

УДК 504.064.2

DOI 10. 56525/ККНЗ7365

## САРҚЫНДЫ СУДЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗАРТУДА БЕЛСЕНДІ ТҮНБАНЫҢ ГИДРОБИОНТТАРЫНА АБИОТИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

Баймукашева Ш.Х.<sup>1</sup> Джаналиева Н.Ш.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Есенов университеті, Қазақстан, Ақтау

e-mail: shynar.baimukasheva@yu.edu.kz, e-mail: nurgul.janaliyeva@yu.edu.kz

**Аңдатпа.** Қазақстанның құрғақ аймақтары үшін су ресурстарын ұтымды пайдалану өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Соның ішінде қалалық ағынды суларды тазарту қондырғыларының белсенді тұнбасының биоценозы мезгіл-мезгіл жабдықтың жұмыс режимін бұзуымен немесе сарқынды суларды тазарту қондырғылары жүйесіне токсиканттардың авариялық төгілуімен байланысты стресстік жағдайларға тап болады. Сулы ерітінділердің физика-химиялық көрсеткіштерінің күрт ауытқуы кезінде белсенді лайдың құрамынан протозойлы организмдер бірінші кезекте жойылатыны анықталды. Бұл заңдылық ағынды сулардағы аммоний азотының, фосфордың, моноэтанолламиннің және рН ауытқуының жоғарылауымен байқалды. Батыс Қазақстанда Маңғыстау облысы, Жаңаөзен қаласының сарқынды су тазарту кешенінде белсенді инсоляцияның 10 айлық кезеңінде белсенді тұнба альгофлорасының түрлік әртүрлілігі күндізгі жарықтың ұзақтығымен байланыстылығы, сонымен қатар жылдың күзгі-қысқы кезеңінде диатомдар басым болатыны, ал көктемде және жазғы кезеңде көк - жасыл және жасыл балдырлар басым болатыны анықталды.

**Түйін сөздер:** белсенді тұнба, биоценоз, биокоагулянт, гидробионтты организмдер, рН, жарық режимі, аммоний азоты, фосфор, моноэтанолламин.

**Кіріспе.** Өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында және күнделікті өмірде суды тұтынудың үздіксіз өсуімен (сандық сарқылу), сондай-ақ су шаруашылығында су ресурстарының сандық және сапалық сарқылу проблемасы бүкіл әлем мамандарының назарын аударады. люция (сапалық сарқылу). Талдау ақпарат өнертабыстардың көпшілігі нанофльтрация әдістері, нано композициялар немесе әртүрлі гелдерді қолдану. Физико-химиялық сарқынды суларды тазартудың тиімділігі биологиялық тазарту сатысын пайдаланған кезде айтарлықтай жоғарылайтыны белгілі. Ағынды суларды биологиялық тазарту үшін аэротенктер, биотанктер, биологиялық тоғандар, биокоагулянттар және т.б. пайдаланылады. Биологиялық немесе биохимиялық тазарту өнеркәсіптік кәсіпорындардың ағынды суларын оларды резервуарға жіберер алдында және сумен жабдықтау жүйелерінде қайта пайдалану алдында тазартудың негізгі әдістерінің бірі болып табылады. Бұл процесс негізінен табиғи болып табылады және оның табиғаты табиғи су қоймасында және ағынды суларды тазарту қондырғыларында болатын процестер үшін бірдей [1].

Биологиялық тотығуды микроорганизмдер қауымдастығы (биоценоз), соның ішінде көптеген әртүрлі бактериялар, қарапайымдылар және біршама жоғары ұйымдасқан организмдер – алгалар, саңырауқұлақтар және т.б., өзара күрделі өзара әрекеттесу арқылы байланысқан.

Бұл қауымдастықта негізгі рөлді бактериялар алады, тазалау құрылыстарының микрофлорасында микроағзалардың келесі экологиялық топтары анықталған: облигатты, окситолерантты, факультативті аэробтар; облигатты және факультативті галофилдер; мезофилдер, төзімді термофилдер.

Микроорганизмдер қарапайым және күрделі құрылымның әртүрлі кластарының көмірсутектерін пайдалана алады. Аэротенктердің жұмыс істеу параметрлерін (шығынды сұйықтықтың жүктемесі, ауа беру, белсенді тұнбаның дозасы және т.б.) реттеуге болады, осылайша тазалау жағдайларын қамтамасыз етеді [2].

Белсенді тұнба рН = 4–9 кезінде теріс заряды бар амфотерлі коллоидты жүйе болып табылады. Аэротенкте су қоймаларының санитарлық жағдайына оң әсер ететін және биологиялық белсенді метаболиттер бөлетін көптеген балдырлар мекендейді. Ағынды суларды биологиялық тазартуда ластанған суда тез көбейетін және судың қысқа уақыт ішінде гүлденуіне себепші болатын балдырлар түрлерінің маңызы зор;

Балдырлардың фотосинтезі кезінде өте көп мөлшерде оттегі бөлініп, тотығу процестері жылдам жүретін тоғандарда аэробтық жағдайлар жасалады. Балдырлар су ресурстары жағдайының көрсеткіштері ретінде де маңызды. Белсендірілген тұнбаның экожүйесін қалыптастырудың сандық заңдылықтары негізінен аэротенктердің технологиялық жұмыс режимімен байланысты [3]. Әдетте, микроорганизмдердің жалпы саны олардың тотықтырғыш қуаттарына тікелей пропорционалды, бұл аз қалдықты өнеркәсіптер үшін, әсіресе ауылдық жерлер үшін маңызды, мұнда әртүрлі құрылғылар альге биомассасын жинау үшін пайдаланылуы мүмкін. Аэрациялық резервуарға түскенге дейін ағынды сулардың болмауы немесе толық орташаланбауы аэротенктердегі органикалық ластаушы заттардың тотығу тиімділігіне теріс әсер ететін алаңдататын факторлар кешенін тудырады. Улы заттардың төгінділері белсенді тұнбаның толық тозуына және табиғи жағдайлардағыдай оның морфологиялық және физикалық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі.

Ұзақ уақытқа созылған қоздырғыш әсерлермен белсенді тұнбаның шамадан тыс жүктелуі орын алады, экожүйенің инерциялық сыйымдылығы таусылады, бұл белсенді тұнбаның тотықтырғыш қабілетінің күрт бұзылуымен, оның физикалық және морфологиялық қасиеттерінің өзгеруімен көрінеді. зоок құрылымдарының бұзылуы, санитарлық-химиялық индикаторлардың күрт нашарлауы. Белсендірілген тұнбаның құрамы да өзгереді, қарапайымдылар мен ротиферлер жойылады, еркін жүзетін бактериялар массасы пайда болады, белсенді тұнбаның зооглейлері борпылдақ құрылымға ие болады. Абиотикалық факторлардың әсерінен балдырлардың жеке түрлерінің морфогенезі өзгереді [4].

Тұтастай алғанда, белсенді тұнбаның бірқатар морфобиологиялық сипаттамаларына сәйкес ағынды суларды биологиялық тазарту тиімділігінің деңгейін бағалауға болады. Белсендірілген тұнба ағзаларының өсуі мен дамуына химиялық қосылыстардың концентрациясы, еріген оттегінің мөлшері, ортаның белсенді қышқылдығы және температура сияқты факторлар айтарлықтай әсер етеді. Бұл көрсеткіштер бойынша ШПК-дан асып кету белсенді тұнба ағзаларының тежелуіне немесе өлуіне және нәтижесінде ағынды суларды биологиялық тазарту тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты Жаңаөзен қаласының тазарту құрылыстарында орын алатын стрессік жағдайларға биологиялық тазарту қондырғыларының белсенді тұнбаларының реакциясын зерттеу болды [5].

### **Материалдар мен әдістер**

Материал Батыс Қазақстандағы Жаңаөзен қаласының қалалық ағынды суларды тазарту қондырғыларының биологиялық тазарту қондырғысының белсенді шламы болды. Белсендірілген тұнбаның тіршілік әрекеті үшін оңтайлы жағдайлар келесідей: еріген оттегі кемінде 4,0 г/л, температура +10 +25°C, белсенді реакцияның рН 6,5–7,0, құрғақ қалдыққа тұнбаның дозасы 0,5-тен. 1,0 г/л. Қалалық ағынды суларды тазарту қондырғыларының болжамды қуаты 21500 м<sup>3</sup>/тәу және 1982 жылы пайдалануға берілген, бірақ бүгінгі күні жабдықтардың 60-70% тозығы жеткен. Қазіргі уақытта тәулігіне 5700 м<sup>3</sup> қабылданады, тазартудан кейінгі ағынды судың орташа көлемі 5160 м<sup>3</sup> құрайды [6].

Судың температурасы мен рН анықтау Мемлекеттік стандарт (МЕМС) 24902-81, хлорид мөлшері SS 26449.1-85 бойынша, нитрит пен нитрат мөлшері бойынша анықтау жүргізілді.

SS 18164-72 бойынша, СС бойынша сульфат мөлшері

31940-2012, СС бойынша фосфаттылығы

18309-2014, аммиак мөлшері СС бойынша

33045-2014, мұнай өнімдерінің құрамы ҚР МСЖ 07.00.01667-2017, беттік белсенді заттар – ҚР 07.00.02007-2014, КОҚ – ҚР СТ 1322-2005 бойынша.

Зерттеу нәтижелерінің статистикалық талдауы кесте бойынша орташа арифметикалық және стандартты ауытқудың мәнін есептеу арқылы жүзеге асырылды. Барлық анықтамалар 3 рет қайталаумен орындалды. Деректер Excel қолданбалы бағдарламалық жасақтама пакеттеріне негізделген IBM Pentium дербес компьютерінің көмегімен өңделді

### Нәтижелер мен талқылау

Тұтастай алғанда сарқынды сулардың химиялық құрамы бойынша орташа айлық мәліметтерді статистикалық талдау, сарқынды суларды тазарту дәрежесі 85,0–92,2% аралығында. Синтетикалық беттік-белсенді заттар –98,0–99,5% жоғары тазарту дәрежесі байқалды. Егер ағынды сулардың саны мен сапасы уақытша рұқсат етілген ағызу (ШРК) талаптарына сәйкес келсе, тазарту құрылыстарының жұмысы қалыпты және тиімді болып саналады.

Үлгілерді микробиологиялық зерттеу ағынды сулар микрофлорасының сапалық құрамы гетеротрофикалық лактоза-позитивті микроорганизмдермен ұсынылғанын көрсетті. Автотрофикалық микрофлора сульфатты қалпына келтіретін микроорганизмдерден тұрады. Нитрификация дәрежесі тазарту қондырғыларының жұмыс жағдайына байланысты өзгереді. Ағынды суларды жинақтауға арналған резервуарға ағызудың орташа алынған деректері негізгі көрсеткіштердегі аздаған жылдық ауытқуларға қарамастан, барлық құрамдас ингредиенттер бойынша орташа жылдық тазарту дәрежесі раметрлеріне сәйкес келетінін көрсетеді [7].

Дегенмен, сарқынды сулардың сапасын тоқсан сайынғы да, ай сайынғы да егжей-тегжейлі талдау аммоний азоты, нитраттар, мұнай өнімдері, қалқымалы қатты заттар сияқты көрсеткіштер бойынша ШДК және ТҚК асып кету жағдайлары бар екенін көрсетеді.

Мұның себептеріне ағынды сулар, кәсіпорындардың апатты ағындары, сондай-ақ ағынды сулардың құрамы коммуналдық сарқынды сулардың жалпы химиялық құрамын тұрақтандыратын бірқатар басқа кәсіпорындардың ағынды суларының тұрақсыз ағыны жатады. Бірінші және екінші себеп ағынды суларды тазарту процесіне бірдей дерлік әсер етуі мүмкін, өйткені бірінші жағдайда градиенттерде токсикалық заттардың артық концентрациясы, екінші жағдайда - судағы теңгерімсіздік бар. биогендік элементтердің қатынасы К: N: P. Мұндай өзгерістердің салдары биологиялық тазарту сатысында белсенді лайдың биоценозындағы трофикалық байланыстардың бұзылуы болуы мүмкін.

Аэротенктің жақсы жұмыс істеп тұрған кезеңінде белсенді тұнбаның микроскопиясы әр түрлі организмдердің күрделі биоценозының барын көрсетті, түссіз жілік тәрізді организмдер алдын ала байланған, амебалар мен инфузориялар жеке белгіленді.

*Ciliophora* класына келесі өкілдері жатады: *Litonotus*, *L. fasciola*, *Colpoda*, *Epistilis*, *Vorticella convalaria*, *V. microstoma*, *V. alba*, *V.companulla*, *Vaginico*, *tastriata*, *Thuricolasp*, *Chaetospirasp*, *Oxytrich a*, *Aspidiscaturrita*, *Tokophryalemnarum*.

*Amoeba Amoebareadiosa*, *Arcella discoedes* тобы түзетілген нитрификациясы бар аэротенктердің жақсы көрсеткіштерімен ғана табылды.

Algoflora диатомдылармен ұсынылған: *Naviculagracilis*, *Na vicula* sp., *Nitschiasp*, *Pinnulariaviridis*, *P. ar pendiculata*; жасыл балдырлардың түрлері: *Spirogyraporti calis*, *Ulothrixtenerrima*, сонымен қатар эвгленді балдырлар *Phacuspleuronectes*, *Euglena intermedia* және *E. acus* көптеп кездеседі. Биоценозда ротиферлер, ұсақ құрттар, целентераттар және копеподтардың едәуір мөлшерде болуы тазарту тиімділігінің көрсеткіші болып табылады. Мұнда негізгі процестер мен суда мұнай өнімдерінің гидробионттар арқылы биототығуына қажетті еріген оттегінің көп мөлшерінің болуы [8].

Бактериялар флорасының түр алуандығы да ағынды сулардың химиялық құрамына тікелей байланысты. Ағынды су үлгілерін микробиологиялық зерттеу микробтық ценоз құрамында жетекші орынды бактериялардың *Pseudomonas* sp., *Mi crococcus roseus*, *M.varians*, *M.luteus*, *Rhodo coccus* sp., олардың саны диапазонында екенін көрсетті. тазарту құрылыстарына кіре берісте 10 кл/мл-ден аэротенктегі 104 -105 КТБ/мл дейін, аэротенктерден радиалды тұндырғыштарға шығу кезінде максимумға жетеді – 107-108 КҚБ/мл. Мұндай аэротенктегі ағынды суларды тазарту дәрежесі жобалық талаптарға сәйкес келеді және 85,0 ± 8,0% деңгейінде [9].

Дегенмен, ағынды суларды тазалаудың бұл деңгейі әрдайым сақтала бермейді. Көбінесе биологиялық тазарту қондырғысының жұмыс режиміндегі әртүрлі қателіктер салдарынан аэротенктердегі белсенді тұнбаның биоценозының құрамында өзгерістер орын алады және соның салдарынан тазартылған ағынды сулардың химиялық құрамының ауытқуы болады. Биологиялық тазартудың оңтайлы режимінен ауытқу себептерін екі топқа бөлуге болады:

1. Ағынды сулар биологиялық тазарту үшін қолайсыз, яғни улы болуы мүмкін, қоректену элементтері бойынша теңгерімсіз, биогендік элементтер арасында біркелкі таралмаған.

2. Ағынды суларды тазарту қондырғыларының жұмысындағы бұзушылықтар аэрация режиміндегі қателер (бұл әсіресе 1995-2005 жылдары Қазақстандағы қалаларды электрмен жабдықтау проблемаларына байланысты) немесе аэротенктерге шөгінділерді уақтылы түсірмеу.

Жаңаөзен қаласындағы қалалық ағынды суларды тазарту қондырғыларының аэротенктерінің ағынды суларындағы белсенді тұнбаның гидробиологиялық құрамына абиотикалық факторлардың әсерін зерттеу кезінде нақты өндірістік жағдайда стресстік жағдай туғызатын фактілерге басты назар аударылды. Нәтижелер: жарықтың әсері, аэрация, фосфаттар мен аммоний концентрациясының өзгеруі, рН ауытқуы, ағынды суларды тазарту құрылыстарының аэротенктеріндегі белсенді тұнба биоценозының өмірлік белсенділігіне моноэтанолламин концентрациясының өзгеруі. Кәсіпорында ағынды суларды озонизациялау және ультракүлгін сәулелену арқылы тазарту әдістері суды қайта пайдалану мәселесін шешу үшін сынақтан өткендіктен, бұл факторлардың гидробионтты организмдерге әсері бойынша зерттеулер жүргізілді [10].

Аэротенктердің қалыпты жұмыс істеуі үшін проблемалар электр қуатының үзілуінен туындады, нәтижесінде жарық пен аэрация сияқты факторлар белсенді тұнбаның биоценозының қалыпты жұмыс істеуі үшін қажетті параметрлерге сәйкес келмеді. Зертханалық шешендік жұмыста эксперимент жүргізілді, онда жағдайлар имитацияланды: табиғи жарықтандыру (күндізгі уақытта), жасанды жарықтандыру (тәулік бойы), жарықтың болмауы (колбалар жарық өткізбейтін қағазбен жабылған). Су ерітінділерін аэрациялау үшін колбалар шайқағышқа қойылды.

1 – кесте. Аэротенктердің белсенді тұнбаларының гидробиологиялық құрамына жарықтың әсерін зерттеу бойынша зертханалық тәжірибелердің нәтижелері

Ағзалардың түрлері	Табиғи жарықтандыру	Тәулік бойы жарықтандыру	Жарық жоқ
<i>Aspidiscacostata</i>	+	+	-
<i>Glaucoma scintillans</i>	+	-	-
<i>Colepshirtus</i>	+	+	-
<i>Litonotuscignus</i>	+	-	-
<i>Pleuronemacoronatum</i>	+	-	-
<i>Tachisomapelionella</i>	+	-	-
<i>Podophriafixa</i>	+	+	-
<i>Vorticella convalaria</i>	+	+	-
<i>Vorticella microstoma</i>	+	-	-
<i>Vaginicotastriata</i>	+	+	-
<i>Vaginicotacristalina</i>	+	+	-
<i>Campanellaumbelaria</i>	+	+	-
<i>Chilodonellauncinata</i>	+	+	-
<i>Euglyphacilliata</i>	+	+	-
<i>Bodo lens</i>	+	-	+

Eusphoranajas	+	-	-
Habrotricha reclusa	+	-	-
Notommata ansata	+	-	-
Aelosomatenebrarum	+	-	-
Haetonotus maximus	+	+	-
Scenedesmusquadricauda	+	+	+
Scenedesmusbijugatus	+	+	+
Stigeoclonium tenue	+	-	-
Chlorella vulgaris	+	+	-
Ankistrodesmusfalcatus	+	+	-

*Ескерту:* + анықталды; – анықталмады.

Зерттеу нәтижесінде протозоофауна өкілдері ең алдымен 1-кестеден және 1-суретке сәйкес жарықтандыру деңгейіндегі өзгерістерге әрекет ететіні анықталды.

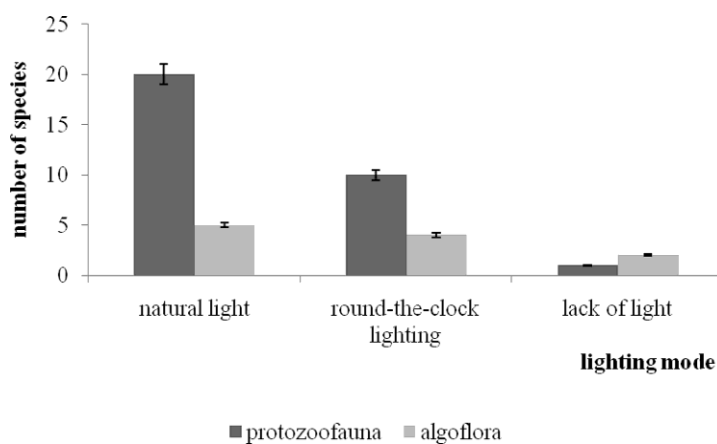
Толық өлу немесе жарықтың жоқтығы кезінде олардың белсендірілген тұнба биоценозының қоректік пирамидасында экологиялық тауашалар ретінде жоғалуына, соның салдарынан аэротенктің қалыпты жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін. Жаңаөзенде белсенді күн кезеңі жылына 9-10 айға созылады. Биологиялық тазарту сатысынан өткен ағынды сулардағы балдырлардың жекелеген топтары санының маусымдық динамикасын зерттеу олардың түр алуандығы күндізгі жарықтың ұзақтығына тығыз байланысты екенін көрсетті. Жылдың күзгі қысқы кезеңде негізінен диатомдылар басым, ал көктемгі-жазғы кезеңде көк-жасыл және жасыл балдырлар басым болатыны анықталды, 2 суретке сәйкес.

Аэрация режиміндегі қателердің ағынды суларды биологиялық тазарту тиімділігіне әсері аэротенктерді және қайталама радиалды шұңқырды визуалды тексеру кезінде анықталды. Аэротенктегі судың түсі жасылдау, күлгін үлпектері жасылдау реңктері бар кішкентай, су бетінде көбік аймақтары белгіленген; мұнай өнімдерінің иісі өткір [11].

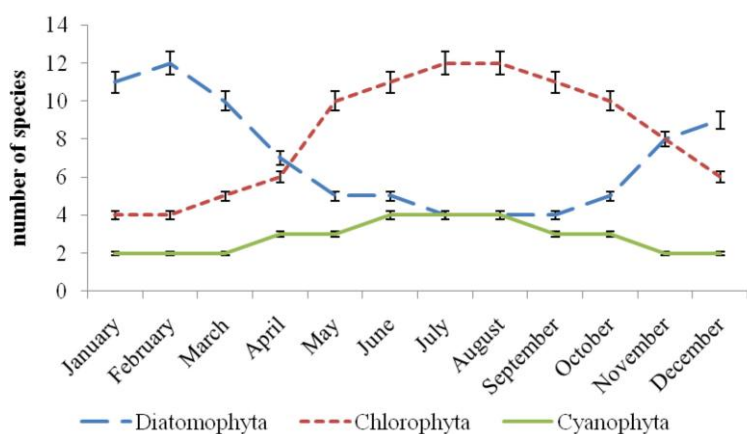
Аэрациялық резервуардан ағынды суларды қабылдайтын екінші реттік радиалды шұңқырда судың бетінде күкіртсутектің өткір иісі бар қара түсті су, қою түсті ісінген лайлар белгіленеді. Екінші радиалды шұңқырдан алынған су сынамаларының гидробиологиялық және микробиологиялық талдауы суда тіршілік етуге қабілетті немесе организмдердің толық дерлік жоқтығын көрсетті. Жасыл және диатомды балдырлардың жеке үлгілері плазмолиз күйінде болды.

Аэрациялық резервуардан ағынды суларды қабылдайтын екінші реттік радиалды шұңқырда судың бетінде күкіртсутектің өткір иісі бар қара түсті су, қою түсті ісінген лайлар белгіленеді. Екінші радиалды шұңқырдан алынған су сынамаларының гидробиологиялық және микробиологиялық талдауы суда тіршілік етуге қабілетті немесе организмдердің толық дерлік жоқтығын көрсетті. Жасыл және диатомды балдырлардың жеке үлгілері плазмолиз күйінде болды [12].

Шұңқыр түбінен шыққан тұнбадағы сульфат-редукциялық аэробты бактериялардың *Desulfovibriodessulfuricans* – 1010-1012CFU/г жоғары титрі аэрация режимінің бұзылуының дәлелі болды. Осы шұңқырдан суды айдаған кезде оның түбінде белсенді тұнбаның пайда болуы, яғни күкіртті сутегінің өткір иісі бар қара тығыз біртекті неозды масса анықталды.



**Сурет 1 – Жарықтандыру режимінің организмдер-гидробионттардың түрлерінің санына әсері**



**Сурет 2 – Ағынды суларды тазарту қондырғыларындағы альгофлораның көптігінің маусымдық динамикасы**

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде қазіргі жағдайдың екі себебі бар екені анықталды: электр қуатының өшуі (соның салдарынан аэрация жүйесінің бірнеше сағаттан бір тәулікке дейін жұмыс істемеуі болды) және ескірген аэрация жүйесі (бұл аэротенктердің бұрыштарындағы лайлану), қалыптасқан жағдайдың себептерін жою бойынша ұсыныстар берілді. Алдағы 6 айдың ішінде автономды электрмен жабдықтауға көшу және халықаралық стандарттарға сай аэрация жүйесін орнату арқылы екі себеп те жойылды [13].

Аэрациялық резервуарларда белсенді тұнбаның пайда болуына теріс әсер ететін маңызды фактор ағынды сулардағы биогендік элементтердің арақатынасындағы теңгерімсіздік болды.

«Салво» төгінділерінің көзі – «Жылу электр станциясы» орнатылды, оның тазарту құрылыстарына жіберілетін сарқынды суларында полифосфаттар мен аммоний тұздары көп [14]. Бұл реагенттер кәсіпорында қазандықтарды жууға және құбырларды жууға қолданылады. Зерттеу кезеңінде фосфаттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) 1,8 мг/л болғанда 15,0–20,5 мг/л дейін, аммоний азотының 15,5–17,0 мг/л ШРК 8,2 мг/л дейін күрт ауытқуы байқалды. 1 ШРК 8,2 мг/л анықталды.

Аммоний азотының белсенді тұнбаның белсенділігіне әсерін зерттеуге қатысты белгілі зерттеулер бар.  $\text{NH}_4$  -тің шамамен екі есе жоғары концентрациясының қысқа мерзімді әсері

НН<sub>4</sub> тотықтыратын бактериялардың тежелуіне байланысты белсенді тұнбаның қасиеттерінің айтарлықтай өзгеруіне, әртүрліліктің төмендеуіне әкелетіні анықталды [15].

Тұнбаның микрофаунасы және тұнбаның тұнбаға түсу қабілетінің нашарлауы. Жүргізілген гидробиологиялық талдаулар нәтижесінде сулы ерітінділерде аммоний азотының күрт жоғарылау кезеңінен кейін ағынды суларда *Vaginicotacrys tallina*, *V. ctriata*, *Stentor polymorphus*, *Vorticella alba* инфузорияларының болмауы байқалатыны анықталды. аэротенктердің және *Aspidiscaturrita*, *A. lynceus*, *A. costata*, *Colepshirtus*, *Stylonychiamuscureum* түрлерінің саны азайып келеді.

Дегенмен қарапайымдылар *Chilodonellauncinata* және *Astasiaquartana* көптеп кездеседі; мүмкін, олар азоттың жоғары концентрациясына төзімдірек. Сондай-ақ, аммоний азотының ең жоғары концентрациясында өлетін амебалардың, ұсақ жікшелілер мен ротиферлердің өмірлік белсенділігіне үлкен әсер ететінін атап өту қызықты. Мұның себебі 1-фазаның нитрификациясының теңгерімсіздігі болып табылады, ол өз кезегінде гидробиологиялық талдаулармен расталады (нитрификаторлар саны 106–108 КҚБ/мл).

Азот концентрациясының жоғарылауы альгофлораның, әсіресе жасыл балдырлардың өсуі мен дамуына ынталандырушы әсер етеді, бұл аэротенктердегі суға тиісті түс берді. Су үлгілерінің микроскопиясы *Chlorella vulgaris*-тің жаппай дамуын көрсетті. Фосфаттар концентрациясының 20,5 мг/л-ге дейін күрт артуына байланысты активтендірілген тұнбаның құрамында *Vaginicotacrys tallina*, *V. ctriata*, *Vorticella alba*, *V.convalaria*, *Campanellaumbelaria* сияқты дөңгелек күрт инфузорияларының мүлдем жоқтығы байқалады; асқазанаяқтылар - *Stentor poly morphus*, *Aspidiscaturrita*, *A. lynceus*, *Colep shirtus*; *сорғыштар* - *Tokophryalemnarum*.

Қалыпты жұмыс істейтін шламда бір рет қана кездесетін асқазанаяқты инфузориялар *Euplotes patella* және *rotifers Caridinasp* санының өсуі байқалды. Фосфаттар концентрациясының өзгеруі фитопланктонның құрамына да әсер етеді, жасыл және диатомды балдырлардың саны күрт азаяды; сонымен бірге желдеткіш қондырғының қабырғалары мен құбырларының жіп тәріздес көк-жасыл альга *Oscillatoriachlorina*-мен ластануы байқалады, ол фосфаттар мен рН үшін ШРК ұзақ уақыт асып кеткенде 0,2-0,5 м-ге дейін дами алады.

Алынған нәтижелер негізінде, азот пен фосфор бойынша ШРК айтарлықтай артқанда (4, 6, 8 есе) микроорганизмдердің жалпы саны күрт азаяды, түрлердің әртүрлілігі азаяды, ал кейбіреулері белсенді тұнбаның құрамынан ерекше сезімтал түрлер жойылады.

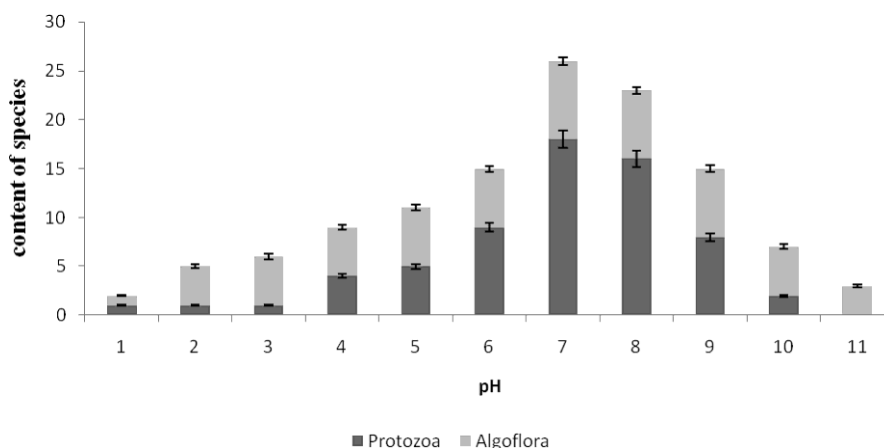
Азот пен фосфордың фузориядағы отырықшы тобына әсері кешенді әсер ретінде қарастырылуы керек; екі элементтің концентрациясының жоғарылауы олар үшін бірдей зиянды, бірақ организмдердің жалпы саны осы элементтер арасындағы сандық қатынасқа байланысты.

Еркін жүзетін инфузориялар бұл факторлардың әсеріне төзімдірек, азот мөлшерінің артуына жауап ретінде олардың санын азайтады, ал фосфор мөлшерінің жоғарылауы олардың дамуын аздап тежейді. Белсендірілген тұнбаның «стресті» нәтижесінде отырықшы және еркін қалқымалы инфузориялардың арақатынасы күрт өзгереді, бұл аэротенктердің жұмысын бағалау кезінде индикативті белгі болады [16].

Жасыл балдырлар тобы фосфордың концентрациясының жоғарылауына күрт және теріс әсер етеді, ал азот мөлшерінің жоғарылауы олардың биомассасының өсуіне оң әсер етеді, әсіресе *Chlorella vulgaris* және басқа да кейбір түрлері қарқынды дамып келеді.

Ұзақ уақыт бойы аэротенктердегі ағынды сулардың рН өзгеруін зерттеу бірқатар төтенше жағдайларда рН нормативті көрсеткіштерден ауытқу орын алатынын көрсетті. Лабораторияда ағынды су негізінде әртүрлі рН мәндері бар жағдайлар модельденетін үлгілік тәжірибе құрылды. Белсендірілген тұнбаның сапалық құрамының әртүрлі рН мәндеріне тәуелділігі анықталды (3-сурет). Болдуин және т.б. зерттеулерінде төмен рН мәндерінің жедел токсикалық әсері анықталды. Осы мақалада жүргізілген зерттеулерде рН өзгерістеріне ең сезімтал болып *Bursaria trun catella*, *Euplotes patella*, *Carchesiumpolypinum* және *Stylonychiamytilus* түрлері табылады. Балдырлар, жалпы алғанда, белсенді тұнба протозоофаунасының өкілдеріне қарағанда рН ауытқуларына төзімдірек болды [17].

Олардың ішіндегі ең төзімділері *Spirogyra porticalis*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcumtridium*. Зоопланктондардың ішінде *амеба* тобындағы организмдер айтарлықтай тұрақты.



**Сурет 3 – рН мәндерінің ағзалар түрлерінің санының өзгеруіне әсері - белсенді тұнбаның гидробионттары**

Мұнай өңдеудің технологиялық схемасында қолданылатын бірқатар реагенттер белсенді тұнба организмдері үшін стресстік жағдай тудыруы мүмкін абиотикалық факторларға жатқызылуы мүмкін.

Осы реагенттердің бірі моноэтаноламин болып табылады, ол қышқыл газдарды және құрамында күкірт бар органикалық қосылыстарды сіңіру үшін қолданылады. Судағы және ауадағы моноэтаноламин үшін ШРК -0,5 мг/л. [18]. Зертханалық зерттеулер нәтижесінде моноэтаноламин белсенді тұнбаның гидробиологиялық құрамына жеткілікті күшті әсер ететін фактор болып табылады, тіпті ШРК шамалы артық болса да. Моноэтаноламиннің 1,0 мг/л концентрациясында белсенді лайдың ең сезімтал организмдері өледі: *Amphyleptus claparedei*, *Litonotuscignus*, *Scapanotricharubra*, *Euplotes patella* және *Aelosomatenebratum* шағын масштабты құрттары. Еркін жүзетін инфузориялар қозғалысты баяулатады, өсімдік жасушаларының аздап жарықтануы байқалады. Моноэтаноламин концентрациясының 2,0 мг/л-ге дейін жоғарылауымен көптеген инфузориялар қозғалыс белсенділігін жоғалтады, клеткалар цистланады, балдырлар түссіз болады, көптеген организмдер өледі: *Embata cammensa*, *Carchesium polypinum*, *Vorticella campanulla*, *V. microstoma*. Судағы токсикант мөлшерінің одан әрі артуы барлық организмдердің – гидробионттардың толық өлуіне әкеледі.

### Қорытынды

Жаңаөзендегі қалалық тазарту құрылыстарының белсенді тұнбасының биоценозына абиотикалық факторлардың әсерін зерттеу оның қысқа мерзімді уытты әсерлерді "жоюға" қабілетті үлкен инерциялық қабілетін көрсетті. Алайда, ұзақ мерзімді стресс гидробионтты организмдер үшін үлкен ауыртпалық болып табылады, бұл ағынды суларды биологиялық тазартудың сапасы мен қарқындылығын күрт төмендетеді. Батыс Қазақстанның белсенді инсоляциясының ұзақ кезеңі жағдайында белсенді тұнба альгофлорасының түрлік әртүрлілігі күндізгі жарықтың ұзақтығына байланысты екені анықталды. Жылдың күзгі-қысқы кезеңінде диатомдар басым болатыны анықталды, ал көктем-жаз мезгілінде көк-жасыл және жасыл балдырлар басым болды.  $\text{NH}_4$  жоғары концентрациясының қысқа мерзімді әсері тұнба микрофаунасының әртүрлілігінің төмендеуіне және тұнба тұндыру қабілетінің нашарлауына әкелетіні байқалды. Ағынды сулардағы аммоний азотының мөлшері қысқа мерзімді асып кетсе, *Vaginicola crystalline*, *V. striata*, *Stentor polymorphus*, *Vorticella alba*, сондай-ақ *Aspidiscaturrita*, *A. lynceus*, *A. costata*, *Colepshirtus*, *Stylonychiamuscurum*-минимумға дейін азаяды. Балдырлар ортаның рН өзгеруіне төзімді, *Spirogyra porticalis*, *Chlorella vulgaris*, *chlorococcumtridium* түрлері рН 6-9 диапазонында тұрақты болды. Судағы моноэтаноламиннің құрамына ең сезімтал түрлер:

*Amphileptus claparedei*, *Litonotus cygnus*, *Scepanotricharubra*, *Euplotes* *Patella* және *Aelosomatenebratum* құрттар, бірақ судағы токсиканттың 3% құрамы барлық организмдердің толық өліміне әкеледі.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1. Николаев И.И. Определение качества вод озер по гидробиологическим показателям // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям - Л: Гидрометеиздат, 1981 - С.43-58
2. Гумарова Т.А., Ишкулова Н.П. Интегрированное управление водными ресурсами: учебное пособие. – Алматы: Экономика, 2011. - 3 с.
3. Линник П.М. Формы нахождения тяжелых металлов в природных водах – составная часть эколого-токсикологической характеристики водных экосистем // Водные ресурсы. – 1989. – №1. – С. 123–135.
4. Николаев И.И. Определение качества вод озер по гидробиологическим показателям // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям - Л: Гидрометеиздат, 1981 - С.43-58
5. Кенжетаяев Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Баймукашева Ш.Х. Оценка суммарного загрязнения отстойника сточных вод в районе города Жанаозен // Вестник КазНУ им. Аль-фараби. - 2020. №3 (64). – С.72-82.
6. Кутикова А.А. Фауна аэротенков. Атлас. - Л.: «Наука», 1984. - С.- 156- 164.
7. Моисеенко Т.И. Методологические подходы к нормированию антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики (на примере Кольского Севера)//Проблемы химического и биологического мониторинга экологического состояния водных объектов Кольского Севера-Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1996 - С. 7-23.
8. Попченко В.И. Оценка степени загрязнения вод по показателям зообентоса // Поволж. конф. "Пробл.охраны вод и рыб. ресурсов." - Казань, 2000. - С.9 – 15.
9. Липеровская Е.С., Кулакова Т.П. Практическое применение методов сапробных индикаторов для изучения р. Москвы // Процессы загрязнения и самоочищения реки Москвы. - М., 1972 - С. 139-156.
10. Rybkina I.D. A comparative analysis of the efficiency of water resources use in the regions of Western Siberia in comparison with the all-Russian and Western European levels. *Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* // *Water Sector of Russia: problems, technologies, management.* - 2015. - № 3. - P. 80-88.
11. Demin A.P. Present-day changes in water consumption in the Caspian Sea basin // *Water resources.* – 2007. - Vol. 34, № 3. - P. 237-253.
12. Кенжетаяев Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Баймукашева Ш.Х., Исследование состояния сточных вод отстойника сточных вод КОС города Жанаозен / Международной научно-практической конференции «Геологические и технологические аспекты разработки месторождений трудноизвлекаемых углеводородов», 18 апреля, 2019. – С. 180-183.
13. Бракоренко Н.Н., Пасечник Е.Ю. Загрязнение грунтовых вод городских территорий нефтепродуктами (на примере города Томска) // *Экология урбанизированных территорий.* - 2015. - № 3. - С. 50–55.
14. Кенжетаяев Г.Ж., Сырлыбекқызы С., Баймукашева Ш.Х. Эколого-геохимическая оценка степени загрязнения отстойника сточных вод, для разработки путей их очистки и использования в аридной зоне // *Вестник КазНУ им. Аль-фараби.* - 2020. - №2 (63). - С. 53-62.
15. Afolalu, S. A., Ikumapayi, O. M., Ogedengbe, T. S., Kazeem, R. A., Ogundipe, A. T. 2022. Waste pol-lution, wastewater and effluent treatment methods – an overview. *Mater. Today, Proc.*, 62, 3282-3288.
16. Baldwin, D.; Campbell, C. 2001. Short-Term Effects of Low pH on the Microfauna of an Activated Sludge Wastewater Treatment System. *Water Qual. Res. J. Can.* 36, 519-535.

17. Bhandari M., Kharkwal S., Prajapati S. K. 2023 Re-cycling drinking water RO reject for microalgae-mediated resource recovery. *Resources, Conservation and Recycling* 188, 106699.

18. Bian D., Zhou D., Huo M., Ren Q., Tian X., Wan L., Zhu S., Ai S. 2015 Improving oxygen dissolution and distribution in a bioreactor with enhanced simultaneous COD and nitrogen removal by simply introducing micro-pressure and swirl. *Applied Microbiology and Biotechnology* 99:20, 8741-8749.

## ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОБИОНТЫ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Баймукашева Ш.Х.<sup>1</sup>, Джаналиева Н.Ш.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Есенов университеті, Ақтау, Казахстан

e-mail: shynar.baimukasheva@yu.edu.kz, e-mail: nurgul.janaliyeva@yu.edu.kz

**Аннотация.** Одним из актуальных вопросов для регионов Казахстана является рациональное использование водных ресурсов. В том числе биоценоз активного ила городских очистных сооружений, периодически сталкивается со стрессовыми ситуациями, связанными с нарушением режима работы оборудования или аварийным сбросом токсикантов в систему очистных сооружений сточных вод. Установлено, что при резких колебаниях физико-химических показателей водных растворов из состава активного ила в первую очередь уничтожаются простейшие организмы. Эта закономерность наблюдалась при увеличении колебаний азота аммония, фосфора, моноэтаноламина и pH в сточных водах. В Западном Казахстане установлено, что в 10-месячном периоде активной инсоляции в комплексе очистки сточных вод города Жанаозен Мангистауской области видовое разнообразие активной Ил-альгофлоры связано с продолжительностью светового дня, а также в осенне-зимний период года преобладают диатомовые водоросли, а весной и летом-сине-зеленые и зеленые водоросли.

**Ключевые слова:** активный ил, биоценоз, биокоагулянт, гидробионтные организмы, pH, световой режим, азот аммония, фосфор, моноэтаноламин.

## INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON ACTIVATED SLUDGE HYDROBIONTS IN BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

Shynar Baimukasheva<sup>1</sup>, Nurgul Janaliyeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

e-mail: shynar.baimukasheva@yu.edu.kz, e-mail: nurgul.janaliyeva@yu.edu.kz

**Annotation.** One of the urgent issues for the regions of Kazakhstan is the rational use of water resources.

In particular, the biocenosis of activated sludge from urban wastewater treatment plants periodically encounters stressful situations related to equipment malfunction or emergency discharge of toxic substances into the wastewater treatment plant system. It has been established that with sharp fluctuations in the physico-chemical parameters of aqueous solutions, protozoa are primarily destroyed from the composition of activated sludge. This pattern was observed with increasing fluctuations in ammonium nitrogen, phosphorus, monoethanolamine, and pH in wastewater. In Western Kazakhstan, it was found that in the 10-month period of active insolation in the wastewater treatment complex of the city of Zhanaozen, Mangystau region, the species diversity of active algae is associated with the length of daylight hours, as well as in the autumn and winter period, diatoms predominate, and in spring and summer, blue-green and green algae.

**Keywords:** active sludge, biocenosis, biocoagulant, aquatic organisms, pH, light regime, ammonium nitrogen, phosphorus, monoethanolamine