquae* x *A. arnoldii* нұсқасында осындай концентрация барысында ӨК шамасы айтарлықтай өседі. Бірақ ортада хромның одан артық өсуі ӨК мәнінің төмендеуіне әкеліп соқты. Аралас дақылдарды өзара салыстырған кезде, жағымды аллелопатиялық өзара әсер қоспаларында (жағымды аллелопатия) (*A. flos-aquae* x *N. Linckia* *A. flos – aquae* x *A. arnoldii*) ӨК, антагонистік қоспаларға қарағанда, тіпті жоғары хром концентрациясының өзінде де, кері аллелопатиялық өзара әсерден (жағымсыз аллелопатиядан) (*A. flos-aquae* x *C. parietina* *N. linckia* x *C. parietina*) айтарлықтай жоғары. Сонымен қатар, хром концентрациясы өсу барысында симбиотикалық қоспалардағы ӨК монодақылдармен салыстырғанда айтарлықтай жоғары. Антагонистік қоспаларда, монодақылдарға қарағанда, осы мән 1,5-2 есе төмен.

Хлорлы трифенилтетразолий пайдаланып, витальды бояу арқылы анықталатын дақылдар тіршілікке бейімділігінің көрсеткіші моно- және аралас дақылдардағы жасушалардың өсу және метаболдық белсенділігінің қосымша сипаттамасын бере алады.

Аралас дақылдардағы аллелопатиялық өзара әсер ету түрлерінің үрдістерінен басқа, бір түрдің екінші түрді басуының себебі қоректену элементтері үшін серіктестердің өзара бәсекелестік қарым-қатынастары болып табылады. Экожүйелердің көп кластары ағзаларының арасында өзара әрекеттің ең негізгісінің бірі қорек ресурстары үшін күрес деп мойындалады. Бәс-

келестік соңы қауымдастардың түр құрылымын анықтайды [13].

Бақылау нұсқасындағы аралас дақылдарда серіктестердің тіршілікке бейімділік деңгейі монодақылдарға тән көрсеткіштерден басқа болып келеді.

Мысалы, *A. flos-aquae* x *N. linckia* мен *A. flos – aquae* x *A. Arnoldi* аралас дақылдарда екі компонентті қоспалардағы монодақылдардағы екі серіктестің де тіршілікке бейімділік деңгейі осы көрсеткіштерден жоғары.

Бұл мәліметтер, носток пен анабенописы бар анабена қоспаларында серіктестер арасында жағымды аллелопатиялық өзара әсер (жағымды аллелопатия дамиды дегенді) дәлелдейді [14].

Басқа қоспаларда (*A. flos-aquae* x *C. parietina* мен *N. linckia* x *C. parietina*) серіктестердің бірі не тіршілігін төмендетеді, не оның өміршеңдігі монодақылдармен салыстырғанда тез төмендейді. Ол, носток пен анабена бар калотрикс қоспаларында кері аллелопатиялық өзара әсер (кері аллелопатия) пайда болатынын дәлелдейді. Бұл жағдайда *A. flos-aquae* x *C. parietina* қоспасында анабена калотриксның өсуін толығымен басып тастайды. *N. linckia* x *C. parietina* қоспасында калотрикснің өзін, 20-күндік өсу мерзімінде оның жасушалары толық жойылмаса да, носток басып қалайды.

Хром әсерін айтарлықтай төмендете отырып, ол барлық дақылдарда тіршілікке бейімділік деңгейінде байқалады. Мысалы, 0,2 мг/мл концентрациясы кезінде монодақылдарда тек 7-10% жасушалар ғана тірі қалады. Кері аллелопатиялы аралас дақылдарда басылатын түр жасушаларының тіршілікке бейімділік деңгейі айтарлықтай төмендейді, тіпті толығымен жойылып та кетеді. Мысалы, *A. flos-aquae* x *C. parietina* аралас дақылдардағы 0,2 мг/мл хром концентрациясы барысында калотрикснің бір де бір тірі жасушасы табылмады, ал оған қарағанда анабенаның тіршілікке бейімділік деңгейі (8%-ға дейін) жоғары болды. Жағымды аллелопатиялы аралас дақылдарда монодақылдар мен кері аллелопатиялы қоспаларға қарағанда, хромның әсері азырақ білінеді. Хромның 0,2 мг/мл концентрациялық нұсқасында екі түрдің де тіршілікке бейімділік деңгейі монодақылдарға қарағанда бірнеше есе жоғары.

Кері аллелопатиялық өзара байланысы бар қоспаларда серіктестердің бірі келесі серіктестің өсуін тежейтін өсім ингибиторын бөледі. Және осы қосындылардың экскрециясы ілеспе түрдің бөлінуімен индукцияланады [13, 224 б.]. Аралас дақылдардағы түрлердің өзара әсер құбылысы,

табиғи өмір сүру ортасындағы сияқты, әлі толық зерттелмеген. Түрлердің жағымды аллелопатиялық өзара әсері екі серіктестің де спецификалық қосындылары арқасында дамиды, олар өзара өсім мен метаболизмді қолдап, ықпал етеді, деп есептейді.

Әдебиеттер

- 1 Брагинский Л.П., Величко М.М., Щербань Э.П. Пресноводный планктон в токсической среде. – Киев: Наука думка, 1987. – 179 с.
- 2 Гилязов С.Ф., Кожанова О.Я., Дмитриева А.Г., Дронина И.Л. Токсичность соединений хрома. – М.: МГУ, 1991. – 45 с.
- 3 Методические рекомендации по установлению предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ для водоемов. – М.: ВНИРО, 1986. – 45 с.
- 4 Методическое руководство по биотестированию воды. – М., 1991. – 71 с.
- 5 Международный стандарт. Качество воды. Определение угнетения подвижности *Daphnia magna* Straus (Crustacea). ИСО 6341-82, 1987. – 15 с.
- 6 Wang W. Chromate ions, as a referens toxicant for aquatic phytotoxicity tests //Environ. Toxicol. and Chem. – 1987. – Vol. 6, № 12. – P. 953-960.
- 7 Wallen D.G. Adaptation of the growth of the diatom *Fragillaria crotonensis* (Kitton) and the phytoplankton assemblage of lake Eric to chromium // J.Great. Lakes Res. – 1996. – Vol. 22, №1. – P. 55-62.
- 8 Morsi H.,Ebd-El-Monem,Corradi M.G. Toxicity of copper and zinc to two strains of *Scenedesmus acutus* having different sensivity to chromium //Env.and Exp.Bot.-1998. – Vol. 40. – № 1. – P. 59-66.
- 9 Панкратова Е.М. Азотфиксирующие цианобактерии как основа микробных консорциумов // Матер. межд. научн. конф. «Автотрофные микроорганизмы». – М., 2000. – С. 92-93.
- 10 Артюхова В.И., Дмитриева А.Г., Филенко О.Ф., Чжао Изцонь. Влияние бихромата калия на динамику роста культуры и размеры клеток *S. quadricauda* (Turp.) Врев. в различные сезоны года // Альгология. – 1996. – Т. 6. – С. 26-34.
- 11 Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. – Киев: Наукова думка, 1975. – 273 с.
- 12 Джокебаева С.А., Ерназарова Г.И.,Ташенова А.А., Искандарова К. Биологически активные вещества некоторых представителей Суанопхита // Мат. международной научной конференции «Ботаническое ресурсведение: достижения и перспективы развития». – Алматы, 2000. – С. 26.
- 13 Bagchi S.N., Chauhan V.S., Marwah J.B. Effect of an antibiotic from *Oscillatoria late-virens* on growth, photosynthesis and toxicity of *Microcystis aeruginosa* //Curr.Microbiol. – 1993. – Vol. 26. – P. 223-228.
- 14 Джокебаева С.А., Ерназарова Г.И. Микроводоросли как продуценты фиторегуляторов для клеточных культур высших растений // Мат.VI международной научной конференции «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М., 2001. – С. 87-90.

References

- 1 Braginsky LP, Velichko MM, Shcherban EP Freshwater plankton in a toxic environment. – Kiev: Science Dumka, 1987. – 179 p.
- 2 Gilyazov SF, Kozhanova OJ, Dmitriev AG, Dronina IL The toxicity of chromium compounds. – М.; Moscow State University, 1991. – 45 p.
- 3 Guidelines for the establishment of maximum permissible concentrations of pollutants to water bodies. – М.: VNIRO, 1986. – 45 с.
- 4 Methodological Guide Biotesting water. М., 1991. – 71 p.
- 5 International standard. Water quality. Determination of oppression mobility *Daphnia magna* Straus (Crustacea). ISO 6341-82, 1987 – 15 с.
- 6 Wang W. Chromate ions, as a referens toxicant for aquatic phytotoxicity tests //Environ. Toxicol. and Chem. – 1987. – Vol. 6, № 12. – P. 953-960.
- 7 Wallen D.G. Adaptation of the growth of the diatom *Fragillaria crotonensis* (Kitton) and the phytoplankton assemblage of lake Eric to chromium // J.Great. Lakes Res.- 1996. – Vol. 22, №1. – P. 55-62.
- 8 Morsi H.,Ebd-El-Monem,Corradi M.G. Toxicity of copper and zinc to two strains of *Scenedesmus acutus* having different sensivity to chromium //Env.and Exp.Bot.-1998. – Vol. 40, № 1. – P. 59-66.
- 9 Pankratov EM Nitrogen-fixing cyanobacteria as the basis of microbial consortia // Mater. Int. Scien. Conf. «Autotrophic bacteria.» – М., 2000. – P. 92-93.

- 10 Artyuhova VI, Dmitriev AG, panels OF, Zhao Iztsyun. Effect of potassium dichromate on the dynamics of crop growth and cell size *S. quadricauda* (Turp.) Brev. in different seasons // *Algologia*. – 1996. – Т. 6. – P. 26-34.
- 11 Methods of physiological and biochemical studies of algae in hydrobiological practice. – Kiev: Naukova Dumka, 1975. – 273 p.
- 12 Dzhokebaeva SA, Yernazarova GI Tashenova AA, Iskandarov K. Biologically active substances of some representatives of Cyanophyta // *Mat. International Scientific Conference «Botanical resursovedenie: achievements and prospects»*. – Almaty, 2000. – P.26.
- 13 Bagchi S.N., Chauhan V.S., Marwah J.B. Effect of an antibiotic from *Oscillatoria late-virens* on growth, photosynthesis and toxicity of *Microcystis aeruginosa* // *Curr.Microbiol.* – 1993. – Vol. 26. – P. 223-228.
- 14 Dzhokebaeva SA, Yernazarova GI Microalgae as producers phyto regulators cell culture of higher plants // *Mat.VI international scientific conference «Regulators plant growth and development in biotechnology.»* – M., 2001. – P. 87 – 90.