

Қазақстан Республикасы
Білім және ғылым министрлігі
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

Минсаринова Б.Қ.
Есжанов Б.Е.

Жалпы гидробиология

ОҚУЛЫҚ

АЛМАТЫ 2016

ӘОЖ 574.5

КБЖ

Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті биология және биотехнология факультетінің Ғылыми кеңесі және Редакциялық баспа кеңесі ұсынған

Пікір жазғандар:

Баймұқанов М.Т.-биология ғылымдарының кандидаты –*Гидробиология және экология институты мекемесінің директоры*

Сатыбалдиева Г.К.-биология ғылымдарының кандидаты, доцент. – *С.Сейфуллин атындағы агротехникалық университеті Экология кафедрасының меңгерушісі*

Мамилов Н.Ш.-биология ғылымдарының кандидаты –*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының доценті*

ISBN

«Жалпы гидробиология» мемлекеттік тілде дайындалған алғашқы оқулықтардың бірі. Оқулықта гидробионттардың тіршілік ортасы, оның физико-химиялық ерекшеліктері, Әлемдік мұхит пен континенталды суқоймаларын мекендеушілер, олардың әртүрлі биотоптарда мекендеуге бейімдеушіліктері бойынша орналасуы, түрлік құрамының ерекшеліктері, олардың биологиясы, физиологиясы, экологиясы және шаруашылық маңызы туралы мәліметтер жан-жақты қарастырылған. Алғашқы рет Қазақстан суқоймаларының гидрофаунасы жайында деректер берілген. Оқулық университеттердің биология және ауылшаруашылық мамандықтары саласында оқитын бакалаврлар мен магистранттарға арналған.

ӘОЖ 574.5

КБЖ

ISBN

© Минсаринова Б.Қ., Есжанов Б.Е., 2016

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2016

АЛҒЫСӨЗ

Қазақстан Республикасы Еуразия аймағындағы континенталды (құрлықтағы) суқоймаларына біршама бай елдердің алдыңғы қатарынан орын алады. Бұл суқоймалары халқымызды ішкі нарықта балық өнімдерімен белгілі бір дәрежеде қамтамасыз ететіні белгілі. Соңғы жылдары табиғи су көздерімен қатар, жасанды суқоймаларында да балық шаруашылығын дамыту қолға алынуда. Суқоймаларын жан-жақты ойдағыдай пайдалану үшін оларда мекендейтін су жануарлары мен өсімдіктер қауымдастықтарының түрлік құрамын, олардың биологиялық өнімділігін, суқоймаларының ластану дәрежесін, гидробионттардың қорын тиімді пайдалану және оларды қорғау мәселеріне үлкен көңіл бөлінуі керек.

Қазіргі таңда заман талабына сай жоғары оқу орындарында мемлекеттік тілде білім алатын студенттер мен магистранттар саны жылдан-жылға артуда. Оларды сапалы оқулықтар және оқу құралдарымен қамтамасыз ету кешіктірмей қолға алатын жұмыстардың негізгісі (бастысы) болып табылады. Еліміздің бірнеше (5-6) жоғары оқу орындарында «Балық шаруашылығы және өнеркәсіптік балық аулау» мамандығы бойынша студенттер мен магистранттар білім алуда. Бұларға осы мамандыққа сәйкес оқылатын негізгі әрі міндетті пәндердің бірі - «Гидробиология» пәні. Бұл пән «Жалпы гидробиология», «Арнаулы гидробиология» және «Санитарлық гидробиология» деп оқытылады. Өкінішке орай, осы пәндер бойынша мемлекеттік тілдегі оқулықтар мен оқу құралдары өте аз. Мүлдем жоқ деп айта алмаймыз, өйткені аймақтық жоғары оқу орындарының оқытушылары мен мамандары жазған оқу құралдары болуы мүмкін, бірақ олар сол оқу орнынан ары қарай, сол аймақтан сыртқа шыға алмайтын болуы керек (қандай себебі бары бізге белгісіз). Осыған орай, осындай олқылықтың орнын толтыру үшін әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің оқытушылары осы пәндерді оқытудағы көп жылғы тәжірибелеріне сүйене отырып, жоғарыда көрсетілген пәндердің біреуі бойынша («Жалпы гидробиология») жазылған оқулығын ұсынып отыр.

Гидробиология – тұщы және мұхит суларындағы тіршіліктің барлық көріністерін зерттейтін ғылыми пән. Сонымен қатар, ол қолданбалы мәселелермен де (биогигиена, сумен жабдықтау, суды биологиялық жолмен тазалау және т.т.) айналысады. Осыған орай, оқулықты жазуда авторлар өздерінің жеке тәжірибелеріне ғана сүйеніп қоймай, гидробиология ғылымының жаңа жетістіктеріне және жақын әрі алыс шетелдерде жарық көрген түрлі әдебиеттерге де сүйенді. Оқулықта тек теориялық ғана емес, сонымен қатар практикалық мәселелерде, атап айтқанда осы пән бойынша

тест сұрақтары, зертханалық сабақтарды орындауға нұсқаулар, өз бетінше дайындайтын тақырыптар да және т.т. қарастырылған. Бұлардың барлығы студенттің сапалы білім алуына әрі білікті маман болуына көмегін тигізетіні сөзсіз. Студент оқулықпен жұмыс жасауы керек, сондықтанда ол білім алу үшін қызық болуы керек, оқылуы әрі меңгерілуі тиіс. Білім алушыға жол серік болып, ол жатталмауы тиіс және дәрістер жиынтығы болмауы керек. Бұл қазіргі күн талабынан туатын қажеттілік және қазіргі білім алу жүйесі студентке өз бетінше көп дайындалуды қажет етеді.

Оқулық балық шаруашылығы, биология, экология және ауылшаруашылығы салалары бойынша білім алатын студенттерге, магистранттарға және осы пәнге қызығушылық танытатын басқа да оқырмандарға арналған.

Оқулықта пайдаланған түрлі схемалар мен суреттер оқулықтық соңында көрсетілген әдебиет көздерінен және интернет сайттарынан алынды.

Оқулық жайында пікір-тілектерін білдіреміз деген азаматтарға алдынала үлкен рахметімізді айтамыз және мекен-жайымызды көрсетеміз: Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71, әл-фараби атындағы ҚазҰУ, биология және биотехнология факультеті, Биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасы.

Электронды пошта - E-mail: b-eszhanov@mail.ru

Баян Минсаринова

Бірлікбай Есжанов

Кіріспе

Гидробиология (грек. hydor-су, bios-тіршілік, logos-ілім, ғылым)– кешенді биологиялық ғылым, ол су экожүйелері және олардың құрамдас бөліктерін зерттейтін экологияның бір бөлімі. Гидробиология дамуының алғашқы этаптарында су организмдерінің (гидробионттардың) қауымдастықтарының түрлік құрамын және олардың мекендеу жағдайына байланысты орналасуын зерттеді. Бертінде гидробиологияның зерттейтін саласы су экожүйелеріндегі биологиялық процестер және оларды түсінуге қажетті гидробионттардың қызметтерінің (өсу, қоректену, зат алмасу және т.б.) ерекшеліктері болды.

Гидробиологияның теориялық міндеттері біршама мәселелерді қамтиды. Олардың бастылары: халықты балық өнімдерімен көптеп қамтамасыз ету үшін суқоймаларының биологиялық өнімділігін зерттеу; Әлемдік мұхиттағы планктон мен бентостың өнімділігін анықтау үшін оларды картаға түсіру, сонымен қатар көлдердің биологиялық типологиясын жасау және су қоймаларының эфтрофикацияға ұшырау себептері зерттеу; қорек ретінде пайдаланылатын омыртқасыздар және балықтарды жерсіндірудің биологиялық негіздемелері дайындау және ластанған сулардың биоиндикациясы бойынша мәліметтер жинақтау және т.т.

Гидробиологияның қолданбалы міндеттері – тұщы және теңіз суларының биологиялық ресурстарын тиімді пайдалану мен қорғаудың ғылыми негіздемелерін дайындау, аквакультураны кең көлемде дамыту, су ағындарын реттеу мен оларды бұрудың зардаптарын және таза су мәселелерін зерттеу болып табылады.

Су экожүйелерін шаруашылықта пайдалану гидробиологияны *санитарлық* (таза су проблемасымен зерттеумен айналысады), *техникалық* (гидроқұрылымдардың қапталуына қарсы күрес шараларын дайындау) және *кәсіптік* (кәсіптік жолмен ауланатын организмдерді, балықтар мен басқа гидробионттардың қорек базасын зерттейді) деп бөлуге алып келді. Экологиялық зерттеулер мен әдістемелер басты орын алатын кешенді ғылым саласы болғандықтан гидробиология *гидрологиямен, гидрохимиямен, сол сияқты ботаника* (мысалы, альгология) және *зоология* (ихтиология және т.б) пәндерімен де тығыз байланысты.

Гидробиология зоология, ботаника және басқа да биологиялық пәндерден ХІХ-ғасырдың аяғында бөлініп шықты. Қазіргі кезде гидробиология өзінің оқитын пәні, зерттеу әдістері мен құралдары, мамандары және ұйымдастыру құрылымы (институттар мен зертханалар,

түрлі қоғамдық ұйымдар, журналдар) бар биологиялық ілімдердің үлкен бір саласы болып табылады.

Гидробиологияның зерттеу *нысандары* суқоймаларын мекендеушілері-жануарлар мен өсімдіктердің қауымдастығы, олардың тіршілік ортасымен қатынасы және суқоймаларында өтіп жатқан процестер болып табылады.

Гидробиология ілімінің қысқаша даму тарихы. Гидробиологияның жеке ғылым ретінде қалыптасуы ХІХ-ғасырдың ортасынан басталады. Бұған дейін суқоймаларының, әсіресе теңіздің, биологиялық ресурстары таусылмайтын шексіз бай деп есептелінді және оларды ұдайы өсірудің ешқандай қажеті жоқ, ал экологиялық жағынан зерттеу практика үшін қажетсіз деп саналды. Бірақ бұл пікірден бас тартуға тура келді, өйткені сол кездің өзінде-ақ кит аулау кәсібі тоқырай бастады, балық аулау кемелері бұрынғы балыққа бай балық аулайтын аудандарын тастап, басқа жерлерге баруға мәжбүр болды, таңсық ас болып саналатын устрицаларды аулау көлемі мүлдем төмендеп кетті. Бұл кәсіппен айналысатын адамдардың алдында кәсіптік түрлердің қорын анықтау міндеті тұрды.

Гидробиологиялық зерттеулер құрлықта ешқандай ұқсастығы жоқ, біздің планетамыздың 7/10 бөлігінде мекендейтін сулы ортада өмір сүруге маманданған тіршіліктің формасы планктонды зерттеуден басталды. Мұнда особьтардың санын есепке алу жұмыстарымен қатар планктонды организмдердің биомассасы да анықталды. Кейіннен, яғни ХХ-ғасырдың басында сутүбі жануарлары- бентостың санын анықтау жұмыстары жүргізіле бастады. Гидробиологияның негізгі мақсаты оның дамуының алғашқы жылдарынан бастап-ақ белгілі болды. Алғашқы гидробиологиялық жұмыстардың авторлары су тіршілігін білу-балық шаруашылығын тиімді пайдалану, ластанған сулардың өздігінен тазалану процестерін басқару үшін керек екендігін түсінді.

Гидробиологияның қалыптасуына ХІХ-ғасырдың екінші жартысында көптеген теңіз және тұщысу биологиялық станцияларының ашылуының маңызы үлкен болды. Ресейде ең алғашқы теңіз биологиялық станциясы орыс ғалымы А.О.Ковалевскийдің ұсынысымен 1872 жылы Севастополь қаласында, ал ең алғашқы тұщысу биологиялық станциясы 1891 жылы Мәскеу облысындағы Глубокое көлінде, Еуропадағы бірінші өзендік биологиялық станция 1900 жылы Саратов қаласының маңында Еділ өзенінде ашылды. Осы сияқты гидробиологияның дамуына 1899 жылы ұйымдасқан «Теңіздерді зерттеу бойынша Халықаралық кеңестің» де орны ерекше болды. Осы ұйымның қолдауы бойынша Баренц, Қара, Каспий, Қиыр-шығыс теңіздерінің биологиясы зерттелді. Ал 1922 жылы «Теориялық және қолданбалы лимнология Халықаралық ассоциацияның» құрылуы

тұщысуларда гидробиологиялық зерттеулердің қарқынды дамуына үлесін қосты.

Деседе, өткен ғасырдың 30-шы жылдарына дейін гидробиологиялық зерттеулер жалпы танысу сипатына ие болды. Бұл кезеңде әрбір гидробиологтың әрі зоолог не ботаник болуына тура келді, яғни жануарлардың не өсімдіктердің белгілі бір систематикалық тобы бойынша маман болды. Осы жылдары Никольский балық өсіру заводының қызметкерлері Пестов көлінде өз заманынан әлдеқайда озық ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізді. Зоопланктон, әсіресе коловраткалар бойынша, санитарлық гидробиология, альгологиялық зерттеулер жүзеге асты. Тұщысуларда гидробиологиялық зерттеулердің қарқынды өсуі жаңа ғылыми мекемелер ашуды талап етті. 1921 жылы *Орталық балық шаруашылығы институты* ашылды. Бұл институт кейіннен басқа да ғылыми орталықтардың (мысалы, Мемлекеттік көл және өзен балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Бүкілодақтық тоған (бөген) балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты және т.б.) ашылуына мұрындық болды. Осындай мекемелерде қызмет атқаратын жоғары білімді мамандар дайындау қажеттілігі туды. *Бірінші гидробиология* кафедрасы 1914 жылы С.А. Зерновтың (1871-1945) басшылығымен Петровский ауылшаруашылығы академиясында (қазіргі К.А.Тимирязев атындағы ауылшаруашылық академиясы) жаңадан ұйымдасқан балық өсіру Бөлімінің құрамында ашылды. 1920 жылы Петроград (қазіргі Санкт-Петербург) университетінде гидробиология кафедрасы жұмыс жасай бастады, оны К.М.Дерюгин басқарды. Ал Мәскеу университетінде осындай кафедра 1924 жылы құрылды, оны басқаруға зоолог-гидробиолог, гидробиологияда экологиялық бағытты дамытушы, Қара теңіздің фаунасы мен биоценозын зерттеуші С.А. Зернов шақырылды. Бұл жылдары гидробиологтардың басты міндеті әлі толық зерттелмеген ірі суқоймаларын жан-жақты зерттеу болды.

Көлдер мен басқа да суқоймаларын зерттеуге гидробиологтар мен ихтиологтардан басқа гидрохимиктер және гидрологтар да қатысты. Осындай кешенді зерттеулердің нәтижесінде жеке суқоймалары мен оларды мекендеушілердің ерекшеліктері жайында көптеген мәліметтер жиналды. Бұл жұмыстардың нәтижесі бойынша 1934 жылы С.А. Зернов «Общая гидробиология» атты еңбегін жариялады.

Еділ, Кама, Жайық өзендері және жасанды суқоймаларында гидробиологиялық жұмыстар жүргізіле бастады. Бұл суқоймаларынан жиналған материалдар салынатын суқоймаларының негізін және өнімділік теориясының дамуына пайдаланды. Мысалы, 1940 жылы жарияланған В.И. Жадинның «Фауна рек и водохранилищ» монографиясында және басқа

еңбектерінде жаңадан пайда болған жасанды суқоймаларында фаунаның қалыптасуы жайында ойлар көтерілді.

Ұлы Отан соғысы жылдарында (1941-1945 ж) гидробиологиялық зерттеу жұмыстары тоқтаған жоқ, бірақ аз көлемде жүргізілді. Орталық институттар зерттеулерін жаңа аудандарда, мысалы көл және өзен балық шаруашылығы институты Обь өзенінің бассейнінде ұйымдастырып, онда жылма-жыл кең көлемде болып тұратын балықтардың тұншығуының себептері мен биологиялық маңызын зерттеді. Соғыстан кейінгі жылдары гидробиологиялық зерттеулер өте қарқынды жүргізілді. Гидробиологтардың бірігуіне ССРО ҒА Зоология институтының гидробиология бөлімі көп жұмыстар атқарды. Қысқа мерзімде В.И. Жадинның редакциясымен 4 томдық ұжымдық «Жизнь пресных вод» атты еңбек жарық көрді (1940-1959 ж). Соғыстан кейінгі жылдары сол кездегі ең үлкен Рыбинск жасанды суқоймасында ССРО ҒА Биостационары «Борок» өз жұмысын қайта бастады. Кейіннен (1956 ж) ол «Жасанды суқоймаларының биологиясы институты» болып қайта құрылды, кейіннен ССРО ҒА «Ішкі сулар биологиясы институты» деп аталды.

Балық өсіру қажеттілігін қанағаттандыру үшін «тірі азықтарды» - дафниялар мен басқа да шашақмұртты шаяндарды, хирономид дернәсілдерін, олигохеттер мен басқа да омыртқасыздарды – жаппай өсіру жұмыстарының әдіс-тәсілдері жасалды және олардың нәтижелері практикаға ендірілді (А.С.Константинов, 1958).

Осы сияқты өткен ғасырдың 50-жылдарының басында суқоймаларының биологиялық өнімділігі жайында пікір-таластар кең ауқымда жүргізілді. Кейбір биологтар (Г.В.Никольский, Г.С.Карзинкин) гидробиологтардың міндеті биологиялық өнімділікті суқоймаларының тек кәсіптік өнімділігі деп, ал алғашқы өнімді зат алмасуды зерттеу саласының объектісі деп санауды ұсынса, бұл көзқарасқа қарсылар (Л.А.Зинкевич, В.А.Водяницкий) кең тараған пікірлермен қатар суқоймаларының өнімділік теориясын да бірге қарастыруды ұсынды.

Өткен ғасырдың 50-ші жылдары гидробиологтардың үлкен жетістіктерінің қатарына балық өсіру тоғандарында тыңайтқыштарды пайдаланудың тиімділігі жайындағы зерттеулерін (И.В.Баранов, В.И.Жадин, А.Г.Родина, Г.Г.Винберг және басқалары) жатқызуға болады.

Көптеген гидробиологиялық зерттеулер көлдердің түптік қабаттарын зерттеумен байланысты жүргізілді. Әсіресе түптік қабаттардың үстіңгі бетінде жүретін микробиологиялық құбылыстарды зерттеудің маңызы өте жоғары болды. Б.В.Перфильев тамшылы микроскопия әдісін ойлап тапты. Осы еңбегі үшін оған 1961 жылы Мемлекеттік сыйлық берілді. Осы саладағы

көпжылдық зерттеулерді қорытындылаған оның Д.Р.Габемен бірлесіп жазған монографиясы Лениндік сыйлыққа ие болды.

Әлемдік мұхиттың фаунасы мен флорасын зерттеуге де гидробиологтар өз үлестерін қосты. Әсіресе солтүстік теңіздердің (Ақ теңіз, Баренц теңізі, Карск теңізі) планктондары мен балықтарын зерттеуде ХІХ–ғасырда Соловецк биологиялық станциясының (Н.Н.Вагнер, В.М.Шимкевич, Н.М.Книпович, Н.А.Ливанов және т.т.), Мурманск биологиялық станцияның (К.М.Дерюгин) қызметкерлерінің атқарған жұмысы орасан болды. Қара және Азов (Азау) теңіздерінің гидробиологиясын зерттеуде 1872 жылы құрылған Севастополь биологиялық станциясының (қазір Украина ҒА оңтүстік теңіздердің биологиясы Институты) алатын орны ерекше болды. Көп жылғы зерттеулер қорытындысы С.А.Зерновтың «К вопросу об изучении жизни Черного моря» монографиясында (1913) жарияланды. Бұл еңбек осы күнге дейін теңіз фаунасы мен флорасын зерттейтін биологтардың күнделікті пайдаланатын кітабына айналды.

Каспий теңізінің фаунасын зерттеу ХVІІІ-ғасырдың екінші жартысында С.П.Паллас пен С.Г.Гмелин жүргізген жұмыстардан бастау алады. Сол сияқты К.М.Бэрдің балықтар мен балық аулау кәсібі жайындағы және О.А.Гриммнің Каспий теңізінің омыртқасыздар фаунасы жайындағы еңбектерін де атап өтуге болады. Каспий теңізін жан-жақты зерттеуде Астрахань ихтиологиялық зертханасының (1897 ж. ұйымдастырылған) қызметкерлерінің атқарған жұмыстары маңызды. Олардың ішінде Каспий теңізін жан-жақты білетін А.Н.Державинді атап өтуге болады. Каспий теңізінің планктоны мен бентосын жан-жақты зерттеу ХХ-ғасырдың 30-шы жылдарынан жандана бастады. Зерттеу жұмыстары негізінің фаунаның сапалық құрамын және сандық мөлшерін анықтауға бағытталды. Каспий теңізі жерсіндіру жұмыстарын жүргізуге ыңғайлы суқоймасы болып табылды. Осы жылдары Каспий теңізіне кефалдың 2 түрі (*Mugil auratus* және *M. saliens*) және камбаланың бір түрі (*Pleuronectes flesus luscus*) әкелінді. Бұлармен бірге креветканың 2 түрі (*Leander squilla* және *L. adspersus*) және диатомды планктон балдырды да (*Rhisosolenia calcar-avis*) қоса жіберу мүмкін болды. Сол сияқты бұл теңізге Азов теңізінен *нереис полихетасы* мен *синдесмия моллюскасы* әкелінді. Соңғы екеуі өте жақсы жерсініп, бекіре балықтарының, әсіресе мекіре мен қортпаның, ең маңызды қоректік нысанына айналды.

Арал теңізінің фаунасын зерттеуде Арал-Каспий экспедициясы мен Л.С.Берг ұйымдастырған экспедицияның рөлі жоғары болды. Экспедиция жұмысының нәтижесі Арал теңізі мен оның фаунасына арналған монографияда (Берг, 1908) жан-жақты көрсетілді. Арал теңізінде

биологиялық зерттеулер Арал балық шаруашылығы станциясының ашылуымен (1929) жандана бастады. Арал теңізінде де жерсіндіру жұмыстары жүргізілді. Каспий теңізінен *танабалықтар*, *креветкалар*, *мизидалар*, *нереистер* әкелініп, жіберілді. Алғашқы жылдары Балтық салакасын (*Clupea harengus membras*) жерсіндіру өте жақсы жүзеге асты. Өз отанымен салыстырғанда жаңа орында бұл балықтың өсу қарқыны, дене мөлшері біршама жоғары болды. Бірақ ол ұзаққа бармады, кейіннен саны азайып, соңынан жойылып кетті.

Қиыр-шығыс теңіздері жайындағы алғашқы мәліметтер XVIII-ғасырдың бірінші жартысында натуралистер С.П.Крашенинников және Г.В.Стеллер жұмыстарында, В.И.Беринг экспедициясының мүшелерінің еңбектерінде келтірілген. XX-ғасырдың басында көптеген экспедициялар ұымдастырылып, Қиыр-шығыс теңіздерде кездесетін балықтардың құрамы, орналасуы, кәсіптік аулау жағдайлары анықталды. Әсіресе В.К.Бражников, П.Ю.Шмидт, В.К.Солдатов басқарған экспедициялар құнды материалдар жинады. Нәтижесін П.Ю.Шмидт 1904 жылы «Рыбы восточных морей Российской Империи» деп аталатын монографияда жарияланды.

Гидробиология ілімінің Қазақстанда дамуы. Қазақстан территориясында да біршама су қоры жинақталған. Олардың қатарына акваториясының бір бөлігі республикамыздың үлесіне тиесілі Каспий теңізі мен Арал теңізі, Балқаш, Алакөл көлдер жүйесі, Зайсан (Жайсан), Теңіз және т.б. үлкен көлдер, мыңдаған өзендер мен кіші көлдер жатады. Сонымен қатар ондаған-үлкенді-кішілі жасанды суқоймалары салынған. Бұл табиғи және жасанды суқоймаларының балық шаруашылығында алатын орны ерекше. Осыған орай олар гидробиологтардың бақылау нысандары болып табылады және бұл жерлер балықтардың қоректік қорын - өсімдіктер мен омыртқасыздардың қауымдастығын - зерттейтін орын болып табылады. Қазақстанда гидробиологиялық зерттеулерді ғылыми-зерттеу институттары мен жоғары оқу орындарының қызметкерлері жүзеге асырды. Бұл салада осындай жұмыстарды жүргізуде Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Қазақ ССР Ғылым Академиясының зоология институты, қазіргі әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің рөлі зор екендігін айтқан жөн. Мысалы, Арал теңізінің планктоны мен бентосының қорын бағалау, оларды балықтардың қорек ретінде тұтыну дәрежесін анықтау жұмыстары 1929 жылы Арал қаласында Бүкілодақтық балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының Арал балық шаруашылығы тұрақты станциясының ашылуымен басталды. Арал теңізіне байланысты гидробиологиялық жұмыстарды университет және балық шаруашылығы институты мен оның филиалдарының қызметкерлері, мысалы, Н.З.Хусаинова (1946 жылдан

бастап), Л.О.Пичкилы (1971), Т.А.Кортунова (1978), Н.И.Андреев (1990), С.И.Андреева (1984), Г.М.Дукравец және басқалары (1973), Л.И.Шарапова және басқалары (1985) және т.т. атқарды. Ал С.И. Ибрашева Алматы қаласының маңындағы суқоймаларының гидробионттарын алғашқы зерттеушілердің бірі болды. 1959-шы жылы Қазақстан ҒА Зоология институтында әуелі сектор, кейіннен ихтиология және гидробиология бөлімі ұйымдастырылды. Бұл институтта А.С.Малиновская, В.А.Тэн, Т.С.Стуге, Т.Т. Трошина, С.А. Матмуратов, Е.Г.Крупа, О.Е.Лопатин, Н.С.Айнабаева және т.б гидробиологтар ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізді және жүргізуде. Зоология институтында ашылған бұл бөлім кейіннен Арал, Балқаш, Алтай бөлімшелерін қамтитын Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтына (КазНИИРХ – қазір «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы») айналды. Бұл институтта көптеген ғалымдар (Н.А.Амиргалиев, Н.С.Воробьева, С.К.Тютеньков, А.П.Фаломеева, Л.И.Шарапова, Э.В.Логиновских, Р.Е.Садуакасова және басқалары) Қазақстанның барлық территорияларындағы табиғи және жасанды суқоймаларында зерттеу жұмыстарын жүргізді және жүргізуде. 1961-ші жылы ҚазМУ-да (қазіргі әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) ихтиология және гидробиология кафедрасы ашылды. Бұл кафедрада және оның жанындағы Ғылыми-зерттеу лабораторияда проф. Н.З.Хусаинова, доцент С.И.Ибрашева, проф. В.П.Митрофанов, доценттер Г.М.Дукравец, А.П.Фаломеева, , В.А.Смирнова, А.Ф.Сидорова, Ш.Г.Курманғалиева, Г.Я. Буранбаева, Т.И.Збарак, Р.Х.Мамилова, Л.И.Шарапова, Б.Қ.Минсарина және т.т. еңбек етті және етуде. Бұл ғалымдар гидробиология ғылымының Қазақстанда дамуына және қалыптасуына үлкен үлес қосты және қосуда.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробиология ғылымы және оның салалары мен зерттеу нысандарын сипаттаңыз
2. Гидробиологияның теориялық міндеттерін түсіндіріңіз
3. Гидробиологияның қолданбалы міндеттерін түсіндіріңіз
4. Гидробиология ғылымының қалыптасу тарихын сипаттаңыз
5. Гидробиология ғылымының Қазақстанда қалыптасу тарихын сипаттаңыз
6. Оқытушының тапсырмасы бойынша Қазақстанда гидробиология ғылымының дамуына үлкен үлес қосқан ғалымдардың жұмыстарымен танысып, реферат дайындаңыз және оны білім алушылар алдында қорғаңыз

1-бөлім. Гидросфера - тіршілік ортасы және оны мекендеушілер

1-тарау. Гидробионттардың тіршілік ортасының физико - химиялық жағдайлары

Гидробионттардың тіршілігіне су физико-химиялық дене ретінде үздіксіз әсер етеді, өйткені ол тірі организмдердің қызметінде басты маңызға ие. Бұл организмде жүретін биохимиялық реакциялардың негізгі ортасы әрі протоплазмаға қажетті құрамдас бөлігі. Қоректік заттар организмде негізінен су ерітінділері түрінде айналыста болады, тасымаланады, қажетсіз зат-айналу өнімдері-организмнен шығарылады. Яғни су организмдердің физиологиялық қажеттіліктерін қанағаттандырып, оларға тірек ретінде қызмет атқарады, оттегі және қорекпен қамтамасыз етіп, зат алмасу өнімдерін алып кетеді, гидробионттарды және олардың жыныс өнімдерін тасымалдайды, сол сияқты гидробионттарда сыртқы ортамен осмостық қатынасты жүзеге асырады. Гидросферадағы судың қозғалысы арқасында жануарлар суда тұрақты тіршілік ете алады және гидробионттардың пассивті таралуын жүзеге асырады. Ал су түбінде тіршілік ететін организмдер (бентостар) үшін грунттың физико-химиялық ерекшеліктері үлкен маңызға ие болады.

Суқоймаларында тіршілік ететін организмдерге әсер ететін физикалық-химиялық факторларға су мен грунт, судағы еріген және қалқыған заттар, температура мен жарық және суқоймаларының ластануы жатады.

Судың физико-химиялық қасиеттері. *Судың химиялық құрамы мен құрылысы.* Су қалыпты жағдайда сутек пен оттектің 1:8 көлемдік қатынаста болатын тұрақты қарапайым химиялық қосылыс екендігі белгілі. Табиғатта ең көп тараған, бүкіл гидросфера судан тұрады. Жер шарындағы судың көлемі 1,3 миллиард текше километр (км³). Ол бірнеше агрегаттық күйде (бу, сұйық, мұз) кездеседі. Судың ерекше қасиеті оның молекулаларының кішкентай болуымен, олардың полярлылығымен және бір-бірімен сутектік байланыспен қосылатын қабілеттілігімен сипатталады. Су молекуласының бір шеті оң, ал екінші ұшы теріс зарядты болып келеді. Мұндай молекула диполярлы деп аталатыны белгілі. Молекулалар бір-бірімен әртүрлі ионды полюстермен жанасып, нәтижесінде электрлік өзара қарым-қатынастар пайда болады. Мұз еріген кезде сутектік байланыстар бұзылады. Су +4°C-қа дейін жылығанда сутектік байланыстың бұзылуы ары қарай жалғасады.

Судың тығыздығы, тұтқырлығы және беткі қабатының тартылуы. Көптеген заттар температура төмендеген сайын қысқарады және олардың тығыздығы артады. Судың ерекше қасиеті оның +4°C-та тығыздығы

максимум болады және температура $+4^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары не төмен болғанда судың көлемі ұлғаяды, нәтижесінде ол жеңілденеді. Температура $+4^{\circ}$ -тан 0° -қа төмендегенде судың тығыздығы артады. Мұздың құрамындағы су молекулаларының арақашықтығы суға қарағанда алыстау, осыған орай мұздың көлемі өзі түзілген суға қарағанда үлкен, яғни ол судан жеңіл және суға батпайды.

Мұздың тығыздығының төмен болуы су жануарлары үшін пайдалы. Өйткені мұз су бетінде қалқып тұрады. Осылайша ол салқын ауаның суға өтуіне кедергі жасайды, ал ол өз кезегінде судың түбіне дейін қатып қалуына мүмкіндік бермейді.

Қалыпты қысымда су 100°C -та қайнайды, 0°C -та мұзға ($\rho=0,92\text{ г/см}^3$) айналады, сондықтан мұз су бетінде қалқып жүреді. Температура $+4^{\circ}\text{C}$ болғанда тығыздығы 1г/см^3 болады. Су температурасы $+4^{\circ}\text{C}$ -қа жақындағанда тұщы судың көлемінің арту қасиетінің экологиялық маңызы өте зор. Себебі жылыну немесе салқындау салдарынан судың беткі қабатындағы су температурасы $+4^{\circ}\text{C}$ шамасында болғанда, тығыздық градиентінің теңесуі басталады. Судың үстіңгі қабатындағы тығыздығы жоғары су төменге түседі, ал төменгі қабаттағы су жоғары көтеріледі, осылайша су араласып гидробионттардың тіршілік ету жағдайының өзгеруіне алып келеді. Су салқындағанда судың көлемінің ұлғаю қасиеті олар үшін өте маңызды. Осының арқасында мұз судың беткі қабатында қалқып, оны суық ауадан оқшаулайды және жоғарыда айтылғандай саяз суқоймаларының түбіне дейін қатып қалудан сақтайды.

Судың тұтқырлығы. Басқа да сұйықтықтармен салыстырғанда судың тұтқырлығы шамалы, бұл оның үнемі қозғалыста болуына байланысты. Осыған орай ол гидробионттардың жүзуін жеңілдетеді.

Температура жоғарылаған сайын судың тұтқырлығы біршама төмендейді, ал судың тұздылығы артқан сайын тұтқырлық едәуір өседі. Тұтқырлықтың өзгеруі локомоторлық жүйесі нашар дамыған майда организмдердің қозғалуына күшті әсер етеді. Өйткені үйкелісу күшіне әсер ететін салыстырмалы бет өте үлкен. Қимыл-қозғалысы жүйесі жоқ гидробионттар үйкеліс болмаған жағдайда су қабатында тұру қабілетінен айырылады, ал қимыл-қозғалысы дамыған формалар су түбіне түспеу үшін көп қосымша энергия жұмсаған болар еді.

Су тұтқырлығы организмдердің су қабатында қалқып тұруын жеңілдетеді, осыған орай көптеген гидробионттарда сумен үйкелісу күшін арттыруға бағытталған арнайы бейімделушіліктер қалыптасқан. Бұл әсіресе жаз айларында, температураның жоғарылауына байланысты судың тұтқырлығы төмендеген кезде жақсы байқалады.

Судың беткі тартылыс коэффициенті жоғары-76 эрг/см², ол температураға және тұздылыққа байланысты 75 - 77 эрг/см² аралығында ауытқып тұрады. Ал глицеринде бұл көрсеткіш 65 эрг/ см², аммиакта-42, басқа сұйықтықтарда 30 эрг/ см²-ден төмен болады. Судың беттік қабығы организмдер үшін ерекше тірек болып табылады. Оны пайдалану үшін дене жабынына су жұғу немесе жұқпау сияқты арнайы бейімдеушіліктер дамыған. Дене жабынына су жұқпайтын организмдер судан салмағы ауыр болса да, оған батпайды. Жеңіл салмақты гидробионттар су бетінің жұқа қабығын тірек ретінде пайдаланып, оның үстінде еркін тұра алады.

Судың жылулық және оптикалық қасиеттері. Ауа және топырақпен салыстырғанда судың жылу тұрақтылығы анағұрлым жоғары, бұл организмдердің тіршілігі үшін өте қолайлы. Судың температуралық тұрақтылығының сақталуын оның жоғарғы жылу сыйымдылығы қамтамасыз етеді. Су температурасы үшін өте көп жылу қажет. Мысалы, 1мл (1г) суды 1°С-қа (15⁰С-тан 16⁰-қа) көтеру үшін 1кал жылу жұмсалуды керек. Тек аммиак пен аздаған басқа заттарда меншікті жылу сыйымдылығы 1-ден жоғары болады. Осындай жоғары жылу сыйымдылықтың ауытқуынан алынған жылу энергиясының бір бөлігі молекулалардың арасындағы сутектік байланыстың ажырауына жұмсалатынымен түсіндіріледі. Нәтижесінде жыл мезгілдері ауысқан кезде су баяу салқындайды және жылынады, сонымен бірге ол тәулік ішінде температураның реттелуінде де маңызды рөл атқарады.

Суқоймаларға жылудың түсуі артқанда су жылына бастайды, су буланады, осының салдарынан температураның көтерілуі баяулайды. Су салқындаған кезде (0°С-қа төмендегенде және мұздың түзілуінде) бөлінген жылу температураның ары қарай төмендеуін тежейді.

Судың тұрақты жылылығын қалыпты ұстау бу түзілу кезіндегі өте жоғары жылу бөлуі арқылы қамтамасыз етіледі. 1 г су буланғанда 539 кал жылу сіңіріледі.

Әртүрлі қалқыған бөлшектері көп табиғи суларда барлық сәулелердің сіңірілу коэффициенті жоғары. Толқындардың әртүрлі ұзындығында сәулелерді сіңіруіндегі айырмашылықтың нәтижесінде жарықтың спектрлы құрамы су қабатында бірден өзгереді. Онда өте жылдам инфрақызыл сәулелер (820нм), сосын қызыл (610нм) және күлгін сәулелер сіңіріледі.

Жасыл (520нм) және көк (460нм) сәулелер өте тереңге дейін өтеді. Жарықтың спектрлі құрамының өзгеруі фотосинтезге және гидробионттардың мінез-құлқына айтарлықтай әсер етеді. Су қабатында жарықтың сіңірілуімен бірге оның шашырап таралуы да болады. Қысқа толқынды сәулелерді ұзын толқындыларға қарағанда су молекулалары күштірек шашыратады, яғни сәулелердің алғашқы бағыттарының су

молекулалары мен басқа да бөлшектерінің салдарынан ауытқиды. Судағы қалқыған заттар негізінен ұзын толқынды сәулелерді сіңіреді.

Су арқылы жарық өткенде оның бір бөлігі планктон арқылы сіңіріледі және фотосинтез процесіне пайдаланылады, жарықтың қалған бөлігін су сіңіреді. Осыған орай су тереңдеген сайын жарықтану азаяды. Суқоймаларында «орнына келтіру» деген ұғым бар, ол дегеніміз жасыл өсімдіктердің өз тіршілігін сақтап қалатын тереңдік, яғни мұндай өсімдіктерде жүретін фотосинтез олардың тыныс алуын дәлме-дәл теңестіреді. Орнына келтіру деңгейі жүзеге асатын тереңдік су мөлдірлігіне байланысты болады.

Судың мөлдірлігі суқоймаларындағы фитопланктон мен макрофиттердің вертикальды бағытта орналасуы үшін үлкен маңызға ие. Жоғары сатыдағы су өсімдіктері мен бекінген макробалдырлар сублиторалдық жағалау маңы аймағында мекендейді. Бұл жерлерде жарық жағдайы тым жақсы. Сол сияқты балдырлардың негізгі массасы судың беткі қабатында көптеп кездеседі және олар тәулік бойы қозғалысты болып әр түр өзіне ыңғайлы жағдайларды тандайды.

Судың түсі де оның мөлдірлігі сияқты әртүрлі сәулелердің сіңірілуі және шашырауына байланысты болады. Таза су көпшілік жағдайда қысқа толқынды сәулелерді шашыратады және оның спектрлі құрамына сәйкес су көкшіл болып көрінеді. Табиғи судың түсі әртүрлі себептерге байланысты болады. Деседе таза су-түссіз, иіссіз, дәмсіз сұйықтық. Судың қабаты 5 м-ден асканда көгілдір түсті болып келеді. Тұздар мен темір кешендерінің (комплекстерінің), гумин қосылыстарының болуы суға қоңыр түс және жағымсыз дәм береді. Суда гуминді заттардың болуы оның түсін өзгертеді және ол бұлардың концентрациясына байланысты олиготрофты көлдерде көкшіл, гуминді суларда қоңыр болып келеді.

Осылармен қатар судың түсі ондағы қалқыма заттардың болуына да байланысты. Фитопланктонның, ондағы балдырлар түрлерінің басымдылығына қарай жаппай дамуы кезінде судың түсі әртүрлі болып келеді. Мысалы, *Gonyaulax* туысына жататын диатомды балдырлардың құрамында қызыл пигмент болады, осыған орай олардың популяциясының тығыздығы жоғары болғанда судың түсі қызыл болады. Судың түсі оның мөлдірлігіне әсер етеді және көкшіл түстен қоңыр түске өзгергенде мөлдірлігі күрт төмендейді. Судың мөлдірлігін диаметрі 30 см ақ түсті *Секки дискісі* арқылы анықтайды. Судың түсі, оның мөлдірлігі сияқты, әртүрлі сәулелердің сіңірілуі және қалқыған заттардың тұну салдарынан жиналу қарқынына байланысты. Ал су түбінің қасиеті ең алдымен оның

механикалық және гранулометрикалық құрамымен, яғни су түбіндегі тұнбалардан пайда болған түйіршіктің көлемімен сипатталады.

Грунттың физико- химиялық қасиеттері. Су түбі организмдері үшін грунт бөлшектерінің көлемінің, олардың бір біріне жабысу тығыздығының, өзара орналасуы тұрақтылығының, ағыспен шайылу деңгейінің, қалқыған заттардың тұнуы арқылы жиналу жылдамдығының экологиялық маңызы өте зор. Ең алдымен грунттың физикалық қасиеттері түптік тұнбаны түзейтін бөлшектерінің мөлшерімен анықталады. Түйіршіктерінің көлеміне қарай грунт *жұмсақ* және *қатты* деп бөлінеді. Ұсақ түйіршікті грунт жұмсақ деп аталады. Оған саз балшық (пелиттер), тұнба лай (селиттер, алевроиттер) және құм жатады, түйіршіктерінің көлемі сәйкесінше 0,01 мм-ден төмен, 0,1 және 1,0 мм болады. Қатты грунттың түрлері: қиыршық тас (0,1-1см), ұсақ жұмыртас (1-10см), ірі жұмыртас (10-100см) және кесек тас (1м-ден үлкен).

Бөлшектердің құрамына байланысты ұсақ түйіршікті грунттар құмға, лайлы құмға, құмдыққа, лайға және лайлы сазбалшыққа (ұсақ бөлшектер сәйкесінше 5;10;30;50% көп болады) бөлінеді. Егерде грунтта бірнеше әртүрлі көлемдегі бөлшектер кездессе, онда оны *аралас грунт* деп атайды.

Грунтқа қатысты стено- және эвриэдафикалық түрлерді ажыратады (*edophon* – топырақ, грунт). Стеноэдафикалықтарға тек қана бір субстратқа бейімделген, ал эвриэдафикалықтарға әртүрлі грунттарда тіршілік етуге бейімделген түрлер жатады.

Стеноэдафикалық формалардан таста мекендейтін литофилдерді (*lithos-tas*), құмда тіршілік ететін псаммофилдерді (*psamos*-құм), тіршілігі сазбен байланысты аргиллофилдер (*argillos*-саз) және тіршілігі лайлы грунттармен байланысты болатын пеллафилдер (*pelos*-лай) ажыратады.

Өздерінің қажеттіліктеріне қарай гидробионттар грунттарды белсенді түрде таңдайды. Бұл сутүбі омыртқасыздарының планктонды дернәсілдерінің таңдау арқылы су түбіне түсуі. Мысалы, губкалардың маржан полиптерінің дернәсілі планула алғашқыда жүзіп жүреді, содан кейін қатты төсенішке (субстратқа) шөгеді (егер жұмсақ грунтқа түссе, ол өледі). Ересек формалар грунтты қозғалу кезінде таңдайды, ұнамаған жағдайда су қабатына көтеріліп, жаңа орын іздейді.

Көптеген сутүбі жануарлары грунтпен коректенеді, өйткені ыдыраудың әртүрлі сатыларындағы организмдердің қалдықтарының тұнбаға түсуі барысында түзілетін оның құрамындағы органикалық заттар маңызды экологиялық орын алады.

Органикалық заттар ыдыраудың алғашқы сатыларында коректік жағынан ең құнды болып келеді, кейіннен оның құндылығы бірте-бірте

төмендейді. Осыған орай грунттың экологиялық құндылығын білу үшін ондағы органикалық заттардың жалпы санымен қатар, оның құрамын да білу қажет.

Су түбі шөгінділері сумен тығыз қарым-қатынаста болады. Грунттан суға әртүрлі тұздар, газдар, қатты компоненттер үздіксіз түсіп отырады, сонымен бірге ағыс арқылы судың қалың қабатынан су түбі шөгінділеріне әртүрлі минералды және органикалық заттар әкелінеді.

Табиғи судың құрамындағы еріген заттар. Табиғи су сутек пен оттектен тұратын химиялық қосылыс түрінде емес, күрделі дене түрінде болады. Оның құрамына су молекулаларынан басқа алуантүрлі заттар кіреді. Суда тіршілік ететін организмдер үшін барлығының маңызы зор. Олар үшін судың әртүрлі газдармен қанығуының, минералды тұздар иондарының концентрациясының, сутек иондары мен органикалық заттардың, қалқыған заттардың құрамы мен концентрациясының экологиялық маңызы жоғары.

Газдар. Суда болатын жеке газдардың мөлшері олардың табиғатына, атмосферадағы парциалды қысымға және судың өзінің күйіне, температура мен тұздылыққа тәуелді. Нақты жағдайда суда еритін газдың мөлшерін қалыпты деп атайды. Белгілі бір жағдайда суда ери алатын газдың мөлшері де қалыпты деп аталады. Кейде газдың мөлшері абсолютті көрсеткішпен емес (көлемдік және сандық), қалыпты (судың газбен қанығу деңгейі) жағдайын пайызбен көрсетіледі. Су организмдері үшін оттектің, көмір қышқыл газдың, күкіртті сутектің және метанның маңызы өте зор.

Оттек. Судың оттеппен қанығуы негізінен атмосферадан енуі және фотосинтездеуші өсімдіктердің бөліп шығаруы арқасында жүреді. Газдың жетіспеушілігі оның судан атмосфераға шығуы және тотығу процестеріне, соның ішінде тыныс алуға тұтынуы нәтижесінде байқалады. Атмосферада осы газдың қалыпты мөлшерінде (210мл/л) 1 л суда 10,29 мл оттек ериді. Температура мен тұздылық жоғарылағанда оттектің қалыпты мөлшері төмендейді. Суқоймалардың оттектік режимі көптеген факторларға тәуелді. Мысалы, атмосферадан оттектің енуі судың беткі қабатында жүреді және фотосинтез аймағы беткі қабаттарда орналасады. Осыған орай бұл қабаттар төменгі қабаттармен салыстырғанда оттекке жақсы қаныққан. Егерде судың беткі қабаты мен терең бөлігіндегі оттектің мөлшері бір – бірінен ерекшеленсе, онда *оттектік дихотомия* туралы айтуға болады. Бүкіл су массасында оттектің біркелкі таралуын *гомооксигения* деп атайды. Ол бүкіл су массасын қамтитын күшті алмасу кезінде байқалады. Оттектік дихотомия суқоймалардың стагнациясы (тұрып қалу) кезінде пайда болады, бұл кезде су массасының вертикалды айналымы (циркуляциясы) болмайды. Оттекке қатысты организмдер *эвриоксидті* және *стеноксидті* формаларға бөлінеді

(эври- және стеноксобионттар). Олар қарастырылып отырған фактордың кең және тар ауытқу шегінде өмір сүруге қабілетті. Эвриоксидті формалардан аз қылтанды құрттар *Tubifex tubifex*, *Viviparus viviparus* моллюскаларын атауға болады. Бұл организмдер оттегі мүлдем болмаған немесе оның мөлшері өте көп болған жағдайда өмір сүре алады. Стеноксобионттарға *Planaria alpine* кірпікшелі құрты, *Blepharoceridae* қосқанаттылар дернәсілдері және оттектің мөлшері 3-4 мл/л төмен болғанға шыдамайтын басқада организмдер жатады. Егер оттектің жетіспеушілігіне гидробионттардың бейімділігі жеткіліксіз болса, онда олар қырыла бастайды.

Көмірқышқыл газы. CO_2 -ң суда қанығуы су организмдерінің тыныс алуы нәтижесінде, атмосферадан енуі арқылы және әртүрлі қосылыстардан, ең алдымен көмір қышқылы тұздарының бөлінуі нәтижесінде жүреді. Судағы CO_2 концентрациясының төмендеуі негізінен оны фотосинтездеуші организмдердің тұтынуы және көмір қышқылы тұздарының байланысуы арқылы жүзеге асады. CO_2 автотрофтылардың көмірсутектік қоректенуінің көзі болып табылады және гетеротрофтылардың тіршілігінде оның маңызы жоғары. Жоғары концентрацияда CO_2 жануарлар үшін улы болып табылады. Жануарлар үшін CO_2 метаболизмді реттеу және әртүрлі органикалық заттардың синтезі үшін қажет. 0°C температурада CO_2 абсорбциялық коэффициенті 1,713-ке тең. Осыған орай атмосферада газ қалыпты болғанда (0,3 мл/л) және 0°C температурада 1 л суда 0,514 мл CO_2 еруі мүмкін. Температура мен тұздылық артқан кезде суда CO_2 мөлшері төмендейді. CO_2 аздаған молекуласы сумен әрекеттесіп көмірқышқылын түзейді, одан соң ол иондарға ыдырайды:



$\text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$ жүйесінде жеке бөліктердің қатынасы H^+ қатынастарына тәуелді.

HCO_3^- және CO_3^{2-} иондары металл иондарымен әрекеттесіп тұз түзейді. Бұлардың ішінде табиғи суларда магний, әсіресе кальций карбонаттары үлкен маңызға ие. CaCO_3 ерігіштігі төмен болғандықтан Ca^{2+} және CO_3^{2-} иондарының аздаған концентрациясы болса да, бұл тұз тұнбаға түседі. CO_2 концентрациясы жоғары болған жағдайда ол жануарлар үшін аса қауіпті. Ал бұл газдың шамалы концентрациясы жануарлар үшін метаболизмді реттеуде және әртүрлі органикалық заттарды синтездеуде үлкен маңызға ие. Көмірқышқылын бастапқы субстрат ретінде гетеротрофты бактериялар биосинтез процестерінде пайдаланылады.

Күкіртті сутек. Суқоймаларда ол әртүрлі бактериялардың іс әрекеттерінің нәтижесінде тек биогенді жолмен пайда болады. Гидробионттар үшін күкіртті сутек және оттегі арқылы жанама

концентрациясының S^2 -нің S дейін тотығуына төмендеуі нәтижесінде оны пайдалану тікелей зиянды болып келеді. Көптеген гидробионттарды оның ең төменгі концентрациясы да өлімге алып келеді. Өте таза суларда тіршілік ететін *Nereis*, *Phyllodoce* полихеттері, *Daphia longispina* және басқада көптеген организмдер суда оның өте аз концентрациясының болғанына шыдай алмайды. Осы газдың көп мөлшерінің пайда болуы организмдердің жаппай қырылуына алып келеді.

Теңіздерде H_2S гетеротрофты десульфирлеуші бактериялармен сульфатты күкірттің қайта қалпына келуі нәтижесінде пайда болады, олар анаэробты жағдайда тіршілік етіп, метаболиттік тотығу кезінде сутек акцепторлары ретінде сульфаттарды пайдаланады. Десульфирлеуші бактериялардың дамуын оттектің азаюы қамтамасыз етеді, олар сульфаттар мөлшері көп, бірақ судың вертикалды айналымы әлсіз болатын шұңқырларда тіршілік етеді. Тұщы суда десульфирлеуші бактериялар өте аз кездеседі және онда күкіртті сутектің пайда болуы өте сирек байқалады, әдетте ол суқойманың сульфаттармен ластануы қалдық судың құрамымен байланысты болады. Тұщы суқоймаларында күкіртті сутекті шіріту бактериялары бөліп шығарады, өйткені осындай жерлерде ыдырайтын белоктық заттар көп жинақталады. Судың күкіртті сутектен босауы бактериялардың, әсіресе күкіртті бактериялардың, тіршілігінің нәтижесінде әрі абиогенді, әрі биогенді жолмен жүретін тотығу барысында жүзеге асады. Оттек мол болатын судың беткі қабаттарында күкіртті сутектің сульфат пен тиосульфатқа дейін тотығуы абиогенді жолмен, ал оның жоғарғы аймағында S^{2-} ионының 1/3 бөлігіне жуығының тотығуы биологиялық жолмен жүзеге асады, тереңге қарай күкіртті бактериялардың іс-әрекеттері нашарлай бастайды.

Метан көптеген гидробионттар үшін күкіртті сутек сияқты улы болып табылады. Клетчатка және басқада органикалық заттардың микробтар көмегімен ыдырауы кезінде пайда болады. Әдетте оның мөлшері суға су түбі шөгінділерінен бөлінетін барлық газдардың шамамен 30-50%-ын құрайды. Метанның пайда болу жылдамдығы негізінен ыдырайтын субстраттың мөлшері мен температураға тәуелді. Метанды, әсіресе, органикалық заттары көп болатын тоғандар мен көлдердің грунттары бөледі. Суқоймаларда пайда болған метанның біразы атмосфераға түседі, біразын микроэрофилді бактериялар H_2CO_3 -қа дейін тотықтырады. Су қабатындағы метантотықтырғыш бактериялардың мөлшері әдетте 1 мл ондап немесе жүздеп, ал 1г грунтта мыңдап кездеседі. Олар метанды тіпті өте аз концентрацияда (0,05 мкмоль/л) пайдаланып, оның су қабатында жиналуына кедергі келтіреді.

Минералды тұздардың иондары. Судағы барлық минералды иондардың концентрациясы оның тұздылығын білдіреді. Судың тұздылығы 1 кг–да граммен немесе промилмен (‰) анықталады. Минералды иондар биосинтез процесін қамтамасыз ету үшін өсімдіктерге қажет, олар биогендер деген атауға ие. Гидрофиттердің өсуі мен дамуын тежейтін осындай биогендерге азот, фосфор, кремний, темір иондары жатады. Гидробионттар үшін кальций және магний иондарының концентрациясы да маңызды, олардың жалпы мөлшері судың кермектілігін анықтайды. Судың жеткілікті кермектілігі ізбесті қаңқасы бар гидробионттардың (моллюскалар, маржандар) тіршілік етуіне қажетті жағдай болып табылады.

Барлық табиғи сулар тұздылық деңгейіне қарай 1958 жылы қабылданған Венеция жүйесі бойынша: *тұщы* (0,5‰-ге дейін), *олигогалинді* (0,5 – 5‰), *миксогалинді* немесе *тұздылау* (5 – 30‰, оның өзі мезогалинді (5 – 18‰), полигалинді (18 – 30‰) деп бөлінеді), *эугалинді* немесе *теңіз суы* (30 – 40‰), *гипергалинді* немесе *өте тұзды* (40 ‰ астам) деп бөлінеді.

Тұщы суқоймаларға барлық өзендер мен көпшілік көлдер, эугалиндіге – Әлем мұхиты, миксогалинді және гипергалиндіге – кейбір көлдер мен Әлем мұхитының жекеленген аудандары жатады.

Тұздылықтың едәуір ауытқуына төзімді түрлерді *эвригалинді*, ал тұздар концентрациясының ауытқуына төзімсіз түрлерді *стеногалинділер* деп атайды. Нағыз эвригалинді формаларға, мысалы, *Chydovus sphaericus*, *Artemia salina* сияқты шаянтәрізділер және *Macrostoma hystrix* кірпікшелі құрттар жатады. Эвригалинділік кезінде организмдер ішкі орта тонусын тұрақтандыруға (гомойосмостық) немесе оның өзгеруі жағдайында тіршілік етуге (пойкилосмостық) қабілетті болады. Гомойосмостық организмдердің (осмосреттегіштер) ішкі ортасының тонустылығы қоршаған ортамен салыстырғанда жоғары (тұщы сулықтар) немесе төмен (теңіздіктер) болып келеді. Бірінші жағдайда физико–химиялық күштің нәтижесінде организмдердің сулануы, екіншісінде сусыздануы жүреді, себебі олардың тері жамылғысы қандай да бір деңгейде суда өткішгіш болып келеді.

Сутектік иондар және тотығу–тотықсыздану потенциалы. Табиғи суларда сутектік иондардың мөлшері біршама тұрақты, себебі бұл сулар карбонаттардың арқасында күшті буферленген жүйе болып табылады. Көптеген заттар суда еріген кезде иондарға ыдырайды, яғни диссоцияланады. Ерітіндінің қышқылдылығы немесе сілтілігі осы ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясымен анықталады. Ол **pH** арқылы көрсетіледі. Оның көрсеткіші 0-ден 14-ке дейін ауытқып тұрады.

Таза су бейтарап (нейтралды), өйткені диссоциация кезінде H^+ және OH^- иондары бірдей мөлшерде түзіледі. Теңіз суында әдетте pH 8,1-8,4 құрайды.

pH 3,4 - 6,95 дейінгі сулар қышқыл, pH 6,96 - 7,3 бейтарап, pH 7,3 бастап сілтілі деп аталады. Бір суқойманың өзінде тәулік бойында pH екі бірлікке ауытқуы мүмкін, түнде тыныс алу процесінде CO₂ бөлінуі нәтижесінде су қышқылданады, күндіз өсімдіктердің бөлінген CO₂ тұтынуы салдарынан су сілтіленеді.

Көлдер мен батпақтардың грунттыңда pH 7-ге дейін көтерілмейді, ал теңіз тұнбаларында ол 7-ден жоғары. Гидробионттардың арасында осы фактордың кең ауытқуында тіршілік ететін организмдер *эврииондылар*, ал ортаның pH 5 – 6 ауытқуына төзімділерді *стеноиондылар* деп ажыратады. Эврииондылардан - хирономидтердің *Chironomus* дернәсілдерін мысалға алуға болады, олар pH 2-ден pH 10-ға дейін ауытқуына төзімді болып келеді.

Еріген органикалық заттар. Суда еріген органикалық заттардың негізі массасы қиын ыдырайтын гумин қышқылынан тұратын су қарашірігі (гумус) болып табылады. Аз мөлшерде әртүрлі қанттар, амин қышқылдары, дәрумендер және органикалық заттардың басқа да фракциялары кездеседі.

Әлемдік мұхит суларындағы еріген органикалық заттардың жалпы концентрациясы әдетте 0,5-тен 6 мг/л-ға дейін ауытқуып тұруы мүмкін. Теңіз суындағы органикалық заттардың жалпы санының 90-98% еріген заттардың үлесіне тисе, тек 2-10% тірі организмдер мен детрит түрінде (1:5 қатынасындай) кездеседі. Организмдегі органикалық заттармен салыстырғанда олар теңіз суында ондаған немесе жүздеген есе көп ериді. Шамамен осындай жағдай тұщы суларда да байқалады. Суда еріген органикалық заттар мөлшерін оның тотықтырғыштығы анықтайды, ол дегеніміз органикалық заттарды перманганатпен (перманганатты тотықтырғыштық) немесе бихроматпен (бихроматты тотықтырғыштық) тотықтыруға кететін оттектің мөлшері. Суда еріген органикалық заттардың химиялық тұрақтылығы салдарынан оларды көптеген гидробионттар қорек ретінде пайдаланбайды, оларды тек қана бактериялар мен саңырауқұлақтар пайдаланады. Гидробионттарда әртүрлі хеморецепторлардың көмегімен еріген органикалық заттарды табуға қабілеттілік дамыған. Омыртқалы жануарлар хеморецепторларының көмегімен бірнеше сантиметрден бірнеше метрге дейінгі қашықтықтағы қорек пен басқада объектілерді таба алады. Балықтар хеморецепторларын пайдаланып көбейетін жерлеріне баратын жолды табады. Шырма балықтар және басқа да көптеген балықтар хеморецепция арқылы өз дараларын анықтайды және жыртқыштардың «иісін» қабылдап, қорғаныштық үйір түзейді.

Қалқымалы заттар. Олар органикалық заттар, мөлшеріне қарай өте көп лайлы *грунтқа* және органикалық заттары салыстырмалы аз болатын

детритке ажыратылады. Судың қозғалуы кезінде суқоймалар түбінің эрозиясы нәтижесінде, әсіресе өзендерде, бөгендерде, кіші көлдер мен тоғандарда грунт лайланады. Судағы детрит минералды және органикалық бөлшектерден тұрады. Кез-келген минералды бөлшек өзінің беткі қабатына органикалық қабықшаны адсорбциялайды, онда өз кезегінде бактериялар орналасады. Детриттің қалыптасуына минералды қоспалар, өлген организмдер мен олардың бөліктері, сонымен бірге суда еріген органикалық заттар қатысады. Детрит бөлшектері микроорганизмдердің көп шоғырланатын және жоғары белсенділігінің орны болып табылады.

Суда қалқыған заттардың көп мөлшерде болуы фотосинтез жағдайын нашарлатады. Сонымен бірге ол жануарларға қолайсыз әсер етеді, өйткені су түбіне шөккен кезде грунтта тіршілік ететін организмдерді жауып, сүзгіш (фильтрат)- гидробионттардың қоректенуін нашарлатады.

Көптеген суқоймаларында қалқымалы органикалық заттардың ерекше айналымы жүзеге асады, ол су түбінен бетке қарай көпіршіктер ағынымен байланысты көтеріледі. Теңіз суларында ауа көпіршітері адсорбцияланады және органикалық азот пен көміртектің жартысына жуығын көбікпен бірге тасымалдайды.

Суқоймаларындағы физико–химиялық құбылыстар. Гидробионттардың тіршілік етуіне суқоймаларының физико-химиялық құбылыстарының ерекшеліктері үлкен әсер етеді. Суда пайда болатын қысым, гидродинамика, температура мен жарықтың динамикасы, акустикалық эффектiлер, иондаушы радиация деңгейінің ауытқуы, электрлік және магниттік өрістердің өзгергіштігі өте маңызды экологиялық факторларға жатады. Олар гидробионттардың метаболизміне тікелей әсер етеді, өйткені олардың су қабатында бағдарлауына көмектеседі.

Су қысымы. Гидробионттар үшін су қысымының экологиялық маңызы аэробидонттарға қарағанда өте зор. Тереңдеген сайын судың қысымы бірден артады және Әлемдік мұхиттың су түбі қабаттарында 10^8 Н/м²-ден жоғары болуы мүмкін. Қысымның кең диапазонында тіршілік етуге қабілетті гидробионттар *эврибаттар* (bathus- тереңдік), ал осы фактордың көп ауытқуына шыдамайтын организмдерді *стенобаттар* деп атайды. Гидробионттардың құрылым күрделілігі мен олардың қысымының өзгеруіне шыдамдылығының арасында ешқандай корреляция жоқ. Көптеген гидробионттарға қысымның жоғарлауы оң, ал төмендеуі теріс фототаксис тудырады. Қысымның көлемінің өзгеруі жануарларға олардың қандай тереңдікке жүргендігін білдіреді. Бұл үнемі вертикалды миграция жасайтын гидробионттар үшін өте маңызды. Гидростатикалық қысым гидробионттардың таралуына ғана емес, сонымен бірге олардың

метаболизміне және әртүрлі биологиялық құрылымдардың күйіне әсер етеді. Қысымның әсері температура төмендесе күшейеді, ол суы салқын болатын теңіз түбінде ең жоғары болады. Терең суларда тіршілік ететін организмдерде жоғарғы қысымның қолайсыз әсерін бейтараптандыратын әртүрлі биохимиялық бейімдеушіліктер пайда болады. Мысалы, гидробионттарда гидростатикалық қысымды қабылдайтын мүше қызметін әртүрлі газды камералар (балықтарда торсылдақ, қарапайымдылар цитоплазмасындағы газды қосылыстар, кейбір медузалардың табанындағы ауа қуыстары, басаяқты және құрсақаяқты моллюскалардың бақалшағындағы ауа қуыстары) атқарады. Камерадағы газ қысымының өзгеруі организмдер үшін әртүрлі рецепторлармен қабылданатын олардың қандай тереңдікте екендігін білдіретін белгі болып табылады және оны белсенді реттеуге мүмкіндік береді.

Гидродинамика. Оның негізгі элементтеріне су ағысы, толқындану және судың араласуы жатады. Өзендерде ағыс арналардың жоғарыдан төменге ағуымен байланысты, ал теңіздер мен көлдерде басқа себептерден пайда болады. Ал су массасының араласуы тартылыс күштері, жел әсерлері, организмдер және басқа да себептермен жүзеге асады. Суды қозғалысқа келтіретін гравитациялық күштерге тасу (толысу) мен қайтуды кезектесіп жүзеге асыратын Ай мен Күннің тартылысы жатады. Пайда болуы бойынша ағыстар *градиентті – гравитациялық, фрикциионды, тасу және инерциялық* ағыстар деп ажыратылады. Градиентті – гравитациялық ағыстар өз ішінде тығыздық өрісінің қайта таралуы (сулардың жылулық және тұздылық деңгейлері) салдарынан пайда болатын *тығыздықты, атмосфералық қысым өрісінің қайта таралуына негізделген бароградиентті, жағалаулық сулардан, жауын шашынның түсуінен, буланудан және кейбір басқада себептерден пайда болатын ағыстық* болып бөлінеді. Фрикцииондық ағыс судың беткі қабатымен ауа массасының жанасуымен, тасу (толысу) ағысы – Ай және Күн тартылыс күшінің әсерімен анықталады. Инерциондық ағысқа барлық қоздырушы факторлардың әсері тоқтағаннан кейін байқалатын ағыстар жатады. Қозғалу траекториясы бойынша *тік сызықты, қисық сызықты, циклонды және антициклонды* ағыстар ажыратылады. Солтүстік жарты шардағы шеңберлі циклонды ағыс сағат бағытының қозғалысына қарсы бағытталған (оңтүстік жарты шарда - керісінше).

Орналасуы бойынша *беткілік, тереңділік, су түбілік, жағалаулық* және т.б., ал физико – химиялық ерекшеліктерге байланысты – *жылы, суық, тұщы, тұзды, тұрақтылығы бойынша – тұрақты, маусымдық және уақытша* ағыстар деп ажыратылады.

Судың араласуының әртүрлі формаларының арасында желден пайда болатын *турбулентті* немесе *фрикционды*, өте суық және тұзды сулардың тереңге түсуімен байланысты судың *конвективті* алмасуы ажыратылады. Алмасу болмаған жағдайда су қабаты тігінен әркелкі болады. Онда әртүрлі факторлардың әсерінен гидрологиялық ерекшеліктердің қандай да бір формада көрінетін клиналдылық (градиенттілік) пайда болады. Олар: тығыздық (пикноклин), температура (термоклин), оттектің мөлшері (оксиклин) түрінде әсер етеді. Су және ауа массаларының өзара әсері ретінде пайда болатын толқындар жағалау маңында тіршілік ететіндер үшін үлкен маңызға ие. Өйткені тасу грунтты мүжіп, оны тік әрі көлденең бағытта араластырады, бір жерден екінші жерге тасымалдайды. Ал ағыс горизонталды, вертикалды, беттік және тереңдік, циклондық және антициклондық болады.

Гидробионттар үшін су қозғалысының *тура және жанама* маңызы бар. Бірінші жағдайға пелагикалық организмдердің горизонталды бағытта тасымалдануы, олардың вертикалды араласуы және грунттан бентостық организмдердің шайылуы жатады. Гидробионттарға су қозғалысының жанама әсері оттегі мен қоректің тасымалымен, метаболиттердің әкетілуі, температура мен басқа гидрологиялық градиенттердің теңесуімен байланысты.

Гидробионттар судың қозғалысын әртүрлі рецепторлардың көмегімен қабылдайды. Ағыстың жылдамдығы мен бағытын балықтар бүйір сызықтарымен, шаянтәрізділер – антенналарымен, моллюскалар – мантия өсінділеріндегі рецепторларымен сезеді. Көптеген омыртқасыздарда судың тербелісін қабылдайтын виброрецепторлар бар, шаяндарда ол денесінің беткі жағынында тереңірек орналасқан желпуіштәрізді мүшелерімен, жәндіктердің дернәсілдері қылшықтары мен талшықтарының көмегімен судың тербелісін қабылдайды.

Температура. Гидробионттардың географиялық таралуына және аймақтық орналасуына температура экологиялық фактор ретінде әсер етеді. Әртүрлі типтегі және географиялық аймақтағы суқоймаларда жылдың әр мезгілінде температуралық режим әркелкі болады.

Температураның кең диапазонында тіршілік етуге бейімделген түрлер *эвритеримділер* (10-15°C астам), ал тар диапазонға бейімделгендер – *стенотермділер* деп аталады.

Стенотермділер *жылу сүйгіш*, немесе *термофилді* (мысалы, *Thermosbaena mirabilis* шаяны 45—48°C кезінде тіршілік етеді, +30° дейін төмендесе шыдай алмайды) және *салқын сүйгіш*, немесе *криофилділер* (оң температурада кездеспейтін көптеген полярмаңы организмдері) болады.

Әдетте құрлық (континенталды) суқоймаларында тіршілік ететіндерге карағанда теңіз организмдері аздап эвритермді, мұнда температураның ауытқуы күрт өзгереді. Организмдердің эвритермділігі шыдайтын температуралық диапазонмен ғана емес, сондай-ақ қолайлыдан ауытқыған жағдайда олардың тіршілік әрекеттерінің баяулау деңгейіменде анықталады. Жағымсыз температураның әсеріне жиі ұшырайтын көптеген гидробионттарда дененің сұйық компонентінің қатып қалуын алдын алатын бейімдеушіліктер қалыптасады. Олар негізінен сөлдердің қатып қалу нүктесінің төмендеуіне және олардың өте салқындауға қабілетінің жоғарлауына алып келеді. Осындай бейімдеушіліктердің арқасында көптеген литоралды организмдер температураның -10°C дейін төмендеуін көтереді. Мысалы, осындай температураға мидиялар төзеді. *Palingera polaris* моллюскасы мұзға қатып, температура -11°C және оданда төменгіні көтереді, өзін шырышпен қоршап мұз кристалдарының өсуін тежейді. Арктикалық және антрактикалық балықтар, соның ішінде сайка, -2°C температурада белсенді тіршілік етеді. Дененің сұйық компонентінің қатып қалуын арнайы өндірілетін антифриз – гликопротеидті молекулалар болдыртпайды, өйткені олар гидролдер арасындағы сутектік байланыстарға әсер етіп, мұздың құрылымын әлсіретеді, сосын мұз ериді. Балықтар қанындағы антифриз концентрациясы мұз боп қатуға пропорционалды. Кейбір омыртқасыздарда антифриз қызметін глицерин атқарады, ол мұз қату нүктесі мен қатты мұздауды бәсеңдетеді.

Гидробионттардың таралуына температураның әсері даралардың терморезистенттілігімен ғана анықталмайды. Бір жағынан, көп ауытқитын температуралар көбею процесін бұзуы мүмкін, екіншіден – түрдің бәсекеге қабілеттілігіне және сәйкесінше оның таралу ерекшелігіне де кері әсер етеді.

Тыныс алу, өсу және даму процестеріне әсер ететін фактор ретінде температураның экологиялық маңызы өте зор. Температураның қандайда бір шекке дейін көтерілуі барлық процестердің күшеюіне алып келеді. Өзгермелі температура жағдайында гомеостазды қолдап тұру үшін пайдаланылатын биохимиялық жағдайлардың кең жиынтығы басқа бейімделушіліктермен бірлесе отырып гидробионттардың жылы немесе салқын суларда тіршілік етуіне қарамастан, оларға зат алмасуын ұстап тұруға мүмкіндік береді. Жағалау омыртқасыздарының зат алмасуы температураға тәуелді емес, өйткені олар тәулік ішінде біресе салқындап, біресе жылынады.

Температура төмендегенде зат алмасу деңгейі мен өсу жылдамдығы бәсеңдейді. Қыста зат алмасудың бәсеңдеуі қорек аз кезде гидробионттарды ашығудан сақтайды. Температура өзгеруімен байланысты гидробионттардың биохимиялық құрамында метаболизм сипатында да біршама ауытқулар

байқалады. Мысалы, салқын түсуіне байланысты май қышқылдарының арасында моно- және полиқаньқпаған майлардың мөлшері артады, ассимиляция процестерінде белоктың маңызды да артады.

Жарық. Фотосинтездеуші өсімдіктер үшін жарықтың экологиялық маңызы өте үлкен. Оның жеткіліксіздігі салдарынан жарық, мысалы, мұхит суларының көптеген шақырым қабаттарында мүлдем болмайды.

Көптеген жануарларға жарық ортаны тану және қозғалудың бағыты үшін қажет. Жарық факторының бақылауымен зоопланктон мен көптеген балықтардың алыс миграциясы жүреді, тәулігіне миллиардтаған тонна тірі организмдер беткі қабаттан жүздеген метр тереңдікке және керісінше орын ауыстырады.

Brachionus rubens коловаткасы үшін көбею формасының алмасуына жарық факторының әсері байқалған. Сонымен қатар *Sepia officinalis* каракатицаларында да жыныстық жетілу мерзімі мен жұмыртқалау уақыты жарық режимінің алмасуына тәуелді болатыны анықталған.

Гидробионттарға жарықтың күшімен бірге, оның спектрлі құрамы да әсер етеді. Мысалы, *Daphnia pulex* шаяндарын полярланған жарықпен сәулелендіргенде олар қарқынды көбейген, бірақ ұрпақтары аздап кішілеу болған.

Көптеген гидробионттарда фототропизм анық байқалады, деседе планктонды организмдерде ол жиі оң, ал бентостарда – теріс болады. Жарықты сүймейтін бентостық организмдердің дернәсілдері көбінесе жарық сүйгіш болып келеді. Осының арқасында олар су қабатында біраз болып, дернәсілдері су ағысымен үлкен қашықтықтарға таралады.

Гидробионттар жарыққа бағыттталып, кеңістікте өзіне өте ыңғайлы орын табады. Әсіресе теңіздің планктонды организмдері үшін оның маңызы өте зор, олар үнемі тәуліктік миграция жасайды, түнде судың беткі қабатына көтеріледі, ал күндіз 100–200 м тереңдікке түседі. Бентосты организмдердің вертикалды миграциясында да жарықтың рөлі өте зор. Өйткені олар су бетіне таралу әрі көбею үшін көтеріледі

Гидробионттарды әртүрлі фоторецепторлар жақсы дамыған. Көптеген теңіз жануарлары жарқырауға, немесе *биолюминесценцияға* қабілетті. 700 м-ден астам тереңдікте ол көптеген гидробионттарға, қарапайымдылардан бастап балықтарға дейін, тән. Биолюминесценцияның биологиялық маңызы алуантүрлі: басқа жынысты дараны еліктіру (көптеген полихеттер), қорғаныштық (көптеген каратицалардың жарық шымылдығы), қорегін ұстау (кейбір балықтар).

Гидробионттардың жарықты қабылдауы. Су организмдерінде фоторецепция құрлықтағылармен салыстырғанда біраз әлсіз дамыған, бұл

суда жарықтың салыстырмалы тез өшуімен байланысты. Гидробионттар осы себептен алыстан көре алмайтындығымен ерекшеленеді. Жарық тез сіңетін суда алыстан көру құрлықтағы сияқты маңызды емес. Екінші жағынан, алыстан көрмеушілік гидробионттар қоректенетін ұсақ организмдерді тану үшін пайдалы. Аз жарықтану гидробионттардың өте әлсіз жарықтанған заттарды ажырату қабілеттілігіне негізделген. Терең су балықтары, телескопиялық көздері бар, әлсіз жарықтарды сезеді. Ал 6 км –ден астам тереңдікте көретін жануарлар болмауы да мүмкін. Кейбір су жануарлары поляризацияланған жарықты ажыратады және поляризацияның жазықтығына сәйкес өзінің қозғалысын бағыттайды.

Судағы жарық жағдайлары. Судың беткі қабатына түсетін жарық одан аздап шағылып, тереңдікке өтеді, су молекулаларымен, сондай-ақ онда болатын бөлшектермен сіңіріледі және таралады. Егерде судың беткі қабатының тегістігі бұзылса (толқындану), онда түсетін радиацияның шағылысу деңгейі бірден өседі. Тұнықтығы 1–2 м болатын көлдер мен бөгендерде барлық түсетін радиацияның 5—10% энергиясы 1 м тереңдікке өтеді, ал 2 м тереңдікте одан тек қана пайыздың ондаған үлесі ғана қалады. Тұнықтығы 10–20 м болатын таза көлдер мен теңіздерде күн сәулесі тереңге өтеді және әдетте беткі қабаттан 10 м тереңдікте 0,20—0,4 Дж/см² мин, 20 м —0,04—0,08 және 30 м — 0,002—0,004 Дж/см² мин-қа тең болады.

Тереңдікке жылжыған сайын күн сәулесінің біртіндеп өшуіне сәйкес суқоймаларда үш зона (аймақ) ажыратылады. Өсімдіктердің фотосинтезін қамтамасыз етуге қажетті жарық жеткілікті беткі зона *эвфотикалық* деп аталады, ары қарай қараңғы, немесе *дисфотикалық* және оданда тереңірек — *афотикалық* зона (аймақ) орналасқан, мұнда күні жарығы мүлдем өтпейді. Көптеген организмдердің биоллюминесценцияға қабілеттілігі теңіздерде ерекше жарықтану құбылысын тудырады. 30-меридианада зерттелген солтүстік нүктеден 50° с. е. - 20° с.е. дейін жарқырау анық байқалады. Оңтүстікте жарқырау бірден әлсірейді, ал теңіздің экваториалды сулары мүлдем жарқырамайды. Қайтадан жарқырау 8°-н оңтүстікке қарай басталады, бірақ с.е. 20°-на дейін жарқырау әлсіз күйде қалады. Бұл теңіздің жарқырау қарқындылығының экваторға қатысты симметриялылығына байланысты болуынан мүмкін.

Дыбыс, электрлік және магнетизм әсерлері. Жоғарыда қарастырылған факторлардан айырмашылығы дыбыс, электрлік және магнетизм гидробионттардың тіршілігінде негізінен сигналдық қызмет атқарады. Су жануарларында дыбысты қабылдау құрлықтағылармен салыстырғанда жақсы дамыған. Егер жарық суда ауаға қарағанда жылдам өшсе, ал дыбыс, керісінше, суда ұзағырақ тарайды. Кейбір гидробионттар инфрадыбыстың

өзін қабылдауы мүмкін, осының арқасында судың ауамен жанасқанда пайда болған толқынның өзін «ести» алады.

Электр және магнит өрісінің гидробионттар тіршілігінде маңызы өте зор. Жердің геомагнитті өрісінде температура, тұздылық, оттектің мөлшері бойынша гидробионттардың өзінде электр өрісін тудырады. Дөңгелекауыздылар мен балықтарға жүргізілген зерттеулер олардың электрорецепторларының өте сезімталдылыққа ие екендігін көрсетті, олар тіпті 10^{-7} — 10^{-8} В/см дейінгі электр өрісінің кернеуін қабылдайды.

Электрорецепторлардың осындай жоғары сезімталдылығының арқасында көптеген гидробионттар өте көп ақпаратты қабылдауға қабілетті, соның ішінде, өз түріне жататын даралар мен жауларын, ағыстың жылдамдығы мен бағытын, температуралық, тұздық, газдық және басқада градиенттерді, күн сәулесі белсенділігінің, жыл маусымдарының өзгерісін ажыратады, сол сияқты аномалды табиғи құбылыстарды білдіретін сигналдарды қабылдайды. Балықтар (әсіресе жапондық және түркістан жайындары) жер сілкінісінен 6–8, кейде 20–24 сағат бұрын тынымсызданады, қатты жүзіп, кейде судан шоршып шығады. Электрорецепция көптеген омыртқасыздарда, соның ішінде қарапайымдыларда белгілі. Олардың кейбіреулері (*Paramaccium*, *Amoeba*) әлсіз тоқты жібергенде катодқа, басқалары (*Cryptomonas*, *Polytoma*)- анодқа, үшіншілері электр тогының күштік сызығы бағытына перпендикулярлы қозғалады.

Құрттардың, моллюскалардың теріс электротаксисін олардың кемелер мен басқада объектілердің түбіне (табанына) отыруының алдын алу үшін пайдаланады.

Электрорецепторлары бар гидробионттар магниттік өрістерді де бағдарлай алады. Жердің магниттік өрісінің мезгіл-мезгіл өзгеруі (күн мен түн ұзақтығы теңескенде және талтүсте, тәулік бойында еңкею бұрышы өзгергенде) гидробионттар үшін уақыт өлшеуіші болып табылады.

Табиғи сулардың химиялық қасиеттері. Табиғи судың маңызды қасиеттерінің бірі оның басқа заттарды (қатты, сұйық, газтәрізді) ерітуге қабілеті.

Су температурасының жоғарылуы қатты заттардың, ал төмендеуі – газдардың еруін жақсартады. Суда заттардың еруіне әсер ететін басқа фактор - *қысым*. Бұл бірінші кезекте газдарға қатысты, себебі сұйық денеде сығылмайтын заттар қаттыдан сұйық күйге немесе керісінше өткенде, іс жүзінде, әсер етпейді. Газ көлемінің бірдей температурада азаюы қысымға тура пропорционалды. Қысымның жоғарылауы бу немесе газдың сұйық күйге ауысуын және сұйықтықтағы еріген газдың өсуін қамтамасыз етеді, ал

қысымның төмендеуі екі процеске де қарама – қарсы бағытта әсер етеді. Суқоймаларының беткі қабатындағы су үнемі атмосферамен жанасады, азот, оттегі және көмір қышқыл газының араласу орны болып табылады. Атмосфера шекарасында судың атмосфералық ауамен қанығу фазасы жүреді. Бұл процесс температура мен атмосфералық қысымға тәуелді. Температура төмендегенде және қысым жоғарылағанда, егерде атмосфера мен суда олардың пропорционалды қысымы теңдесе, онда суқоймаларның беткі қабаты газдармен толық қанығады,

Бірдей жағдайда суда әртүрлі заттардың ерігіштігі ерекше болады, ол еритін заттың мөлшеріне, температураға және қысымға тәуелді.

Кейбір суқоймаларында балдыр жаппай өскенде оттектің уақытша қанығуы байқалады, егерде еріген газдың мөлшері жоғары болса, онда ол сол температура мен қысымға сәйкес келеді. Дегенмен зоопланктонның тыныс алуы және өлім-жітімге ұшыраған планктонның тотығуына оттектің шығындалуы газдың судағы мөлшерін азайтып, оның шамадан тыс артып кетуінің алдын алады. Судың ортаңғы және терең қабаттары беткі қатардағы диффузды немесе конвекционды ағыстармен, сонымен бірге терең сулы өсімдіктердің фотосинтезі арқасында оттегімен байытылады. Көктем және күзде судың толық циркуляциясы терең қабаттарды оттегімен байытуға әсер етеді. Байытылған оттегі гидробионттардың тыныс алуына, детрит пен өлім-жітімге ұшыраған организмдердің ыдырауы кезінде тотығу процесіне жұмсалады.

Олиготрофты суқоймалардың терең аймақтарында күз бен көктемде жүретін температуралық ауытқу қабатында оттегі концентрациясының бірден азайып кетуі байқалмайды. Ал термоклинді су қабатының төменгі жағдайында оттектің мөлшері 70% қанығудан кем болмайды.

Қалыпты аймақтардың жазықтығындағы көлдер мен бөгендерде жазда термоклин қабатының үстінде орналасқан қабаттарда оттектің мөлшері шамадан тыс болады.

Фитопланктонның жаппай дамуы арқасында зоопланктонның дамуына қолайлы жағдай туындайды. Өлген планктон қауымдастықтары су түбіне түседі және ыдырайды. Дегенмен, термоклин зонасында олардың шөгуі су тығыздығының артуымен баяулайды және олардың ыдырау процесіне оттектің көп мөлшері шығындалады. Термоклин қабатының үстіндегі планктонның тығыз қабаты балдырлардың дамуын тежеп, су тұнықтығын төмендетеді және олар O_2 жетіспеушілігін толықтыруы да мүмкін. Оттектің біраз бөлігі планктонның тыныс алуына жұмсалады. Кейде термоклин қабатында оттектің мөлшері азаяды немесе мүлдем жоқ болып кетеді.

Көмір қышқыл газының вертикалды таралуы O_2 -мен тығыз байланысты. Фотосинтез процесінде көмір қышқыл газының концентрациясы азаяды, тыныс алғанда, өлім-жітімге ұшыраған организмдердің ыдырау процесінде және химиялық реакциялар кезінде керісінше артады.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Судың физико-химиялық қасиеттерінің гидробионттардың тіршілігіне тигізетін әсерлерін түсіндіріңіз

2. Грунттың физико-химиялық қасиеттерінің гидробионттардың тіршілігіне тигізетін әсерлерін түсіндіріңіз

3. Табиғи судың құрамындағы еріген заттардың гидробионттардың тіршілігінде алатын орнын түсіндіріңіз

4. Суқоймаларындағы физико-химиялық құбылыстардың гидробионттардың тіршілігінде алатын орнын түсіндіріңіз

5. Табиғи сулардың химиялық қасиеттерінің гидробионттардың тіршілігіне тигізетін әсерлерін түсіндіріңіз

2-тарау. Суқоймалары және оларды мекендеушілер

2.1. Әлемдік мұхит және оны мекендеушілер

Жердің су қабатын Әлемдік мұхит, континенталды суқоймалары және жерасты суқоймалары құрайды. Әлемдік мұхит жер бетінің 70%-ға жуығын алып жатыр. Күн сәулесі энергиясының әсерінен үздіксіз су айналымы жүреді. Әлемдік мұхиттың бетінен су буланады және атмосферада қозғалады, жерге түрлі жауын-шашын түрінде түседі.

Гидросфераны мекендеушілер түрлік саны бойынша құрлық жануарларынан біршама аз болады, өйткені құрлықта насекомдар фаунасы өте көп. Тек гидросферада тақталылар (*Placozoa*), ішекқуыстылар (*Coelenterata*), ескектілер (*Ctenophora*), тікентерілілер (*Echinoderma*), қылтанжақтылар (*Chaetognata*), погонофоралар (*Pogonophora*) типтерінің өкілдері мекендейді. Кейбір типтердің тек сулы ортада ғана мекендейтін класс өкілдері де бар. Мысалы, буынаяқтылар типіне (*Arthropoda*) жататын семсерқұйрықтылар (*Xiphosura*) класының өкілдері, моллюскалар типінің бақалшықтылар типтармағына (*Conchifera*) жататын моноплакофоралар (*Monoplacophora*), тақта желбезектілер (*Lamellibranchia*), күрекаяқтылар (*Scaphopoda*) және басаяқтылар (*Cephalopoda*) класының өкілдерін жатқызуға болады.

Су мекендеушілерінің өздеріне тән ерекшеліктері-зоомассаның фитомассадан біршама басым болуы, ал құрлықта бұған қарама-қарсы. Суда өсімдіктерден балдырлар көп болады, осыған орай құрлық макрофиттеріне қарағанда олар біршама өнімдірек.

Әлемдік мұхит және оны мекендеушілер. Әлемдік мұхит құрлықтар арқылы Тынық, Үнді, Атлант және Солтүстік мұзды мұхитқа бөлінеді. Әлемдік мұхиттың ауданы 361,26 млн.км², көлемі 1,34 млрд.км³, орташа тереңдігі 3711м, ең терең жері 11022м (Мариан шұңғымасы). *Теңіздер* – құрлыққа қатысты орналасуына қарай *ішкі* (құрлық іші не материктік, мысалы, Қара, Қызыл, Каспий, Арал) және *шеткі* (мұхитпен байланысқан, мысалы, Баренц, Карск және т.т.) деп бөлінеді. Ішкі теңіздердің мұхиттармен байланыстары (тар бұғаздар болуы себепті) өте нашар. Сондықтан да олардың гидрологиялық режимі мұхиттың іргелес аудандарының гидрологиялық режимінен біршама ерекшеленеді. Ішкі теңіздер материктік теңіздер мен материктер арасында (мысалы, Жерорта теңізі), ал құрлықішілік теңіздер – бір құрлықтың ішінде орналасады (мысалы, Ақ теңіз). Шеткі теңіздер мұхиттардан аралдар арқылы бөлінеді немесе құрлыққа сұғына кіріп орналасады және мұхитпен еркін байланыста болады, гидрологиялық режимі

мұхиттың іргелес аудандарының гидрологиялық режимдеріне көп ұқсастығы бар (мысалы, Баренц теңізі).

Әлемдік мұхиттың вертикалды және горизонталды экологиялық аймақшалары теңіз түбі-бенталдың күрделі табиғи құрылысымен және пелагиалдың гидро-физикалық ерекшеліктерімен сипатталады. Әлемдік мұхиттың шеткі бөлімі-*континенталды шельф*- құрлық 200 м тереңдікке бірте-бірте төмендейді. Шельф түбінен ары қарай сутүбі 3000 м-ге дейін күрт төмендеп *континенталды беткейді* түзейді, ол *материктік етекпен* аяқталады. Ары қарай 6000м-ге тереңдеп *мұхит түбіне* айналады. Мұхит түбі түрлі мұхиттық жоталармен, түптік биіктермен және тау тізбектерімен жекелеген қазаншұңқырларға бөлінеді. Мұхиттің ең терең бөлімдерін өте терең шұңғымалар алып жатады. Бірыңғай тау жүйесін ортаңғы мұхит жоталары құрайды, олардың орташа биіктігі шамамен 1500 м-дей болады.

Әрбір мұхитта мердиандық бағытта орналасқан суасты тау жоталары кездеседі. Бұл тау жоталарының оңтүстік ұштары Антарктида мен Оңтүстік Америка, Африка, Аустралия материктерінің арасында ендік бағытта орналасқан суасты тау жоталарымен жалғасады, сондықтан оны мұхит ортасы *тау жоталарының жүйесі* деп атайды. Әлемдік мұхиттың түбінде ең айқын көрініске ие тау жотасы – орталық Атлант жотасы, ол бұл мұхитты теңдей батыс және шығыс бөлімдеріне бөледі.

Мұхиттың шельф үстінде жатқан аймағы барлық акваторияның шамамен 7,6%, континенттік беткейі – 15,3% және табаны – 77,1% бөліктерін құрайды. Шельф аймағында бенталь 3 аймаққа бөлінеді. Су көтерілу деңгейінен жоғары орналасқан бөлім-*супралитораль* (*supra* – жоғары, *litus* – жаға) - жайылатын және шашырайтын сумен дымқылданатын аймақ. Супралиторалдан төмен *литораль* (су көтерілу аймағы) жатады (1 -сурет).

Бұл жағалау суының көтерілуі нәтижесінде оқтын-оқтын судың астында қалады, ал судың төмендеуінен судан босатылады. Одан төмен *сублиитораль* жатады – бұл аймақ бентоста фотосинтездейтін өсімдіктердің таралуының төменгі шекарасына дейін созылады.

Материктік беткейді *батиаль* (*bathus-терең*), мұхит табанын *абиссаль*- (*abyssos-түңсіз*), бұдан 6-7км тереңдікте *ультраабиссаль* орналасады, бұл аймақты *неретикалық аймақ* деп атайды.

Теңіздің су қабатын вертикаль және горизонталь бойынша жеке аймақтарға бөлу қабылданған. Мұхиттың жоғарғы су қабатының 200м (сублииторалдың төменгі шекарасы) тереңдікке дейінгі қабатын *эпипелагиаль*, одан терең жатқан (батиальдың төменгі шекарасына дейін) қабатын *батипелагиаль* деп атайды. одан әрі 6-7км-ге дейін *абиссопелагиаль* және одан төмен *ультраабиссопелагиаль* деп аталады.

Әлемдік мұхит көлденең бағытта материктік қайраанның үстінде жататын жағалық не неретикалық (neretis – жағалау) және батияль мен абиссаль зоналардың үстінде жатқан мұхиттық деп бөлінеді.



1-сурет. Әлемдік мұхиттың бенталы мен пелигиалының экологиялық зоналары (А.С.Константиновтан (1986) алынған).

Мекендеушілердің тіршілік жағдайлары. Әлемдік мұхитты мекендеушілерге әсер етуші көп абиотикалық факторлардың ішінде *грунттың* және су массасының ерекшеліктері – *гидродинамика* (су қозғалысы), *температура*, *жарық*, *тұздылық*, *газ режимі* өте маңызды болады.

Грунттар. Мұхит түбінің бедері күрделі, ол құрлыққа қарағанда өте анық байқалады. Мұхиттағы грунттар *терригенді* және *пелагиалды* болып бөлінеді. Біріншісі құрлықтан жауын-шашынмен, өзендер ағызып әкелген материалдардың ыдырауынан пайда болған. Суда өмір сүретін планктон организмдерінің өлген қалдықтарынан (қанқалары, бақалшақтары) пелагиалды шөгінділері пайда болады. Мұхиттарға жетісімен терригенді тасындылар су ағысының әсерімен ірілігіне қарай тұнады. Жағалауға жақын ең ірі фракциялар (күм, тозан) және саз балшық (пелит) ағыстардың ықпалымен тереңдіктерге жеткізілуі мүмкін. Терригенді шөгінділер су түбінің барлық бетінің $\frac{1}{4}$ бөлігіне жуығын құрайды. Мұхит түбінің қалған

бөлігін пелагиалды шөгінділер түзейді. Олардың арасында кең тарағаны *глобигеринді* лай, бұл лай негізінен қарапайымдылардан, фораминофералардың (*Globigerina*) бақалшықтарынан түзіледі. Мұхит грунттарын түзуге диатомды балдырлар (поляр және қоңыржай ендіктерге тән) және экваторлық ендікке тән радиоляриялар (қарапайымдылар) маңызды рөл атқарады. Тереңсу грунттары органикалық заттарға кедей болады, ал біршама терең емес теңіздердегі шөгінділерде ол бай болып келеді. Пелагикалық грунттардан известняк, бор, жасыл құмдауыт және кейбір басқа да шөгінді жыныстар қалыптасады.

Су массасы және гидродинамика. Мұхит сулары вертикаль бойынша температурасы, тұздылығы және басқа сипаттамаларына қарай *үстіңгі, аралық, тереңдік* және *сутүбі маңы* деп бөлінеді. Бұл қабаттардың тереңдігі су айналымының ерекшелігіне тәуелді болады. *Үстіңгі су қабаты* судың өте жоғары араласуына байланысты біркелкі болады, маусымдық және географиялық ауданның ендігіне қарай бұл қабаттың қалыңдығы жыл бойы өзгеріп отырады. Әдетте судың үстіңгі қабатының төменгі шекарасындағы тереңдікте температураның жылдық өзгеруі байқалмайды. Бұл орташа есеппен 200-300 м тереңдікте орналасады және су массасының айналу аймағында 150-200 м-ге көтеріледі, не 300-400 м-ге дейін түседі. *Үстіңгі су экваторлық, тропикалық, субполярлық және полярлық* деп бөлінеді. *Экваторлық үстіңгі су* жоғары температурасымен, тұздылығы және тығыздығының төмендігімен, сол сияқты күрделі су айналымымен ерекшелінеді. *Тропикалық суларда* судың тұздылығы мен тығыздығы жоғары болады. Антициклондық айналымдардың орталық облыстарында бұл су экваторлық және субполярлық суларға қарай қозғалады. *Субполярлық суларда* бұл көрсеткіштер өте құбылмалы. *Полярлық үстіңгі судың* басқаларынан айырмашылығы температура нөлден төмен ($-1,2-1,5^{\circ}\text{C}$) болады, тұздылығы төмен ($32,5-34,6\text{‰}$) және арктикалық және антарктикалық зоналардан жоғары жерлерде қалыптасады.

Аралық сулар беткі қабаттың астында 1000-1200 м тереңдікке дейін жетеді. Бұл қабаттың максималды қалыңдығы полярлық аймақтарда және антициклондардың шыр айналу орталық аймақтарында болады. Ол жерлерде судың төмен түсуі жиі кездеседі. Экваторлық зонада циклондық шыр айналу ортасында су көтеріледі, аралық қабатының қалыңдығы 600-900 м-ге кемиді.

Тереңдік сулар негізінен ендіктерде қалыптасады. Үстіңгі және аралық қабаттарының араласу нәтижесінде, олар біркелкі болып 3-4 мың м-ге дейін созылады.

Сутүбі сулары аралықтық тереңдіктегі сулар сияқты жоғары ендіктерде үстіңгі қабаттардың төмен түсуіне байланысты. Әлемдік мұхитта ең көп таралған сутүбі сулары 20-40° солтүстік ендікке дейін кездеседі.

Мұхиттың су қабаты үздіксіз қозғалыста болады, су массасының жылжу процесі түрлі күштердің (гравитациялық, су мен ауаның үйкелісі, судың көтерілуі және қайтуы) әсерлерінен жүзеге асады. Судың қозғалысы ағыс, толқын, турбулентті араласу түрінде болады. Үдемелі қозғалыс *циклондық және антициклондық құйындар, ылдилық, градиентті және желдік* ағыс формаларында жүзеге асады.

Циклондар атмосфералық қысым төмен болатын облыстарда және солтүстік жарты шарда ортасында су айналымы минимум болуымен жүреді. Сонымен қатар, Солтүстік жарты шарда желдің сағат тіліне қарсы, ал Оңтүстік жарты шарда сағат тілі бағытымен соғуыда су айналымына әсерін тигізеді.

Антициклондар қысымы жоғары болатын облыстарда қалыптасады және қарсы айналымды тудырады. Циклонды құйындардың ортасында терең суқабаты жоғары көтерілсе, антициклонды жерлерде үстіңгі суқабаты төменге түседі.

Жел немесе дрейф ағыстары судың жоғарғы қабатында қозғалыс тудырып, *градиенттік* ағыстың дамуына жол ашады. Теңіз ағысының бағытына Жердің айналу күші де (*градиенттік күш*) үлкен әсер етеді. Градиенттік күштің әсерінен Солтүстік жарты шарда ағыс оңға, ал Оңтүстік жарты шарда солға қарай қозғалады.

Теңіз ағыстарын шығу тегіне қарай *теңіз бетіне желдің үйкелісінен пайда болатын* (желдік ағыс) және *су температура мен тұздылығының бірдей орналаспауынан* туындайтын (тығыздық ағыс) деп бөледі.

Жылы және суық теңіз ағыстары су температурасымен анықталады, яғни қоршаған су температурасынан не төмен не жоғары болуымен сипатталады. Жылы ағыстар төменгі ендіктен жоғарғы ендікке қарай бағыттала (Гольфстрим ағысы), ал суық ағыстар керісінше жоғарғы ендіктен төменгі ендікке қарай бағытталады (Лабрадор). Температурасы қоршаған су температурасымен бірдей болатын ағысты *бейтеран (нейтралды)* ағыс деп атайды.

Көтерілу күшінің әсері су тасу және қайту ағысын тудырады. Су деңгейінің ең көтерілуі Жер, Ай және Күн бір түзудің бойына келгенде, яғни ай туғанда және толғанда жүзеге асса, ең төмен болуы Күн, Жер және Ай бір-біріне 90° бұрыш жасап орналасқан кезде болады.

Әлемдік Мұхитта терең ағыстар жүйесі де болады. Әлемдік мұхиттың тереңін толтыратын түпмаңы суы, негізінен Антарктиданың шельфінде

түзіледі. Бұл жерде мұздың пайда болуынан судың тұздылығы көтеріледі және ол терең батып солтүстікке қарай жылжиды. Жақсы желдетілген арктикалық сулар Атлант, Тынық, Үнді мұхиттардың терең қабатын оттектен жабдықтайды және бұл жерлерде тіршіліктің дамуын қамтамасыз етеді.

Вертикаль бағытта судың орын алмасуы циклондардың және антициклондардың жүрінің әсерінен үстіңгі қабаттардағы судың тығыздығының өзгеруі нәтижесінде жүзеге асуы мүмкін. Әр су массасының төмендеуіне басқа жердегі судың тереңнен көтерілуіне сәйкес келеді. Судың беткі қабатының төмен түсу жерінде *конвергенция* ауданы, ал судың терең қабаттан жоғары көтерілген жерлерінде – *дивергенция* ауданы қалыптасады. *Конвергенция* антициклондық айналымдардың орталық бөлімдеріндегі сутүбі рельефінің биік жерлерінде, желдің әсерінен су деңгейінің көтерілетін және судың төмен түсетін аймақтарына – *даунвеллингке* - сай келетін дрейфтік ағыстар аймақтарында орналасса, ал *дивергенция* циклондық айналымдардың орталық бөлімдеріндегі сутүбі рельефінің сайлы жерлерінде, желдің әсерінен су деңгейінің көтерілетін аймақтарына – *апвеллингке* - сай келетін ағыстар аймақтарында орналасады.

Бұл жерлерде жағалау маңының жылыған беттік су қабатын пассат ашық мұхитқа қарай ығыстырады. Жағалаудағы су деңгейі төмендейді, сондықтан да тереңдігі су қабаты жоғары көтеріледі. Тереңнен көтерілген су, әрине жоғары қабатқа қарағанда салқынырақ болады. Нәтижесінде тұрақты жел тұрып тұратын жағалауларға орналасқан ендіктерде сулар салыстырмалы түрде салқын болып келеді.

Мұхиттың гидродинамикасында негізінде желмен және судың көтерілуі күштерінің әрекетімен пайда болатын толқындардың маңызы зор болады және осыған орай су деңгейінің көтерілуін *жарты тәуліктік, тәуліктік* және *аралас* деп ажыратады.

Бірінші жағдай Күн, Жер, Айдың орналасу бұрышы 90°С болғанда мұхит айдынында жарты тәуліктік судың көтерілуі байқалады. Екінші жағдайда толқын екпінімен су алға (толық су) және артқа (кіші су) қарай шегінеді, әрбір 24 сағат 50 минутта қайтадан қайталаанады. Жер, Ай, Күн бір түзудің бойында орналасқанда судың жоғары көтерілуі байқалады. Олардың мөлшері жағалаудың түріне байланысты бірнеше сантиметрден 18,5м-ге дейін жетеді.

Гидробионттардың түрлік алуандылығына, таралуына және сандық өсуіне Әлемдік мұхиттың беттік суының *температурасының* алатын орны өте зор және ол суқоймаларының орналасуының географиялық жағдайына, жыл маусымына, су ағысының сипатына және басқа да факторларға тәуелді.

Әлемдік мұхиттың беттік суының әртүрлі жылынуына байланысты 400-500 м тереңдікке дейін 5 температуралық белдеуді (зонаны) ажыратады: *тропикалық*, одан солтүстікке қарай орналасқан *бореалдық*, оңтүстікке қарай *ноталдық* және екі полярмаңы – *арктикалық* және *антарктикалық*.

Тропикалық аймақ 40° солтүстік және 40° оңтүстік ендікте орналасқан. Бұл зонада температура 26-27⁰С–қа көтеріліп, 13-14⁰С–қа төмендейді. Температураның маусымдық өзгерісі 3-4⁰С-н аспайды. *Бореалды зонаның* солтүстік шекарасы 60° солтүстік ендікте жатады, ол жазда судың беткі қабатында мұздардың болуымен анықталады. Температуралық ауытқу 8-12⁰С. *Нотальдық зонаның* оңтүстік шекарасы 50-60° оңтүстік ендікте өтеді. Орташа температура бұл жерде 7-8⁰С. *Арктикалық, антарктикалық* аймақтарда судың температурасы жыл бойы 0⁰С жақын, маусымдық өзгеріс 2-3⁰аспайды.

Бұл тербелістер судың беткі қабатынан төмендеген сайын бірте-бірте азая береді және 300-400 м тереңдікте мүлдем жойылады. Тереңде теңіз суының температурасы жыл бойы тұрақты және -1,7⁰-тан -2⁰С-қа дейін ауытқиды.

Жарық. Мұхиттық судың жарықтылығы өте тез азаяды. Жоғарғы қабаттан 100-200м тереңдікке төмендегенде жарық өсімдіктердің өмір сүруіне жеткілікті болмайды. Географиялық орналасуынан, жылдың маусымынан, күн жарығының суға өтуі судың мөлдірлігіне байланысты. Ол судағы қалқыма организмдер мен олардың өлі қалдықтарының санымен анықталады. Сол себепті мұхит суларының мөлдірлігі планктон аз дамыған жерлерде ең жоғары болады. Мысалы, Саргасс теңізіндегі судың мөлдірлігі 66,5м, Жерорта теңізінде – 60, Баренц теңізінде – 45, Солтүстік теңізінде – 23, Азов теңізінде – 2,75м-ге жетеді. Ал жазда балдырлар көптеп даму кезінде жарық тек 10см-ге қана жетеді. Эфотикалық зонаның шекарасы бірнеше ондаған метр тереңдікте орналасады. Мұхиттың ашық аймақтарында жағалаумаңымен салыстырғанда мөлдірлілік жоғары. Ашық мұхитта жарық 1-1,6 мың метр тереңдікте күн жарығы көрінбейді..

Тұздылық. Мұхит суындағы еріген тұздардың мөлшері өте тұрақты және 34-35‰ шегінде ауытқып тұрады. Тек беттік қабатта бұл көрсеткіш 2-3‰ – ге ауытқиды. Бұл тұщы судың кірісі (өзен ағыны, жауын-шашын, мұздың еруі) мен шығысының (булану, мұз қалыптасу) арасындағы айырмашылыққа байланысты. Ішкі теңіздерде тұздылық мөлшері мұхит суының тұздылығы мөлшерінен өте күшті ерекшелінеді. Мұхит суындағы тұздардың құрамы тұрақты болады. Теңіз суының тұздық құрамы әртүрлі иондардың шоғырлануын көрсетеді, теңіз суында ең көп болатын хлоридтер (88,8%), сульфаттар (10,8%) және карбонаттар (0,4%).

Оттек. Мұхиттың беткі қабатының сулары атмосферамен түйісуіне және өсімдіктердің фотосинтездік қызметі нәтижесінде қарқынды түрде аэрацияланады. Кейде ішкі теңіздердің түпкі қабатында оттектің аздылығы байқалады не мүлдем болмайды. Өйткені судың вертикаль бағытта араласуы төмен болып бүкіл су қабатын қамтымайды (мысалы, Қара теңіз). Әлемдік мұхиттың поляр зоналарындағы жақсы аэрацияланған сулардың сутүбіне түсуіне қарай тереңдегі қабаттарда оттектің мөлшері әдетте жоғары болады (50-60% және жоғары). 200-1000м тереңдікте оттектің мөлшері, әсіресе тропикалық зонада, аздау болады. Бұл тереңдікте оттектің аздығы судың тоқырауымен (судың тереңдік ағыстарының басылуымен және термоклиннің болуымен) және организмдердің санының артуымен анықталады.

Әлемдік мұхит мекендеушілеріне жалпы сипаттама. Әлемдік мұхитта ерте замандағы флора мен фауна мекендейді, олардың саны 25 мың түрден асады. Теңіз флорасының негізгі өкілдеріне бірклеткалық балдырлар (диатомды, перидинді, кокколитофоридалар), жағалаумаңында тіршілік ететін аздаған көпклеткалы балдырлар (жасыл, қоңыр, қызыл) және саңырауқұлақтар жатады. Судың барлық қабатында, судың түбіндегі шөгінділерде өте көп бактериялар, актиномицеттер кездеседі.

Әлемдік мұхитта омыртқасыз жануарлардан нағыз теңіз мекендеушілеріне ішекқуыстылардан- *Hydrozoa* класс өкілдерін (4000-дей түр) атауға болады, бұлардың 20 түрі тұщысуларда ғана тіршілік етеді, ал теңіздерде тұщысу гидраларының бірнеше түрі және тұщысулық медуза-*Craspedacusta* кездеспейді.

Әлемдік мұхитта мекендеушілердің ареалдары кең немесе тар, жалпылама не үзілмелі болуы мүмкін. Барлық мұхиттардың батиалдары мен абиссалдарында омыртқасыз жануарлардан ескектілер *Beroa*, басаяқты моллюскалар, жүзбеканатты сегізаяқтар (*Cirrata*) тараған. Тікентерілілер теңіздер мен мұхиттарда су тасу және қайту аймақтарында, түптік шұңғымаларда (10000 м тереңдікте) мекендейді. Көптеген гидробионттардың ареалдары тар болады. Бірқатар гидробионттарға *биполярлық таралу* тән, олар екі қоңыржай зоналарда кездеседі, ал тропикада кездеспейді (шаянтәрізділер *Balanus balanus*, кальмар-оммострефидалар (*Ommatrephidae*), олар Әлемдік мұхиттың қоңыржай (салқын) және жылы суларында шамамен солтүстік ендіктің 60° және оңтүстік ендіктің 60° аралығында тараған. Гидробионттардың таралуындағы тағы бір ерекшелік олардың Атлант және Тынық мұхиттардың солтүстік аудандарында кездесуі, ал осы екі мұхиттың арасында жатқан Солтүстік Мұзды мұхитта болмауы. Мұндай амфибореалды таралуы, мысалы, теңіз кірпісіне - *Echinarachinus parma* және теңіз жұлдызына - *Salaster endeca* тән.

Гидробионттардың ареалдарының мөлшері әдеттегідей популяциялық санымен байланысты болады: пелагобионттар бентонттармен салыстырғанда саны көп және кең таралады. Зообентостардың арасында үлкен таралу аймағы саны өте көп пелагикалық дернәсілдерге тән болады.

Пелагиалды мекендеушілер. Теңіз пелагиалында бактериялар, және балдырлар басымырақ болады.

Бактериялар жоғары қабаттан су түбіне дейін кездеседі, бірақ негізгі массасы эвфотикалық қабатта шоғырланады, ол жерде барлық планктон биомассасының 90%-н құрайды, тереңге қарай бактериялардың саны 2-5 есеге дейін азаяды.

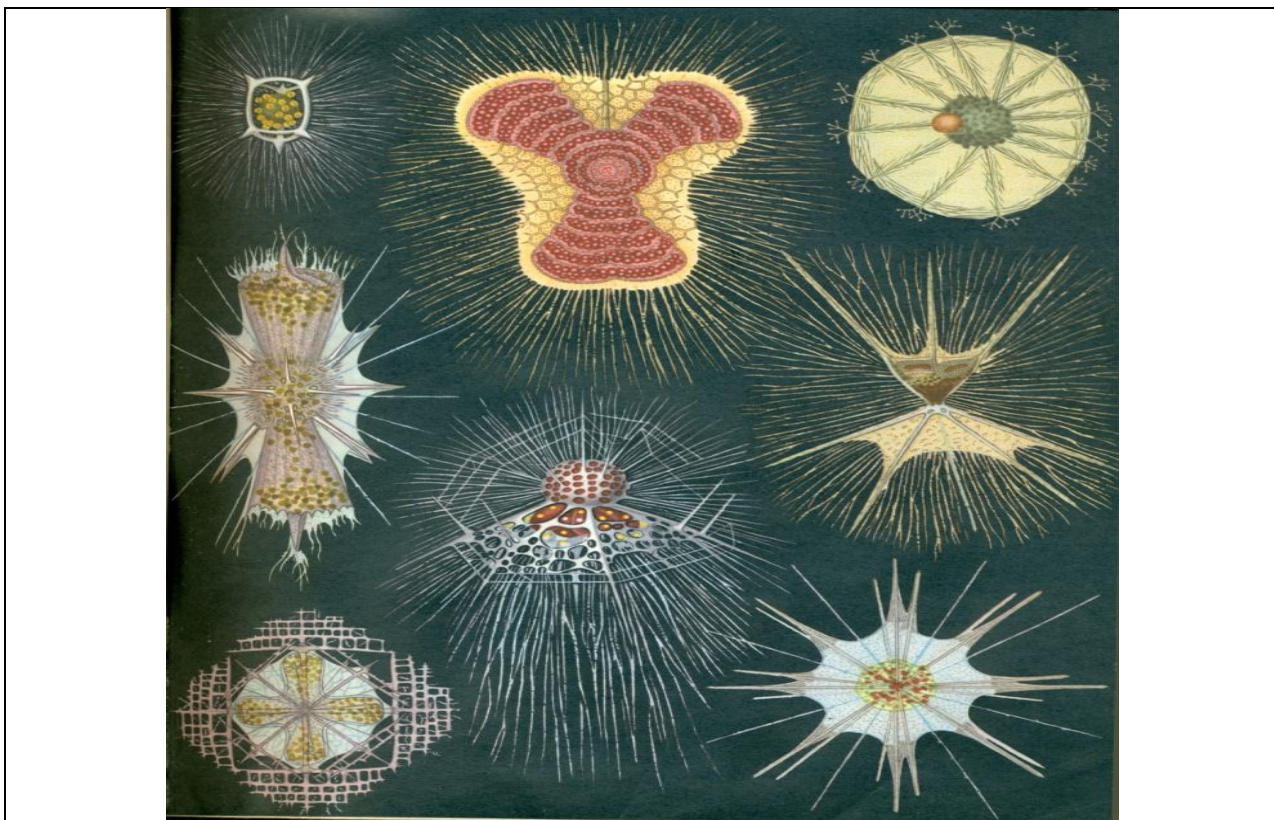
Балдырлардың арасында диатомды (3 мыңға жуық түр), перидиниялар (15,5 мың түр), жасыл, көк-жасыл (200-дей түр) балдырлар басым болып келеді. Диатомдылардың 300-дей түрі Арктика, Антарктида суларында, төменгі ендіктерде және тропиканың эвтрофты аудандарында көптеп кездеседі. Төменгі ендіктердің олиготрофты аудандарында суды қызыл түске бояйтын перидиниялды балдырлар өте көп өседі. Осы аудандарда көк-жасыл балдырлар да көптеп кездеседі. Кейбір аудандарда биогендердің концентрациясына тәуелді балдырлардың саны өте күшті ауытқиды.

Теңіздердің фитопланктонының негізгі массасы 100-150м тереңдікте эвфотикалық қабатта шоғырланады. Олардың басым бөлігі негізгі пикноклинен жоғары орналасады. Бұл жерде жыл бойы тығыздық ауытқу қабаты байқалады. Әртүрлі аудандарда балдырлардың орташа саны 1 литрде 10^2 - 10^5 клетка болады, ал биомасса 0,5 мг/л-ден 1 г/л-ге дейін болады.

Қоңыржай және жоғары ендіктерде балдырлардың шоғырлануы ең жоғарғы қабатында, ал тропикалық зоналарда күн радиациясы жоғарырақ болғандықтан 10-15м тереңдікте байқалады.

Зоопланктон. Әлемдік мұхиттың зоопланктонында қарапайым радиоляриялар (7-8 мың түр), фораминифоралар (1000-дай түр) басым болып келеді (2-сурет). Пелагиалда аздаған санды талшықтылар-коноцтар, кейбір инфузориялар тіршілік етеді. Қарапайымдылардан кейін түрлік саны жағынан көбі ішекқуыстылар. Ішекқуыстылардың медузоидты ұрпағы гидростооның 4000-ге жуық түрі белгілі болса, сцифоидтардың 200-дей түрі кездеседі. Төменгі көпклеткалылардың арасынан ескектілерді (120 түр) атауға болады. Теңіз зоопланктонында көпсанды шаянтәрізділер ескекаяқтылар, эвфаузидалар, бақалшақтылар және мұртаяқтылардың дернәсілдері бар. Теңіздік планктонды шаянтәрізділердің 1200 түрінен ескекаяқтыларға 800-ден астам, амфиподаларға 300-ден аса, эвфаузидиялардың 80-н артық түрі жатады. Сандық қатынасы жағынан шаянтәрізділердің арасында ескекаяқтылар маңызды, бұлардың үлесіне

барлық зоопланктон биомассасының 70-90%-ы тиесілі. Олардың арасында, әсіресе *Calanus* туысының өкілдері көп. Әлемдік мұхиттың әртүрлі аудандарында зоопланктонның орташа биомассасы өте кең көлемде ауытқиды. Судың жоғарғы 100м қабатында апвелингтарда $500\text{г}/\text{м}^3$ жетеді.



2- сурет. Әртүрлі радиалыриялар (Жизнь животных. Т. 1.-М., 1987)

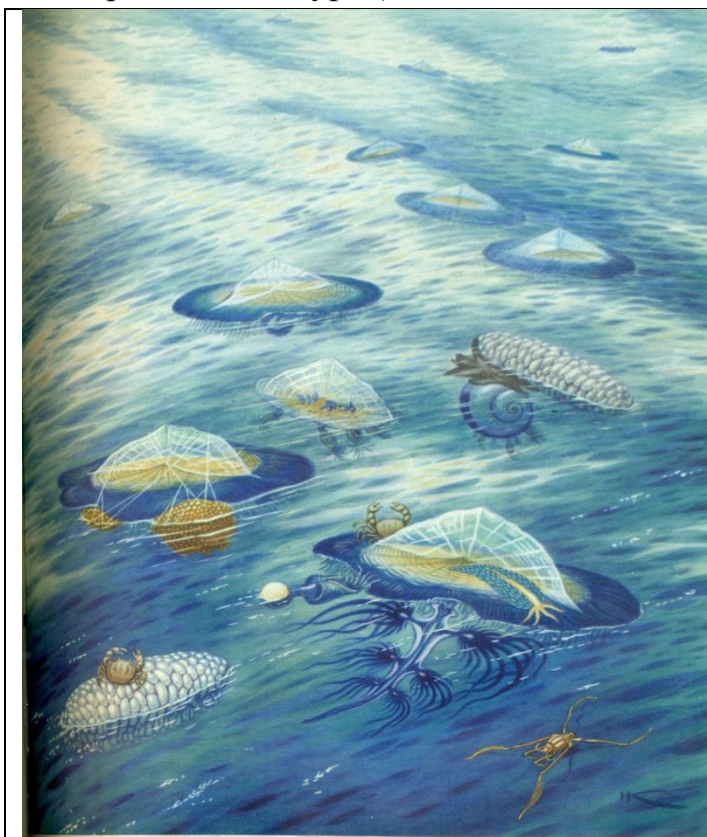
Экваторда судың қарқынды араласатын жерлерінде зоопланктонның биомассасы салыстырмалы түрде жоғары ($100\text{-}200\text{ мг}/\text{м}^3$). Орталық және оңтүстік аудандарда ($25\text{мг}/\text{м}^3$ -ден аз) және солтүстік субтропикалық айналымдары бар суларда ($25\text{-}50\text{ мг}/\text{м}^3$) зоопланктон біршама кедей.

Нектон. Негізінен басаяқты моллюскалар, жоғары сатыдағы шаянтәрізділер (*Malacostraca*), балықтар мен сүтқоректілер жатады. Нектонды моллюскалардан 180-ге жуық түр, негізінен қанатаяқтылардың өкілдері, кездеседі. Басаяқты моллюскалардан нектонда ашық теңіз айдындарында мекендейтін нағыз кальмарлар (*Oegopsida*) мекендейді. Ең кең тарағандары оммастефидтер (*Ommasteridae*) тұқымдасына жататын кальмарлар. Бұл кальмарлар мұхит пелагиалының беттік горизонттарын мекендейді. Олар Әлемдік мұхиттың қоңыржай (салқын) және жылы сулардың шамамен солтүстік ендіктің 60^0 және оңтүстік ендіктің 60^0 аралығындағы суларды кездеседі. Нектонды шаянтәрізділердің арасында біршама маңызға креветкалар ие.

Нектонды теңіз балықтарының арасынан кәсіптік жолмен ауланатын анчоустар, майшабақтар, трескалар, сардиналар, камбалатәрізділер (камбалалар, пальтустар), албырттар және тунецтер жатады. Нектонда сүтқоректілердің арасында маңызы зор – киттер. Бореальды және нотальды зоналарда мұртты киттер кездеседі, ал дельфиндер мен косаткалар біршама төменгі ендіктерде тараған.

Теңіздерде, олардың ішінде Тынық мұхитта, құлақты тюлендер өте көп, ал солтүстік және оңтүстік жарты шарлардың арктикалық суларында нағыз теңіз тюлендері мекендейді.

Нейстон салыстырмалы түрде аз, олар судың үстіңгі қабатында (эпинейстон) мекендейді және осы қабаттың үстіңгі бетінде (гипнейстон) біршама көп. Эпинейстонға ұшу қабілеттілігі толықтай жойылған жартылай қаттықанаттылардың *Halobatea*, *Hermatobates* және *Halobeia* туыстарының өкілдері тән. Бұлар судың үстіңгі қабатының бетімен жылдам қозғалады, тек жағалаумаңында ғана емес ашық айдындарда да үлкен тобыр құрады. Гипонейстонға шоғыр құрып тіршілік ететін біршама радиоляриялар, ескекаяқты шаяндар жатады. Судың үстіңгі қабатының маңында көпқылтанды құрттардың жұмыртқалары, әртүрлі ескекаяқтылардың науплиялары мен копеподиттері, балықтардың уылдырықтары, шабақтары шоғырланады (3-сурет).

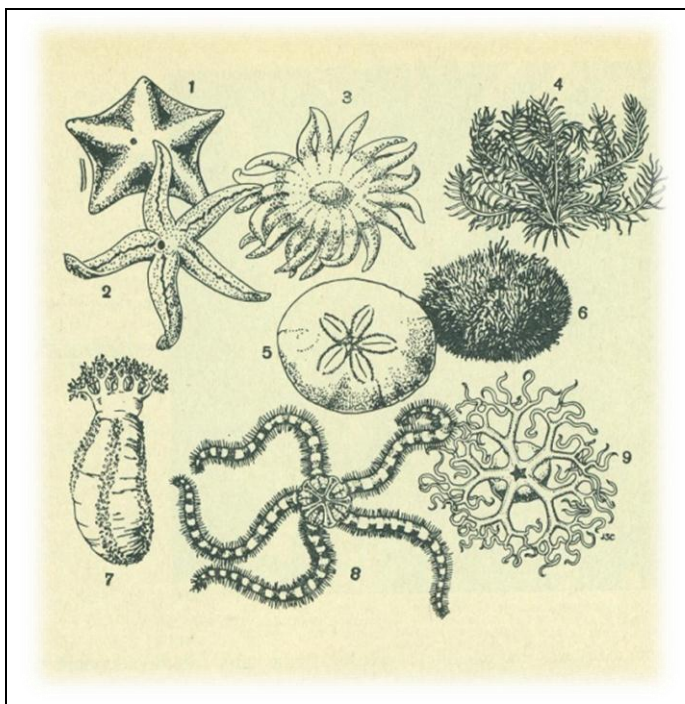


3 - сурет. Теңіз плейстон биоценозы

Желкеншілер-*Vellela* туысы
Hydrozoa: 1–желкеншінің үстінде отырған краб-планес *Planes* (желкеншінің жұмсақ ұлпаларын жеп отырған); 2–желкеншінің төменгі жағында отырған моллюска янтина (*Janthina*); 3–желкенші ұшарбалықтың уылдырықтарымен; 4 – желкеншінің қаңқасында отырған теңіз үйрекшесі (мұртаяқты шаянәрізділер) жас дарактарымен; 5 – өзінің қалтқысына бекініп жүзіп жүретін янтина; 6 –янтина қалдырған қалтқының үстіндегі краб планес; 7 – қандала-суаршын (*Halobates*). (Жизнь животных. Т.1.-М.,1987)

Плейстон негізінде ішекқуыстылар-сифонофоралар (*Physalia*) және хордрофоралардан (*Veleva*), бұларды желкеншілер деп те атауға болады-құралады. Судың үстіңгі қабатының бетінде мекендейтін физалияларда ауа көпіршігі көтеріліп тұрады. Шоғырдың қалған басқа особьтары пневматофораның астыңғы жағында орналасады және суға батып тұрады. Ашық мұхитта тіршілік ететін велелалардың дискісінің жоғарғы жағында ішіне ауасы бар өсінді-желкені болады. Физалия мен велелла судың бетімен ауа көпіршігіне және ауа дискісіне жел тигенде қозғалады. Физалиялар мен велеллалар су бетінде өте үлкен үйірлі топ құрайды.

Бенталды мекендеушілер. Сутүбі флорасы негізінен бактериялардан, саңырауқұлақтардан, балдырлардан және бірнеше гүлді өсімдіктерден тұрады. Жануарлардан қарапайымдылар, құрттар, жоғары сатыдағы шаянтәрізділер, құрсақаяқты және қосжақтаулы моллюскалар, тікентерілер басым болады (4-сурет).



4 - сурет. Тікентерілілердің алуантүрлілігі:

1. Asteroidea класы - (теңіз жұлдыздары) Asterina;
2. Кәдімгі теңіз жұлдызы;
3. Crinoidea класы – Solaster;
4. Теңіз лилиясы;
5. Echinoidea класы - теңіз кірпілері Echinarachnius;
6. Strongilocentrotus;
7. Класс Holothuroidea - теңіз қияры;
8. Класс Ophiuroidea - Офиура Ophipholis;
9. Бұтақты офиура.

Бактериобентос барлық тереңдікте кездеседі. Түптік шөгінділердің беткі қабатында бактериялардың саны шельфтегі 1 мл дымқыл грунтта 1-9 млрд-қа жетеді, бірақ түптік шөгінділердің астына қарай олардың саны күрт азаяды.

Саңырауқұлақтардан көбінесе фикомицеттер болады. Олардың саны 1г грунтта бірнеше оншақты мыңға жетеді.

Фитобентос негізінен қоңыр, қызыл, жасыл балдырлардан және біршама гүлді өсімдіктерден тұрады. Қоңыр балдырлар жағалаумаңында өседі, олар арнайы тамыртәрізді өсінділермен теңіз түбіне, мысалы, ламинария (*Laminaria*), бекініп тұрады. Бұлардың 900-дей түрі бар. Қызыл балдырлардың 2500-ден артық түрі анықталған. Жасыл балдырлардың түрлік алуандылығы төмен, ал гүлді өсімдіктер *зостера*, *теңіз зығыры* және басқаларынан тұрады.

Сандық мөлшері жағынан фитобентоста қоңыр балдырлар (*Fucus*, *Ascophyllum*, *Laminaria* және басқалары) басым, содан соң қызыл балдырлар (*Phyllophora*, *Polysiphonia* және басқалары), ал үшінші орынды жасыл балдырлар (*Ulva*, *Cladophora*) алады.

Зообентос. Жануарлардың алуантүрлілігі және сандық көрсеткіштері біршама абиотикалық факторларға- Әлемдік мұхиттың гидродинамикасына, жарыққа, тереңдікке және сутүбі грунттының типіне тәуелді. Әлемдік мұхиттың жағалаумаңы –судың тасу және қайту зонасында тіршілік ететін организмдердің су деңгейінің және температураның тәуліктік өзгеруіне тұра алатын бейімдеушіліктері пайда болған. Олар- белгілі бір уақытта қозғалуы, тақта желбезекті моллюскалардың бақалшықтарының ашылып-жабылуы, грунтқа көмілу. Тақта желбезекті моллюскалар - *Mytilus edulis* су қайту кезінде қақпақтарын мықтап жауып, мантия қуысында қалған суды қанағат етеді. Егер қажет болған жағдайда тіршілік қабілетін жоғалтпай құрлықта бір айға дейін шыдайды. Онаяқты шаянтәрізділер арасында су қайту кезінде сумен бірге қайтатын, ал су көтерілгенде қайта келетін түрлері де (кейбір крабтар) кездеседі. *Еліктіргіш краб* су деңгейі көтерілген кезде грунтқа көміледі, ал су қайтқанда белсенділігі артып қорегін іздеуге шығады.

Кейбір мұртаяқты шаянтәрізділер теңіз жаңғақтары - *Balanus* және теңіз үйрекшелері – *Lepas*, жартастарда өмір сүруге және су тасу-қайту зоналарында тіршілік етуге өте жақсы бейімделген. Олар тек су көтерілген кезде ғана белсенді, ал су қайтқан кезде үйшіктерінің қақпақтарын тығыз жауып анабиозға ұқсас күйге түседі. Әлемдік мұхиттың тасты грунттарының зообентосы негізінен губкалардан, маржан полиптерінен тұрады. Сол сияқты қатты субстраттарда кейбір шаянтәрізділер мен тақта желбезекті моллюскалар да мекендейді. *Губкалар* жағалаумаңы зонадан мұхиттың ең терең жерлеріне дейін мекендейді. Бұлар тропикалық және субтропикалық зоналардың шельфтерінде алуантүрлі және көп санды. *Маржан полиптерінің* (*Anthozoa*) арасында ең көп кездесетін топ мадрепоралар (*Madreporia*). Олардың 2100-дей түрі бар. Барлығы дерлік теңіз жануарлары және бекініп тіршілік етеді. Атлант, Үнді және Тынық мұхиттардың тропикалық бөлімдерінде рифтүзуші маржандар тараған. Олардың вертикаль бағытта

таралуы шектелген, 50 м тереңдікке дейін түсе алады. Маржан рифтері көптеген теңіз организмдерінің мекендейтін әрі дамитын орны болып табылады. Бұл жерлерде балдырлар, моллюскалар, құрттар, шаянтәрізділер, тікентерілілер көптеп кездеседі. Маржан рифтерінің шіліктерінде көптеген маржан балықтары мекендейді. Қосжақтаулы моллюскалардан кейбір мидиялардың өкілдері кездеседі, олар жартастарға бекініп тіршілік етеді.

Әлемдік мұхиттың *құмды-лайлы және лайлы грунттарында* алуантүрлі жануарлар – көпқылтанды құрттар шаянтәрізділер, моллюскалар, тікентерілілер және басаяқты моллюскалар кездеседі. Грунттың қабатында мекендейтін түптік жануарлар - интерстициалдылар негізінен көпқылтанды құрттардың *Nereidae* тұқымдасының өкілдерінен тұрады. Интерстициалдар – грунттың қабатында мекендеушілер, жерқазғыш интрабионттар, бұлар гидравликалық жолмен, мысалы, құмдауықтың (пескожил) денесінің ішкі сұйықтығы өз еркінше дененің алдыңғы бөлімінен артқы жағына қарай және керісінше қозғалу арқылы грунтқа көміле алады.

Эпибионттар - сутүбі қабатының үстінде мекендеушілер, бұлардың басқаларынан ерекшелігі жоғарғы таксондарға (тип, класс) жататын жануарлар көптеп кездеседі. Олардың арасында көпқылтанды құрттар, шаянтәрізділер, моллюскалар, тікентерілілер және басқалары көптеп кездеседі. Аз қозғалатын, сутүбінде жорғалап тіршілік ететін крабтар, омарлар, лангустар, сегізаяқтар, теңіз жұлдызшалары да баршылық.

Әлемдік мұхиттың *нектобентосының* құрамында мизидалар, креветкалар, кейбір балықтар кіреді. Басаяқты моллюскалар сутүбіне жақын жүреді, шамалы қауіп төнсе сутүбіне түседі.

Әртүрлі ендіктердің мекендеушілері. Гидробионттардың ендік бойынша зоналық таралуы судың жоғарғы қабатында және континенталды шельфте айтарлықтай болады. Бұған негізінен температураның меридиандық бағытта өзгеру заңдылығының, сол сияқты әртүрлі ендіктердегі судың айналуының ерекшелігі себепші болады.

Организмдердің түрлік алуандылығы және сандық дамуына байланысты *поляр, қоңыржай және тропикалық* зоналарды ажыратады.

Полярмаңы зоналарда фитопланктон кедей, олардың вегетациялық кезеңі өте қысқа, кейде бір жылда бірнеше аптаға созылады, өнімділігі үлкен емес, соған байланысты гетеротрофтылардың да саны аз болады. Судың жақсы араласуы *қоңыржай зоналарда* терең қабаттағы биогенді заттардың жоғары қарай көтерілуіне себепші болады, осыған орай бұл жерлер фитопланктонның ең көп болуымен ерекшеленеді. Тропикалық сулардың аймақтарында су аса көп араласпайды, сондықтан биогендер аз, фитопланктонның биомассасы қоңыржай ендіктерге қарағанда өте төмен

болады. Фитопланктонның санының төмендеуі бұл жерлерде өмір сүретін жануарлардың саны мен биомассасының азаюына алып келеді.

Мекендеушілердің сандық көрсеткіштері азайғанымен оған қарсы түрлік байлығы қоңыржайдан төменгі ендіктерге қарай арта түседі. Тропикалық суларда фауна мен флораның көп болуы ең алдымен температура режиміне байланысты. Жылысулылық және температураның тұрақтылығының жоғары болуы түр түзілу процестеріне қолайлы болады. Қолайлы температура жағдайынан басқа тропикалық зонада фауна мен флораның бай болуына су акваториясының үлкендігі және жағалаумаңы бойының біршама көп болуы да себепші. Бұл өз кезегінде алуантүрлі биотоптардың пайда болуын қамтамасыз етеді, ал бұл түрлік алуандылықтың көп болуына ықпал етеді.

Жоғарғы ендіктерден төменгі ендіктерге қарай жылжығанда жалпы заңдылыққа сәйкес зообентостың түрлік құрамы артады. Бұл эпифауна үшін заңды құбылыс, ал инфауна үшін қолданылмайды, өйткені температура ауытқуының өзгеруі грунт қабатында оның үстіне қарағанда аз байқалады.

Экваторға қарай қозғалғанда балдырлардың кейбір топтарының сандық қатынасы заңды түрде өзгереді. Төменгі ендіктерде диатомды балдырлардың саны азаяды, ал перидиниялардың саны артады. Барлық ендіктерге тән түптік балдырлардың 3 типінен салыстырмалы суық суларда қоңыр балдырлар басым (40-43%), ал жасыл балдырлар аз (12-13%) болады. Жылы суларда қоңыр балдырлар аз (18%), ал жасыл балдырлар көптеу (24%). Қызыл балдырлардың үлесі суық және жылы суларда шамалы ғана ауытқиды (46-55%). Ламинариялар және фукус балдырлары тек салқын (қоңыржай) және суық суларда кездесе, ал Саргастар тұқымдасына жататын балдырлар керісінше тек жылы суларда ғана кездеседі.

Омыртқасыздардан тек тропикаларда 20°C төмен температурада өмір сүре алмайтын күреқаяқты моллюскалар *Scaphopoda* және маржан полиптері мекендейді. Осы аймақтарда планктонды тамыраяқтылар, сифонофоралар, *Geryonidae* және басқа медузалар, планктонды *Alcyonidae* көпқылтандылар, планктонды құрсақаяқты моллюскалар, антинидалар (*Janthina*), сальпалар мен сагитталар тіршілік етеді. Тропикаға мангрлы тоғайлар да тән болады.

Бергман заңы бойынша гидробионттардың мөлшері жоғары ендіктерден төменгі ендіктерге қарай майдаланады. Мысалы, *Nassa clousa* моллюскаларының (*Gastropoda*) дене мөлшері Балтық теңізі мен Солтүстік теңізді байланыстыратын Скачеррак бұғазында 12,7мм-ге жетеді, ал Исландияның жағасында – 19 мм болады. *Anonux* шаяндарының дене мөлшері Англия мен Шпицберген жағалауларында сәйкесінше 18 және 50 мм

болса, Норвегия суларында 12-16 мм, ал Греландияға жақынырақ суларда 25-30 мм-ге жетеді.

Әдетте жоғары ендіктерге жақындаған сайын жануарлардың семізділігі артады. Биологиялық көзқарас бойынша тіршілігінде маусымдық өзгерістер болмайтын тропикалық организмдерге май жинау жоғары ендіктегі формалар сияқты бейімделушілік емес. Жоғары ендіктегі жануарлардың қоректенуі көп уақытқа дейін болмауы мүмкін, сондықтан қорланатын қоректік заттардың қажеттілігі жоғары болады.

Төменгі ендіктерге жылжыған сайын жыртқыштарға байланысты биотикалық қатынастардың салыстырмалы маңызы артады, осыған орай гидробионттардың қосымша “қарулануы” (тікенектері және басқа қорғаныш құрылымдары дамиды) күшейеді, улы түрлердің саны өседі. Мысалы, Тынық мұхиттың Калифорния аймағындағы жағалауында, губкалардың литоралдық түрлерінің балықтарға деген уыттылығы 20%-ында болады, ал Мексиканың оңтүстік шекарасында 75%-дейін өседі. Ендіктерден экваторға жылжыған сайын бентостағы жануарлардың пелагиалды дернәсілдері бар түрлерінің арасында ұзақ жасайтындардың үлесі артады. Бірте-бірте ұзақ өмір сүретін өсімдікқоректі балықтардың саны көбейеді. Төменгі ендіктерде негізінен даму циклы қысқа және өсімталдылығы жоғары жануарлар басым болады, өйткені биотикалық қатынастар күрделене түседі.

Әртүрлі тереңдікті мекендеушілер. Гидробионттардың тіршілік жағдайы су түбіне қарай өзгереді. Жарық өте мол болатын үстіңгі қабатта *фитопланктон* аз болуы мүмкін, бірақ 5-10м тереңдікте оның саны максимумге жетеді. Фитопланктон негізгі пикноклининнің төменгі шекарасына дейін (80 м-ге дейін) кездеседі. Оның астында жоғары қабаттарға қарағанда балдырлардың саны 50-100 рет төмен болады.

Сутүбіне қарай *мезозоопланктон* және *макрозоопланктонның* алуантүрлілігінің өзгеру сипаты да әртүрлі болады. Мезопланктон тереңдікке қарай бір қалыпты азайып отырады, ал макрозоопланктон судың жоғарғы бетіне жақын қабатында әдетте өте аз болады, 500-100 м тереңдікте ең көп, одан ары оның саны ақырындап кемиді.

Тереңдікке байланысты *нектонның* алуантүрлілігі және саны төмендейді, жекеленген балықтар кейде 7-8 км тереңдікте де кездеседі. Олардың арасында *алғашқы реттік* және *екінші реттік* тереңдікте мекендеуге бейімделгендер бар. *Алғашқы реттік* тереңдікте мекендеушілерге отрядтарының, туыстарының барлық түрлері әртүрлі тереңдіктерде тіршілік ететін және географиялық таралуы өте кең болатын балықтар (қармақшылар, жарқырауық анчоустар, дәуауыздар және басқалары) жатады. *Екінші реттік* тереңдіктерде мекендеушілер ірі

таксондар түзбейді және ареалдары аса кең болмайды. Бұларға көбінесе кейбір алабұғатәрізділер жатады.

Фитобентос және зообентос құрамы да тереңдікке қарай өзгеріп отырады. *Супралиторалда* фитобентос аз дамиды, негізінен маусымдық формалардан (майда балдырлар және қыналар) тұрады. *Жоғары литоралда* фитобентос арасында сусыздануға ұзақ уақыт шыдайтын (порифелалар) түрлер басым болады. *Орта литоралда* фитопланктонның биомассасы артады. *Литоралдың төменгі жағында* фитобентостың дамуы ең жоғары болады, бұл жерлерде ламинариялар басым.

Сублиторалдың жоғарғы қабатында балдырлар өте көп, әсіресе жасыл және қоңыр балдырлар, болады. Төменірек қызыл балдырлар басым, олардың қызыл пигменттері күн жарығын пайдалануын жоғалтады. Сублиторалдың төменгі шекарасы тропикалық зоналарда 150 м, қоңыржай салқын суларда 50-80 м, ал полярға жақын аймақтарда 20-40 м болады.

Батиалда еркін тіршілік ететін теңіздік көпклеткалы омыртқасыздардың 40-тан аса кластарының өкілдерінен абиссалда 36 түрі мекендейді, 6-7 км тереңдікте-32, 10 км тереңдікте тек 8 кластарының өкілдері (кораллдар, көпқылтандылар, теңаяқты шаяндар және амфиподалар, құрсақаяқты моллюскалар және т.б.) кездеседі. Зоопланктонның алуантүрлілігі 3-4 км-ден бастап кедейленеді, жыртқыштар толығымен жойылады. Тереңдікке жылжыған сайын әртүрлі доминантты формалардың су қабаттарына ауысып отыруы байқалады, бұл бір түрлердің екінші түрлерге деген бәсекелестігін жоюға байланысты.

Фаунаның алуантүрлілігінің және санының жоғарғы қабатынан төмен қарай азаюының *негізгі себебі* - трофикалық жағдайларының нашарлауымен байланысты. Тереңдегі жануарлардың негізгі қорек көзі жоғары қабаттан түсетін дайын органикалық заттар - өлген организмдер, олардың қалдықтары- болады. Тәулік сайын жоғарғы қабаттағы мекендеушілер 300-400 м түседі, сонан кейін олар төмендеп келесі тереңдіктегі жануарларға қорек болады. Судың қабатында “*қорек сатысы*” пайда болады, судың жоғарғы қабатында түзілген органикалық заттар ең терең жерге дейін түседі.

Қорек ресурстары жеткіліксіздіктен тереңдіктегі жануарлардың энергияны үнемдеуге бір қатар бейімделуі болады. Бұл *біріншіден* бейтарапты (нейтральды) жүзгіштік (бұнда энергия гравитацияны жеңуге жұмсалмайды), сүйек қаңқасының шеміршекпен алмасуы, тері қабатының асты борпылдақ мезенхимамен толуы, ұлпалары мол суланады, белоктың мөлшері 2-4 есе төмендейді, майдың қорлануы пайда болады. Энергияны үнемдеудің *екінші түрі* – қозғалғыштықтың кемуі. Жыртқыштар жемтігін

іздеп және қуып жүрмейді, тек аңдып отырады, соған байланысты олардың жемтігін тасадан бас салатын мінез-құлқы дамыған.

Тереңдікке түскен сайын майда формалар ірілерге жиі ауысып отырады. Мысалы, 1 және 3, сол сияқты 7 км тереңдікте мекендейтін *Amblyops magna* мизидиялардың дене мөлшері сәйкесінше 18, 30 және 40 см болады. Осыған ұқсас жағдай креветкалардың, эвфаузидаларында арасында да байқалады. Деседе тереңдіктегі мекендеушілерде майда жануарлар да басым болады және олар тіршілік процестерінің төменгі қарқындылығымен сипатталады.

Ең аса тереңдіктерде судың карбонаттармен қанығуына байланысты организмдердің қаңқалары нашар дамиды не болмайды.

Фораминифоралардың бақалшағы органикалық заттан қалыптасады, губкалардың қаңқасы кремнеземнен пайда болады. Жануарлардың қараңғыда мекендеуіне байланысты көру мүшелері жойылады, бірақ сезім рецепторларының дамуы күшейеді. Тереңдікте мекендейтін жануарлардың түсі әдетте кара-қоңыр, мүлдем түссіз болады, еш уақытта шұбар, жолақ не басқа түрлі түстер болмайды.

Тереңдіктегі мекендеушілердің тіршілік жағдайында қоректік нысандар шектелген, бірақ температура мен күн сәулесінің әсері қолайлы болады. Температураның тұрақтылығы жануарларға ерекше гомойотермиялықты не жалған гомойотермиялықты қамтамасыз етеді. Жарықтың жоқтылығы қосымша қоздырғыштардың және рецепторлардың болуынан реттеуші механизмдермен реттеледі.

Тұщыланған теңіздердің мекендеушілері. Көптеген шеткі және ішкі теңіздердің тұздылығы төмен болады, соған байланысты олар мекендеушілердің алуантүрлілігімен ерекшеленеді. Тұзды сулардың мекендеушілерінің арасында теңіздің эвригалинді және тұщысулық түрлері болады. Судың тұздылығы-теңіздік және тұщысулық формаларға өте қиындық туғызады және ол тұздылық 7-5%₀-ге дейін төмендегенде жақсы байқалады. Теңіздік формалар аса тұщыланған тұщы суларда мекендеуге шыдамайды.

Тұщы суларға өткенде тіршілік жағдайларының нашарлауына байланысты гидробионттардың өсімталдылығы төмендейді. Мысалы, *Palaemon varians* креветкасы Неапаль аймағындағы тұщы суларда мекендесе 20-25, ал теңізде (Франция жағалауларында) мекендесе 100-450 жұмыртқа салады.

2.2.Континенталды суқоймалары және оларды мекендеушілер

Континенттік суқоймалары табиғи және жасанды болуы мүмкін. Табиғи суқоймалар - көлдер, өзендер, батпақтар, ал екіншілеріне-жасанды

суқоймалар – бөгендер мен тоғандар жатады. Континеттік суқоймалары *тұщы сулы* (тұздылығы 0,5‰) сирек - *ащылау сулы* (тұздылығы 0,5-30‰) және *тұзды* (ащы) көлдер - (тұздылығы 40‰) болып бөлінеді. Тұщысуларда өсімдіктерден көк-жасыл, диатомды және жасыл балдырлар, сол сияқты макрофиттер өседі. Жануарлардың 63-65 кластарынан континеттік суқоймаларда 19-21 кластарының өкілдері кездеседі. Олар: қарапайымдылар, коловраткалар, азқылтанды буылтық құрттар, бұтақмұртты, онаяқты және ескекаяқты шаянтәрізділер, құрсаықты және тақтажелбезекті моллюскалар, насекомдардың дернәсілдері және балықтар.

Көлдер. Көл деп жер бетіндегі суға толған теңізбен тікелей байланысы жоқ, су алмасуы нашар болатын қазаншұңқырлар мен ойыстарды айтады. Бұл анықтамаға сүйенсек, Каспий, Арал теңіздерін де көлдер қатарына жатқызуға болады. Көлдердің пайда болуы шұңқырға келіп құйылған судың мөлшері (сіңуі және булану) көп болған жағдайда жүзеге асады. Шығу тегіне қарай көлдер *мұздық, тектоникалық, реликті, карстылық* немесе *ойылған* көлдер деп бөлінеді. *Мұздық көлдер* мұздықтардың эрозиялық әсерінен, әсіресе плейстоцен кезінде пайда болған. Мұздықтардың еруі кезінде көп мөлшерде тау жыныстары (саз, балшық, малта тас, құм) тасымалданған және морена түрінде шөгінділер қалып отырған. *Тектоникалық көлдер* (Байкал, Телец көлдері және басқалары) жер қабатының жылжуы және ойылуы немесе жер қыртысының опырынды ойыстарында зілзала және басқа да тектоникалық құрылыстар кезінде пайда болады. Әдетте, бұл көлдер терең, созылыңқы және ауданы үлкен болып келеді, мысалы, мұндай көлдер Солтүстік Даувага суалабында, Еділ – Онега су айрығында кездеседі. *Реликті көлдерге* –қалдық көлдер (мысалы, Каспий мен Азов көлдері кезінде болған Сармат көлінің қалдығы, кейіннен олар Қара теңізден құрлықтың көтерілуіне байланысты бөлінген), ал карстық көлдер тау жыныстарының, әсіресе известняқтың, еруінен пайда болады. Бұл көлдердің қазаншұңқыры әдетте аса үлкен болмайды, кейде терең болады. Теңіз жағалауларында көлсияқты суқоймалары *лагундар* мен *лимандар* болады. Алғашқысы теңізден бөлінген шығанақтар, екіншілері теңізден жайылған судың құмды мүйіспен бөгелуі нәтижесінде пайда болатын көл.

Қазаншұңқырларының қалыптасу сипатына қарай көлдер *бөгелген* немесе *тоғандалған, шұңқырлы* және *аралас* көлдер болып бөлінеді. *Бөгелген көлдер* өзен аңғарларын тау көшкіндері, сырғымалар, мұздықтар, шөгінділер басып қалған жағдайда пайда болады. Мысалы, Іле Алатауындағы Көлсай өзеніндегі көлдер – Төменгі (Бірінші) Көлсай, Орта (Екінші) Көлсай, Жоғарғы (Үшінші) Көлсай, Есік өзеніндегі Есік көлі осыған мысал болып табылады. *Аралас текті көлдер* жер бетінде көптеген факторлардың әсерінен

пайда болған. Мысалы, көптеген тектоникалық көлшұңқырлар кезінде мұздықтардың әсерінен айтарлықтай өзгеріске ұшыраған. Ладога, Онега және Телец көлдерінің тегі аралас болып келеді.

Көлдер қоректену сипатына қарай *ағынды* және *ағынсыз* (тұйық) деп екі топқа бөлінеді. Екі типтегі көлдердің суға толу көздері жауын – шашын, еріген қар, өзендер. Ағысты көлдер белгілі өзенге бастау болса, тұйық көлдерде ешқандай су көзі ағып шықпайды, су тек булануға ғана шығындалады.

Көл қазаншұңқырында *суасты террасасы* болады, ол құрлықтан баяу төменделуімен сипатталады. Одан кейін ол тік жарға жалғасып – *құлама беткей* болып келеді, ол бірте-бірте жайлап *қазаншұңқырға* ауысады, оны *көлдің табаны* немесе *көл табақшасы* деп те атайды. Көл табанында *жаға*, *жағалау* және *тереңдік* бөліктері болады. *Жаға* – көлді қоршай орналасқан беткей түріндегі құрлықтың бір бөлігі. Жағаның етегі толқын әрекетінің жоғары шекарасында орналасқан. Ол біртіндеп бұзылуының нәтижесінде құрлыққа қарай шегінуге мәжбүр болады. *Жағалау* – толқындар әрекетінің зонасы. Бұл зонаның тек күшті толқын кезінде ғана жағаға жететін *құрғақ жағалау* бөлігі болады. Су деңгейінің көтерілуіне қарай әлсін – әлсін су астында қалып отыратын бөлігін *суасты жағалауы* деп атайды (5-сурет) .



5-сурет. Көлдердің бенталы мен пелагиалының экологиялық зоналары: А-Зернов бойынша,1949; Ә-Ruthner бойынша,1962 (А.С.Константиновтан алынған, 1986).

Көлдің бенталі жағалау және жағалауық қайраңды қосып, *жазаға жақын белдем* немесе *литораль* деп атайды. Көлдің терең бөлігін *профундаль* дейді, ол көл табанының ең терең, толқын әсері жетпейтін бөлігінде орналасқан. Литораль мен профундаль арасындағы өтпелі аймақты, ол өсімдіктердің суда кездесетін шекарасына дейін, *сублитораль* деп атайды. Литоралда макрофиттер өте күшті дамыған, оттегі мөлшері төмен, ал жаздың басы мен қыстағы стагнация кезінде оттегі болмайды. Көлдің пелагиалы террасаның үстіндегі *жағалаумаңы* және *негізгі* пелагиалға – құлама беткей мен қазаншұңқырдың үстінгі бөлімі - болып бөлінеді.

Стагнация кезінде көлдегі су массасы тігінен – тік үш қабатқа бөлінеді: жоғарғы қабат – *эпилимнион* – бұл қабатқа маусымдық және тәуліктік температураның кенеттен ауытқуын байқауға болады; төменгі қабат – *гиполимнион*, мұнда жыл бойына температура баяу өзгереді және аралық қабат – *металимнион* температуралық секіріс қабаты. Литораль көлде жақсы жетілген, онда макрофиттер (қамыс, қоға) қаптап өседі. Гиполимнионның су массасы эпилимнионмен салыстырғанда шағын болады, оттегі мөлшері төмен, жаздың басындағы және қыстағы стагнация кезінде оттегі жойылып кетеді.

Өткен ғасырдың 20–жылдарда Тинеманн және Науманн ұсынған биологиялық классификациясы бойынша тұщы су көлдері *эвтрофты*, *мезо-*, *олиго-* және *дистрофты* деп бөлінеді.

Эвтрофты (қоректі) көлдерге терең емес (10 – 15м), сулары қоректік заттарға бай жазықтық көлдер жатады. Бұларда жаз айларында фитопланктон жақсы дамиды, соған сәйкес *бактериопланктон*, *зоопланктон*, *зообентос* және *балықтар* мол болады. Органикалық қалдықтардың едәуір бөлігі су түбіне органикалық заттарға бай күшті лай қабатын түзей отырып, шөгеді. Сутүбі грунты лайлы, су мөлдірлігі нашар, түсі жасылдан қоңыр-жасылға дейін болады. Литораль жақсы дамыған, макрофиттер өте күшті өседі. Гиполимнионның су массасы эпилимнионмен салыстырғанда аз, оттегіге кедей, ал стагнацияның басында тіпті мүлдем болмайды десекте дұрыс. Бұл топқа негізінен шағын, су қабаты жазда түбіне дейін жақсы жылитын көлдер жатады.

Олиготрофты (аз қоректі) көлдерде биогендердің суға түсуі шамалы, сондықтан фитопланктон аз және соған сәйкес бактериопланктон, зоопланктон, зообентос және балықтардың да саны аз. Бұларға көпшілік жағдайда кристальдық тау жыныстарының ортасында орналасқан терең көлдер жатады. Гиполимнион эпилимнионнан асып түседі, оттегіге бай. Терең көлдердің гиполимнион табанындағы шөгінділерде органикалық заттар өте аз, осыған орай олардың оттегіге қанығуы 60 – 70% -дан аспайды.

Судың мөлдірлігі жоғары дәрежеде – көк және жасыл түсті болады. Литораль шамалы дамыған, сутүбі шөгінділері органикаға кедей.

Мезотрофты көлдерге олиготрофты және эвтрофты көлдердің аралықтарындағы орын алатын көлдер жатады.

Дистрофты (қорек жеткіліксіз) көлдерге көпшілігінде батпақтанған алаптардағы таяз, шалшықтанған грунттары шымтезектен түзілген, планктон, бентос өте нашар дамыған, балықтар мүлдем кездеспейтін көлдер жатады. Судың мөлдірлігі өте төмен: түсі сары, қошқыл немесе қоңыр болып келеді. Дистрофты көлдер, әдетте, уақыт өткен соң шымтезекке толып батпаққа айналады. Табиғаттағы көлдерді осындай топтарға бөлу өте қиын. Сондықтан мұндай көлдерді жіктеген кезде негізінен олардағы биоалуантүрліліктің сандық мөлшері және гидробионттардың даму жағдайы, суқоймаларының гидрологиялық және гидрохимиялық ерекшеліктері ескеріледі.

Тіршілік жағдайлары. Көлдегі негізгі абиотикалық факторларға – судың қозғалысы, температура, жарықтың дәрежесі, суда еріген заттар және грунттың ерекшелігі жатады. Судың қозғалысы *ағыс, толқындау және иірім* түрінде болады.

Көлдің температуралық режимі оның географиялық орналасуына және судың тік бағытта айналу ерекшеліктеріне байланысты. Сонымен қатар судың араласуына жел және толқындарда үлкен маңызға ие болады. Қоңыржай ендіктегі көптеген көлдерде жазда да, қыста да температуралық дихотомия байқалады және осыған сәйкес судың тығыздық стратификациясы болады. Нәтижесінде судың тік бағытта айналымы бұзылады және суқоймаларында *тоқырау кезеңі* немесе *стагнация* басталады. Көктемде судың суық жоғары қабаты $+4^{\circ}\text{C}$ –қа дейін жылынады, оның тығыздығы артып, ол төмен түсе бастайды. Оның орнына төменнен біршама суық, бірақ тығыздығы төмен су қабаты көтеріледі. Су айналу нәтижесінде суқоймаларында судың барлық қабатында температурасы біркелкі $+4^{\circ}\text{C}$ болатын *гомותרмия* басталады. Ары қарай судың үстінгі қабатында температураның артуымен байланысты оның тығыздығы кемігендіктен ол тереңге түспейді. Бірте-бірте жылына бастағаннан температуралық дихотомия күшейеді. Жылы және суық шекарасын *термоклин* деп атайды және бұл шекара бірте-бірте жайлап төмендей береді. Жаздық стагнация басталады. Күзде судың беткі қабаты суып, тығыздылығы артып ол термоклиннен төмен түседі, су араласып күзгі гомותרмия басталады. Судың беткі қабаты $+4^{\circ}\text{C}$ –тан төмендей бастағанда олардың тығыздығы кеміп, тереңге батпайтын болады, күзгі айналым аяқтала бастайды, суқоймаларында қайтадан температуралық дихотомия тұрақталады. Қыстық стагнация басталады.

1982 жылы Ф.Фореель көлдерді температурасына байланысты үш типке бөлді: *қоңыржай* (көктемде, күзде гомотермия толық байқалады), *тропикалық* (судың айналуы қыста – судың жоғарғы қабатының температурасы 4°С – тан жоғары), *полярлық* (судың айналуы жазда – температура 4°С төмен).

Жарық біршама тереңдікке дейін тек олиготрофты көлдерде жетеді және судың мөлдірлілігі 40 м-ге дейін болады. Әдетте көлдегі судың мөлдірлілігінің 2-3 м-ден асуы өте сирек болады. және жарық ең үстіңгі қабатта сіңіріледі. Бұндай құбылыс ағысы баяу болатын, өте күшті гумустелген дистрофты көлдерде байқалады.

Көлдердің басым көпшілігі тұщы суларға жатады, ($S < 0.05\text{‰}$), бір бөлігі ащылау ($S = 0.5-16\text{‰}$), тұзды ($S = 16-47\text{‰}$) және өте тұзды болатын ($S > 47\text{‰}$) суларда кездеседі. Тұзардың құрамына байланысты хлоридті, күкіртті, сілтілі көлдер болады. Тұщысулы көлдерде еріген карбонаттар (60%-дай), сульфаттар, хлоридтер, нитраттар, кремнийдің, темірдің, марганецтің қосылыстары болады. Тұздылығы көлденең бағытта (Балқаш көлі) және тік бағытта (Молалы көлі) күрт өзгертін көлдер де кездеседі.

Олиготрофты көлдерде судың оттеппен қанығуы 1-2 мг/л шегінде, ал дистрофты көлдерде ол 60 мг/л-ге дейін көтерілуі де мүмкін. Сутек иондарының концентрациясы аз минералданған тұщысулы көлдерде әдетте бейтараптылыққа жақын, ал біршама минералданғандарда рН 8-9-ға дейін көтерілсе, дистрофты көлдерде бұл көрсеткіш бұдан төмен (рН 5,5-6).

Гидробионттар үшін газ режимі олиготрофты көлдерде қолайлы, өйткені бұл көлдерде оттектік режим судың барлық қабатында қалыптыға жақын және күкіртті сутек жоқ. Эвтотрофты көлдерде оттектік режим көктем мен күзде гомооксигения құбылысы бар кезде қолайлы болып табылады. Қыс пен жазда, стагнация кезінде, гипоплимнионда оттектің мөлшері күрт азаяды, сутүбіне жақын жерде тіпті 0-ге дейін төмендейді. СО₂-ң орналасуы қарама-қарсы сипатқа ие. Су бетінде ол аз, тереңге қарай оның мөлшері қалыптыдан бірнеше есе артуы мүмкін. Сутүбіне жақын жерлерде күкіртті сутек жиі кездеседі. Мезотрофты көлдерде газ режимі олиготрофтыларға біршама жақын, ал оттек су қабатында аз болады.

Көл грунттары автохтонды және аллохтонды деп бөлінеді. Алғашқысы көлдің өзінде бұзылған жағалаудардан түскен өнімдерінің және өлген организмдердің қалдықтарының жиналуы нәтижесінде түзіледі. Екіншілері өзендермен (лай, құм қиыршық тастар, майда тастар, қой тастар), желмен (құм, шаң) және басқа да жолдармен әкелінген түрде түзіледі. Аллохтонды грунттар көлдердің жағалаумаңы аймағына тән болса, автохтондылар сублитораль және әсіресе профундалға тән болады. Көлдердің

грунттарындағы органикалық заттардың мөлшері әдетте өзен қалдықтарына карағанда жоғары болады. Органикалық заттар өте көп болатын көл грунттары оттектің қатысуынсыз кейде майларға, балауыз сияқты және азотты заттарға бай болатын *супробель* деп аталатын жұмсақ коллоидты массаға айналады.

Көлдерді мекендеушілер. Көлде мекендейтін организмдерді *лимниобионттар* дейді. Көлдерді мекендеушілерінің саны да, дамуы да олардың географиялық орналасу жағдайына, шығу тегіне, қазаншұңқыры мен гидрологиялық және гидрохимиялық факторларына байланысты өзгеріп отырады.

Фитопланктондардың ішінен жиі кездесетіні диатомды, ал жақсы жылынағандарда жасыл және көк – жасыл балдырлар. Қыста фитопланктон нашар дамиды, таралуында стратификация байқалмайды. Көктемде диатомды балдырлар жаппай көбейе бастайды, сонан кейін олардың орнын жасыл балдырлар басады. Жаздың басында көк-жасыл балдырлар жаппай көбейеді, күзге қарай олар өледі, осы кезде диатомды балдырлардың екінші көбеюі басталады. Олардың вегетативтік формалары сутүбінде қыстайды және көктемде қалқып шығып, судың «көктеуіне» алып келеді. Жасыл және көк-жасыл балдырлар циста және спора фазасында қыстайды. Олардың вегетативтік формаға айналуына біршама уақыт қажет болады, осыған орай олар планктонда диатомды балдырлардан кейін дамиды.

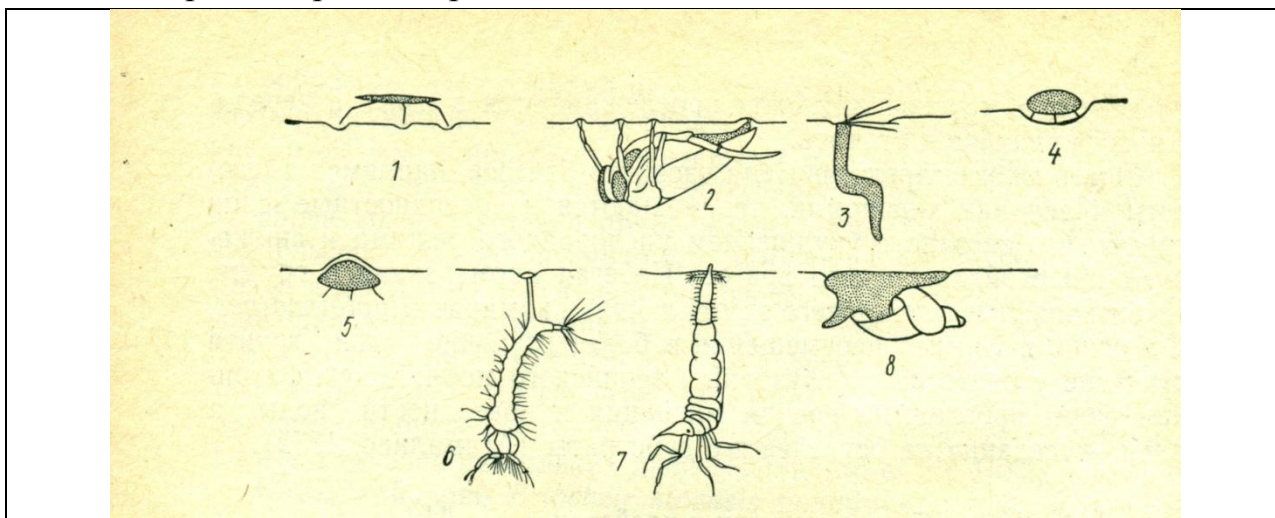
Көлдердің *зоопланктоны* негізінен түссіз талшықтылардан, инфузориялардан, коловраткалардан, шашакмұртты және ескекаяқты шаяндардан тұрады. Суықсулы көлдерде коловраткалар мен ескекаяқты шаяндар басым болса, шашакмұрттылардың түрі де саны да аз не мүлдем болмайды. Мұндай жағдайларды Есік көлі мен Көлсай көлдерінен байқауға болады. Зоопланктон жаздың ортасында балдырлар жаппай дамығанда ең көп болады. Коловраткалар, әдетте, шаянтәрізділермен салыстырғанда ерте пайда болады. Планктондардың саны мен биомассасы беткі қабатта мол болады. Деседе жыл маусымына қарай олардың тік бағытта орналасуы өзгеріп тұрады. Зоопланктонның тік бағыттағы стратификациясы жылдың жылы кезінде анық, ал қыста әлсіз білінеді.

Нейстон мен плейстон көлдерде басқа континенталды суқоймаларына карағанда бай болып келеді. Судың үстіңгі тартылыс қабатының бетінде сусынаптар-кандалалар (*Gerris, Hydrometra, Velialis*), айналма қоңыздар (*Gyrinus*), шыбындар (*Ephydra*) жүгіріп жүреді. Осы қабаттың астыңғы бетінде *Hudrophilidae* қоңыздары мен *Notonecta* кандалалары жүгіріп жүрсе, *Limnae, Cyclops* моллюскалары мен *Scapholeberis* шаяндары ақырын жылжып қозғалады, *Culex* және *Anopheles* масаларының және басқа да

көптеген насекомдар мен балықтардың дернәсілдері ілініп, салбырап тұрады (6-сурет).

Көлдердің *бентосы* түрлік құрамы және саны жағынан литоралда жақсы дамиды. Сублитораль мен әсіресе профундалда ол аз кездеседі. Себебі түптік жасыл өсімдіктер көлдерде тек саяз жерлерде ғана өседі, яғни түптік аймақта гетеротрофты бентонттарға қажетті қорек заттары кедей болады. Жағалауда 1-2 м тереңдікте суүсті өсімдіктер- қамыс, құрақ, жебежапырақ, қоға және басқалары өседі. Ары қарай жапырақтары қалқымалы өсімдіктер (тұңғиықтар (ақ, сары), шыландар және басқалары) аймағы басталады. Олар 2-2,5 м тереңдікке дейін өседі. Одан ары тереңге қарай суда батып өсетін өсімдіктер (көптеген шыландар, су сарғалдақтар, т.т.) және тек гүлдегенде ғана гүлшоғырлары су бетіне қалқып шығатын өсімдіктер көптеп кездеседі. 40-50 м тереңдікке дейін балдырлар мен мүктер өседі.

Көлдердің *зообентосы* фитобентос сияқты литоралда өте бай, профундалда кедей болып келеді. Көлдердің толқын ұратын жағалаумаңындағы үстін балдырлар жапқан тастарда литофилді насекомдардың дернәсілдері көптеп кездеседі.



6- сурет. Нейстон өкілдері:

1- суаршын қандаласы- *Hydrometra*, 2- су қандаласы - *Notonecta*, 3- косқанаттылар-*Stratiomyidae* дернәсілі, 4 –суайналғыш қоңыз - *Gyrinidae*, 5 –сусүйгіш қандала - *Hydrophilidae*, 6 – *Culex* масасаның дернәсілі, 7 – су сүңгуір қоңызы *Dytiscus* дернәсілі, 8 – моллюска – *Limnea* (Константинов бойынша, 1986)

Олардың арасында хирономидтер (*Cricotopus*, *Psectrocladius* және *Trichocladius*), жылғалықтар (*Apatelia*, *Apatania* және *Leptocerus*), біркүндіктер (*Heptagenia*) мен көктемдіктер (*Perlodes*), сол сияқты құрсақаяқты моллюскалар- *Radix ovata*, су кенелері және т.б. болады. Толқын

ұратын құмды литоралда зообентос аз және біртекті, өйткені бұл жерде тіршілік жағдайы өсімдіктердің болмауына байланысты және грунттың қозғалғыштығына қарай өте қолайсыз. Бұл биотоп үшін псаммофилді формалар тән. Олардың қатарына олигохеттерден *Propappus volki*, *Bezzia* және *Culicoides* масаларының дернәсілдері, немтодтардың кейбір өкілдері тән. Толқын әлсіз жерлерде жоғарыда көрсетілгендердің қатарына *Stictochironomus* масасының, *Onychogomphus* инеліктерінің, *Molanna* және *Anabolina* жылғалықтардың дернәсілдері, сол сияқты *Anodonta* қосжақтаулы моллюскалар қосылады. Толқын жоқ не мүлдем болмайтын жерлерде грунт тұрақталады, лай басу жүреді және зообентос біршама көп бола бастайды. Зообентоста лимнофилдер- *Tubifex* және *Pelosclex* олигохеттері, *Chironomus*, *Glyptotendipes* масаларының, *Ephemera* біркүндіктердің дернәсілдері, *Pisidium* моллюскалары басым болады.

Нектон тек балықтардан тұрады. Көлдердің ихтиофаунасы негізінен тұрақты, көлдік-өзендік балықтардан құралған. Солтүстік және биік тау көлдері албырт балықтарына, оңтүстік аудандарда әдетте тұқытекестер мол болады. Түрлік құрамы бойынша, акклиматизанттарды есептегенде, олиготрофты көлдердің балықтары сан алуан. Көлдердің жағалаумаңы ихтиофаунасы суқоймаларының ашық айдындарына қарағанда бай болып келеді. Өйткені соңғысында қоректену жағдайы нашар, сонымен қатар жыртқыштардан жасырынатын жерлер жоқ.

Өзендер деп белгілі бір дәрежеде айқын қалыптасқан тұрақты арнасы бар, өзінің су жинау алабына түсетін атмосфералық жауын-шашындар мен жерасты суымен толатын ағын суды айтады. Өзендер құрлықпен Әлемдік мұхиттың арасындағы су алмасу процесіне қатысушы буын болып табылады. Мұхиттан буланған су құрлыққа жауған жауын - шашын түрінде өзен арқылы қайтады. Өзендерде су массасы өзеннің бастауынан сағаға дейін ағып келеді, оған себеп олардың теңіз деңгейінен әртүрлі биіктікте орналасу айырмашылығы, яғни тарту күшінің әсері арқылы жүзеге асады.

Мұхиттарға, теңіздерге, көлдерге сулары құйылатын өзендерді - *негізгі өзендер*, ал суын бұларға құятын өзендерді *өзен тармағы* не *салалары* деп атайды. Негізгі өзенге суларын құятын барлық өзендер жиынтығы *өзен жүйесін* құрайды. Өзен жүйесі орналасқан құрлықтың бір бөлігі және басқа учаскелерден суайрықтар арқылы бөлінген учаскелер өзен суалабын (бассейнін) түзейді, ал ол су жинайтын жерлер сужинау ауданын құрайды.

Өзен деп бассейнінің ауданы 50 км²-ден 50 мың км²-ге жететін тұрақты әрі ірі су ағынын айтады. Ал мөлшері бұдан аз болатындар *өзектер* деп аталады. Су ағынының жағдайына қарай өзендер *жазықтық*, *таубеткейлік* және *таулық* деп бөлінеді.

Өзендердегі су режимінің негізгі сипаттамалары судың *деңгейі* мен оның *шығыны* болып табылады. Олардың өзгеруіне өзендердің сумен қоректенуі және сол жердің климат жағдайлары әсерін тигізеді. Жазықтарда көктемгі қар еру және жауын-шашын, таулы жерлердегі көктем мен жаздағы қар еру жылма-жыл белгілі бір кезде қайталанатын құбылыс *су тасу* деп аталады. Ол өзендердегі су деңгейін көтереді, су жағадан шығып жайылады. Күшті нөсер жаңбыр немесе қыстың жылымық күндерінде қардың еруі әдетте өзендерде *тасқын* тудырады, бұл дегеніміз қарқынды, салыстырмалы түрде қысқа уақытта су деңгейінің көтерілуі.

Әр өзеннің бастауы болады, ол бастау жер астынан шығатын бұлақ, батпақ, көл, мұзарт немесе екі саланың қосылатын орны болуы мүмкін. Ағып өтетін жердің бедеріне байланысты өзендер екі топқа бөлінеді: *жазық жер өзендері*- биіктігі 300-500 метрлік ойпаттар мен жазықтарда ағады және *тау өзендері*- бедері 300-500 м-ден биік тау жоталары мен қыраттарды басып өтеді. Өзенді бастау көзінен сағаға дейінгі аралықты ағыс ыңғайымен үш бөлімге бөледі – *жоғары, ортаңғы және төменгі* ағыстар. Тау өзендерінің *жоғарғы ағысында* өзен арнасы тар, еңістігі біршама тік және ағысы жылдам болады. Жоғарғы ағыста өзен арнасын айтарлықтай жуып – шаю жүзеге асады және өзеннің түбі тасты болып келеді. Тек шамалы жерлерде негізгі грунттар тасымалданатын және тұнбаға түсетін материалдармен үстінен жабылады. Өзендердің бұл учаскелерінде сарқырамалар мен құламалар жиі кездеседі.

Өзеннің орта және төменгі ағыстарына ауысқан кезде арнаның еңкіштігі төмендейді, салаларынан су келіп қосылуының нәтижесінде су молаяды, суқозғалысының жылдамдығы төмендейді және құламалар мен өзен арнасының жалпақтау жері кезектесіп алмасып отырады. Деседе *өзеннің орта ағысында* оның арнасы кеңейеді, ағысы баяулайды, тік бұрылыстар мен иілімдер пайда болады. Өзен арнасы түзеген жағдайларда бөлініп қалған өзенмен байланысын үзген тік бұрылыстар *ескі арнаға* айналады. Ортаңғы ағыста өзеннің түбінің әр жерлерде негізгі грунт болады, негізінен ол аллохтонды грунтпен төселінеді.

Өзеннің төменгі ағысында оның ені максимумға жетеді, ағыс жылдамдығы баяулайды, түбі тек аллохтонды грунтпен (кұм, лай) төселінеді. Көптеген өзендер көлге немесе теңізге құяр алдында *атырауға* не *сағаға* (дельта) айналады. Бұл дегеніміз көптеген қолтықтарға бөлінген және аралдары мен қайраңдары көп – *арна*.

Өзен атырауы әдетте екі типке: *сағаға* және *эстуарийге* бөлінеді. *Саға*- тарамдалған, теңіздің тайыз бөлігіне келіп құятын өзеннің тасып әкелген шөгінділерінің нәтижесінде пайда болған атырау. *Эстуарий*- өзеннің теңіз

жағына қарай кеңейе беретін шанақ тәріздес сағасы, ол теңіздің толысуы мен қайтуы болатын жағалауларға тән болады. Салалар әсеріне ұшырамаған эстуарийді *лиман* деп атайды.

Өзеннің атырау аймағы - *атырауалды, сағалық және теңіз кемері* (сағалық емес) деп бөлінеді. *Атырауалды* учаскесі өзенге тән режимге ие, оның жоғары шекарасы болып өзеннің төменгі ағысындағы теңіз тасуының әсері жетпейтін жері саналады, төменгі шекарасы - негізгі арнаның салаларға бөлінетін жері, ал эстуарийлер - өзен суы мен теңіз суы араласатын белдем. Өзеннің *сағалық* учаскесі атырауалды учаскесінің төменгі шекарасынан теңіз етегіне дейін немесе эстуарийдің аралдық құрылымдарына дейінгі кеңістік. *Теңіз кемері*- шартты сызық, ол теңіз жақтан басталған дельтаның немесе суасты қайраңына орай жүргізіледі.

Өзен аңғары-жер бетіндегі аса енді емес, әдетте ұзына бойы ирелендеп созылып жатқан ойыстау жер. Бірнеше аңғарлар бірімен бірі қосылып ірі аңғарлар құрайды, еш уақытта бір аңғар екінші аңғарды кесіп өтпейді. Өзен аңғары бірнеше бөлімнен тұрады - *табан, тальвег* (фарватер), *арна, жайылма алқап*. *Табан* өзен аңғарының тегіс келген еңістігі бар бөлігі, *тальвег* - аңғардың табанының ең терең нүктелерін қосатын сызық. *Арна* - өзен суы үнемі үздіксіз ағатын өзен аңғарының бір бөлігі. *Жайылма алқап* - өзен аңғарының тасқын немесе су тасуы кезінде су басатын бөлігі. *Аңғардың беткейлері* - өзен аңғарының екі жағалауын шектейтін еңістігіндегі өзен арнасына бағытталатын жерлер. Беткейлердің беті жыра, сай және басқа да жуып-шаю әрекеттерінен болған элементтерінен тұрады. Эрозиялық құрылымдар беткейлерді құрайтын топырақ құрамына, өсімдік жамылғысына және оның құламалығына қатысты өзгеріп отырады.

Аңғарлардың табаны мен беткейлерін құрайтын тау жыныстарының ерекшеліктеріне байланысты олардың ұзына бойы, көлденең кескіндері өзгеріп отырады. Таулы өзендердің аңғарларының негізгі типтері: *шатқал* (тальвег) терең әрі тар аңғар, беткейлері әдетте тіп-тік, *каньон* - өте құлама беткейлі терең аңғар, әдетте табаны тар, таудан шыға берісте немесе тауларда кездеседі. Өзеннің көлденең ағыстарындағы жағалау бөлімі - *рипаль*, ортаңғы бөлімін - *медиаль*, ең үлкен ағысты жылдамдығы жоғары бөлігін - *тұңғиық* деп атайды.

Сонымен, өзендер құрлық пен Әлемдік мұхит арасындағы су алмасу процесінің байланыстырушы буыны болып табылады. Бұлар арқылы одан буланған су құрлыққа жауын-шашын түрінде түседі. Су ағынымен бірге әртүрлі қатты компоненттер-қатты заттар, сонымен қатар еріген заттар, түрлі организмдер әкелінеді.

Тіршілік жағдайлары. Өзендерде мекендейтін жануарларға әсер ететін абиотикалық факторлардың арасында ең маңыздылары *бір деңгейлік және тасу* режимдері, *су ағысының жылдамдығы, су тұздылығы, мөлдірлігі, су температурасы, грунттың түрі* болып табылады.

Бір деңгейлік режим судың түсуі мен шығынының қатынасымен анықталады. Өзеннің суға толуы жаңбырдың жаууы, қардың, мұздың еруі, жерасты сулар арқылы жүзеге асуы мүмкін. Көп жағдайда өзеннің қоректенуі аралас және оның жеке формаларының ара қатынасы әртүрлі жерлер және жылдың әртүрлі маусымында түрліше болады. Өзеннің жаңбыр суымен толуы климаты теңіздік жерлерде басым. Қардың суымен толуы ауа-райы континенттік жерлерде, мұздық сумен толуы биік таулы аудандарда, жерасты суларымен толуы - құрғақшылық уақытта және қыста, өзендерді мұз басып тұрғанда, басқа судың болмау кезінде басым болады. Өзен суының деңгейінің көтерілуі жауын - шашындармен, қар не мұз сулармен қоректенетін жағдайларда жүзеге асады және 10-15 м-ге көтерілуі де мүмкін.

Су ағысының жылдамдығы ең алдымен өзен табанының еңісіне, су деңгейінің өзгеруіне және өзеннің көлденен қимасына байланысты болады. Ол өзеннің бастауынан сағаға жақындаған сайын бәсеңдейді. Көлденең қимасында су ағысының жылдамдығы медиалда жоғары, жағалауларында, әсіресе жайпақ жағалауларда, төмендеу. Судың түбінде ағыс ортаңғы және үстіңгі қабатына қарағанда әлсіз болады. Жазықтық өзендерде жылдамдық бір м/с-тан аспаса, су тасу кезінде ол 1,5-2 м/с-ке дейін көтеріледі. Таулық өзендерде су ағынының жылдамдығы 5-6 м/с-ке жетеді.

Өзен суының температурасы суға толу ерекшелігіне, өзеннің ағып өтетін ауданының климатына және әртүрлі гидрологиялық ерекшеліктеріне байланысты. Ендік бағытта ағатын үлкен өзендер жылы суларды жоғарғы ендікке, ал суық суды төменгі ендікке жеткізеді. Өзендегі судың араласуына байланысты судың температурасы әр түрлі аймақтарда біркелкі. Өзендегі су температурасының маусымдық өзгерісі 0-30 °С болады. Өзеннің таулы бастауында оның тәуліктің ауытқуы 8-10⁰ С, жазықтық өзендерде 1,0-1,2⁰ С-дан аспайды.

Таулы өзендердегі судың химиялық құрамы, еріген оттектің мөлшері, судың температурасы, оның араласуына байланысты беткі қабатынан түбіне дейін біркелкі болады. Өзен суында жекелеген иондардан карбонатты иондар басым болса, сульфаттар, нитраттар, фосфор, кальций, темір, марганец, кремний және т.б.иондары аздау.

О.А. Алекиннің (1966) классификациясы бойынша өзен сулары *гидрокарбонатты, сульфатты және хлоридты* деп бөлінеді. Кластарды С, S, Cl белгілерімен белгілейді. Көп өзендер гидрокарбонатты класқа жатады,

сирек сульфатты, өте сирек хлоридты (мысалы, Торғай өзені) класқа жатады. Мұз баспаған өзендердің газ режимі тіршілік үшін қолайлы. Судың бетін мұз басқаннан кейін судағы *оттек* концентрациясы біртіндеп азаяды және ең төмен көрсеткіш мұз түсер алдында байқалады. Қыста өзендерде газ режимі нашарлайды және жиі тұншығу процесі жүреді. Өзен суында *көмірқышқыл газының* мөлшері жазда аз, қыста оның концентрациясы біршама көтеріледі. *Күкіртті сутек* мөлшері өзен суында жоқтың қасы. Гидрокарбонатты өзендер суының тұздылығы төмен (0,2‰), хлоридті өзендерде тұздылығы 19‰-ға жетеді. Судың минерализациясы жыл маусымына байланысты өзгеріп отырады, су тасқыны кезінде ол төмендейді.

Өзен суында *жарық* өте тез сіңіріледі және түбіне дейін жетеді, Тау өзендерінде судың мөлдірлілігі түбіне дейін байқалады. Жазықтық өзендерде мөлдірлілік тасу кезеңі мен қалыпты кезеңінің аралығынды өте күшті өзгеріп тұрады.

Өзендерді мекендеушілер. Өзенді мекендеушілер алуантүрлілігімен ерекшелінеді. Олардың құрамында планктон, бентос, нектон жақсы дамыған, перифитон шамалы, ал судың ағысы қатты болғандықтан нейстон мен плейстон мүлдем кездеспейді деуге де болады. Әдетте өзенді мекендеушілерді *реобионттар* (rheos-ағыс, бионт-мекендеуші) деп атайды.

Планктон. Жазықтық өзендердің планктоны немесе реопланктоны шығу тегі жағынан гетерогенді, өйткені ол автохтонды және аллохтонды элементтерден тұрады. Аллохтонды планктон ағынсыз сулардан өзендерге шыққанда, жаңа ортаға түсіп өзінің бейнесін өзгертеді. Кейбір өкілдері өзенге түскеннен кейін тез жойылып кетеді, екіншілерінде көптеген бейімдеушіліктер пайда болады. Реопланктонда *бактериялардың* маңызы өте үлкен, өйткені олардың саны судың мөлшеріне байланысты. Өзендердің жазықтық учаскілерінде олардың саны бірнеше жүзден, мыңнан бірнеше миллионға дейін жетеді.

Жазықтық өзендерде балдырлардың арасындағы диатомды және жасыл балдырлар басым болады. Зоопланктон арасында инфузориялардың алуантүрлілігі басым және сандық көрсеткіші мол түссіз талшықтылар кең тараған. Су қабатында коловраткалардың арасында басым болатын *Keratella*, *Asplancha*, шаянтәрізділердің арасында *Daphnia*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia* және ескекеаяқтылардан жиі кездесетін *Ciclops*, *Daptomus*, *Mesocyclops*.

Өзенің бастауынан ағыс бойымен жылжығанда жануарлардың да алуантүрлілігі де өзгеріп отырады. Су ағысының жылдамдығының төмендеуі және көтерілуімен байланысты жазықтық өзендерде фитопланктонның саны да көбейе бастайды. Жануарлардың арасында коловраткаларға қарағанда

шаянтәрізділер басым болады. Грунттың органикалық заттары детритофагтарға қолайлы қорек жағдайын жасайды.

Бентос. Өзендер бентосы көпшілік жағдайда омыртқасыздардан тұрады. Олар- тасты(литореофилді), құмды (псаммореофилді) және лайлы (пелореофилді) грунттарда мекендейтіндер деп бөлінеді.

Литореофилдерге негізінен кірпікшелі құрттар, олигохеттер, сүліктер және насекомдардың дернәсілдері жатады. Псаммореофилдер әдетте қарапайымдылардың, коловраткалардың, нематодалардың, олигохеттердің майда формалары, хиронимидтердің дернәсілдері, кейбір моллюскалар жатады. Пелореофилдерге қарапайымдылар, олигохеттер, хирономидтердің дернәсілдері, көптеген қосжақтаулы және құрсақаяқты моллюскалар жатады.

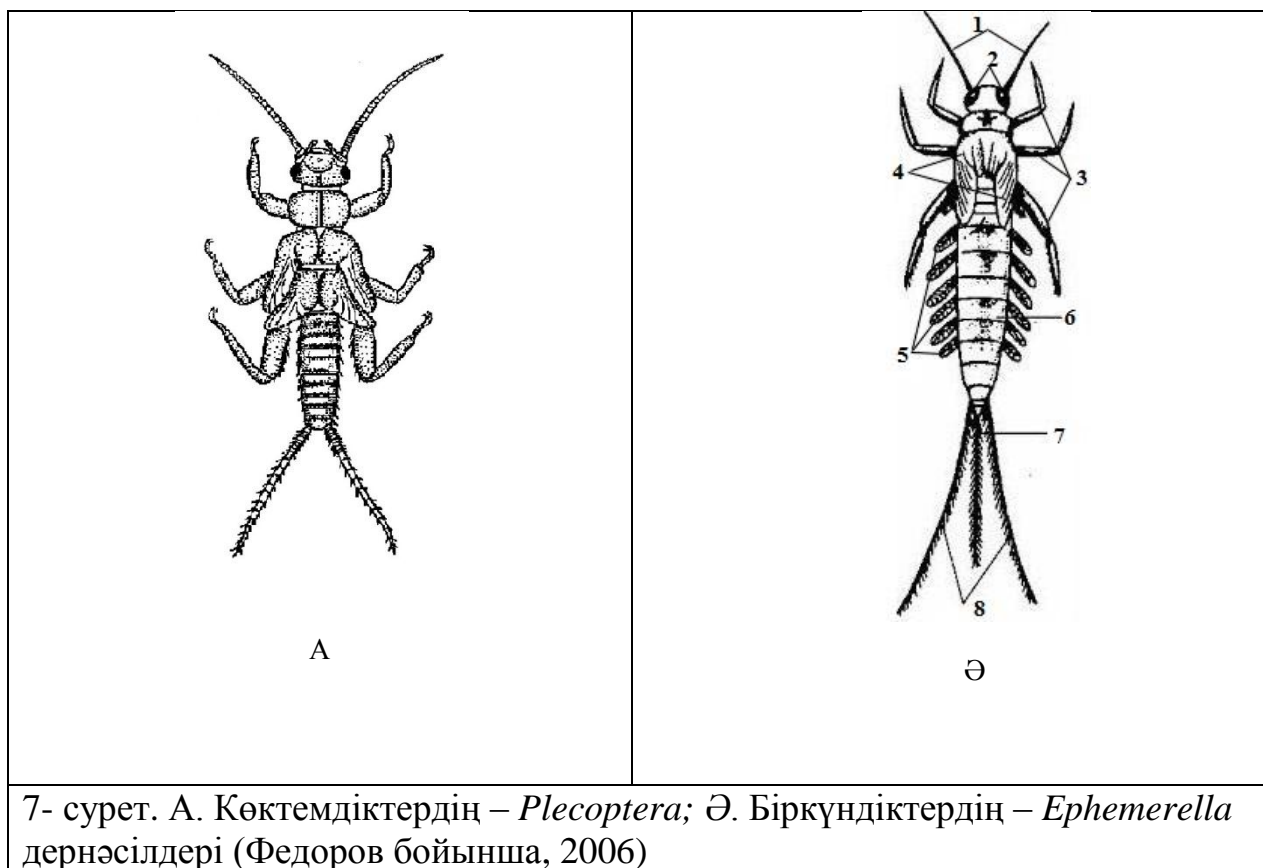
Жазықтық өзендердің лайлы грунттарында пелореофилді түрлер басым болады. Судың ағысы баяу жерлердің жағалауында гидробионттар жақсы дамиды. Жануарлардың алуантүрлілігі және сандық көрсеткіші де жоғары болады. Аз қылтанды құрттар (олигохеттер), насекомдардың дернәсілдері, моллюскалар өте көп дамиды. Бұл биоценозда оттекті аса көп талап етпейтін жануарлар басым болып келеді.

Өзендерде бентостың орналасуы оның түрлік құрамы және биомассасының бастаудан сағаға дейін өзгеру заңдылықтарымен ерекшелінеді. Таулы өзендердің жоғарғы ағысында, су ағысының жылдамдығы жоғары болатын, грунттар ірі тастардан тұрады және бұнда реофилді организмдер басым болады. Таулы өзендерде тіршілік ететін реобионтты организмдердің өзіндік бейімдеушіліктері бар. Олар: денесі майда, бекініп немесе баяу қозғалып тіршілік етеді. Дернәсілдерінің денесі дорсо-вентралды бағытта жалпақ, яғни судың ағысына қарсы тұра алады (*Ephemeroptera, Plecoptera*). Сол сияқты реобионтты формалар тырнақтармен (*Trichoptera*), сорғыштармен—*Dyphlobotridae* қосқанаттылардың дернәсілдері субстратқа жабысып тұрады әрі баяу қозғалады. Шыбындар мен жылғалықтар қуыршақтары қозғалмайтындай болып бекінеді.

Біркүндіктер (*Ephemeroptera* отряды) таулы өзендердің мекендеушілері, олар тасты грунта тіршілік етуге өте жақсы бейімделген. *Iron* туысына жататын реобионттар өкілдерінің дернәсілдері мен нимфаларының денесі жалпақ, оның үстіңгі беті тегіс, өте сусымалы болып келеді. Бас қалқаны өте жалпақ, алдыңғы шетімен тасқа мықты жабысады. Кеңірдекті желбезектерінің сыртқы шеті жіңішкерген, алдыңғы және артқы жұп жапырақшалары ішке қарай оралған және бірін-бірі шамалап жапқан, дернәсілдері тас бетінде тұра алатындай жалған сорғышқа айналған. *Ephmerella* туысының өкілдерінің дернәсілдерінің денесі жалпақ емес, желбезек жапырақшалары өте күшті редукцияға ұшыраған және арқа жағына

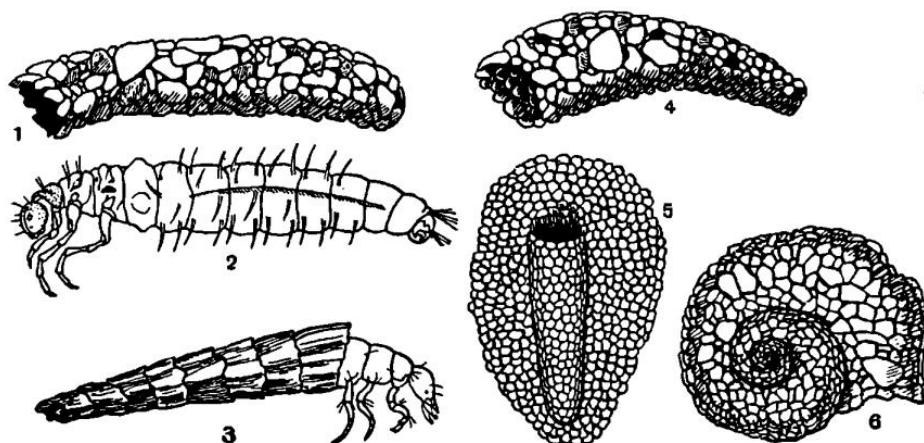
карай жылжыған, бас қалқаны жалпақ емес. Бірақ олардың күшті ағыста мекендеуіне өте мықты аяқтары, әсіресе алдыңғы, бейімделген, олар күшті тұяқтармен жабдықталған.

Көктемдіктердің (*Plecoptera* отряды) дернәсілдерінің денесінің жалпақтануы шамалы. Көктемдіктердің нимфаларына тән бейімдеушіліктері сол олардың күшті, талтайып басатын аяқтары мықты тұяқтармен жабдықталған (7-сурет) және барлық денесімен тасқа жабыса алады.



7- сурет. А. Көктемдіктердің – *Plecoptera*; Ә. Біркүндіктердің – *Ephemerella* дернәсілдері (Федоров бойынша, 2006)

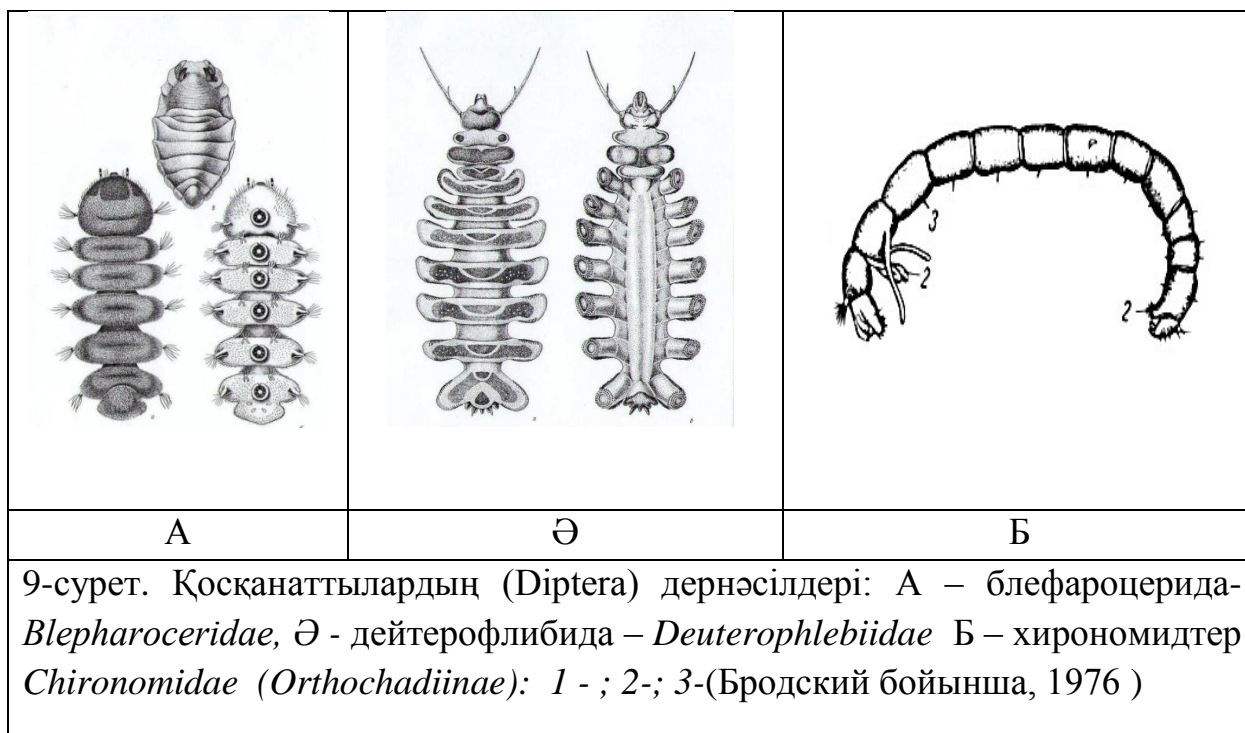
Таулы өзендердің ағынында мекендейтін жылғалықтар (*Trichoptera* отряды) аз қозғалады және субстратқа бекініп тіршілік етеді. Көптеген жылғалықтардың дернәсілері үйшіктерде мекендейді. Олардың дене мөлшері 10 мм-дей. Сілемей бездерінен бөлінген шырыштың көмегімен майда заттарды (күм өсімдіктердің қалдықтары, талшықтар) жинап, үйшіктерін құрастырады. Егер айналасы тыныш болса, дернәсілдер өздерімен бірге үйшігін алып жүреді. Жүру барысында дернәсіл басын, кеудесін және 3 жұп жүргіш аяғын алға шығарып, қозғалады. Қауіп төнген жағдайда үйшігінің ішіне толықтай кіріп кетеді (8-сурет).



8-сурет. 1 - Жылғалықтардың дернәсілдері мен үйшіктері. 1, 2 – стенофиланың (*Stenophylax*) дернәсілі мен үйшігі, 3 - Фриганеланың (*Phryganea striata*), 4,5,6 – әртүрлі жылғалықтардың үйшіктері (Федоров бойынша, 2006)

Блефароцеридалар (*Blepharoceridae* тұқымдасы) мен дейтерофлибидалардың (*Deuterophlebiidae* тұқымдасы), қосқанаттылардың дернәсілдері тек таулы өзендердің су ағысы өте күшті аймақтарында тіршілік етеді. Насекомдардың арасында тек осы дернәсілдерде ғана нағыз сорғыштар болады. Блефароцеридалардың әр сегментерінде құрсақ жағында 6 сорғыштары болады, ал дейтерофлибидалардың құрсақ бүйірінде 6 жұп құрылымы күрделі сорғыштары болады (9-сурет). Осы сорғыштарының көмегімен дернәсілдер күшті ағыста тасқа жабысып баяу жылжиды.

Хирономидтер тұқымдасынан (*Diptera, Chironomidae* тұқымдасы) ағысы қатты тау суларында ортокладеиндер (*Orthochadiinae* тұқымдастармағы) біршама тән. Ортокладеиндердің дернәсілдері мен куыршақтарының осындай ортада мекендеуіне бейімдеушілігі көптеген әртүрлі морфологиялық түзінділер -мөлшері майда, өрмек салатын бездерінің болуы және бекіну үшін өрмек жіпшелерін пайдалану, итерушілері өте күшті қысқарған және сорғыш түзейтін жүйелері - болады. Ортаңғы арнаға қарай жазықтық ағыста бентосты организмдердің биомассасы әдетте азаяды бірақ олардың саны жиі артады. Бұл жағалау маңы грунттардың органикалық заттарға бай болуымен, ағыстың баяулығымен және ірі денелі жануарлардың салыстырмалы түрде басым болуымен байланысты



Перифитон негізінен мүктерде және макрофиттерде мекендейтін қарапайымдылардан, насекомдардың дернәсілдерінен, әсіресе хирономидтер мен симулиидтерден, губалар мен мшанкалардан, кейбір азқылтанды құрттардан (олигохеттерден) тұрады. *Нектонды* негізінен балықтар түзейді. Эстуарийлерде, өзендік жағдайлар теңіздік жағдайлармен қабаттасып жатқан жерде, мекендеушілердің өзіндік ерекшеліктері болады. Сағадан алыстау учаскелерде эвригалинді түрлер, оған жақын жерлерде тұздылаусулы және эвригалинді теңіздік формалар басым болады. Биомассасы бойынша эстуарийді мекендеушілер өте көп болуымен ерекшелінеді. Олар бірқатар себептермен түсіндіріледі. Судың тасуы мен қайтуы қоректік заттардың қарқынды түрде араласуын қамтамасыз етеді. Эстуарийлер үшін өсімдіктер мен жануарлар арасындағы кеңістіктік байланыс тым жақын, ол заттардың айналымын жеңілдетеді. Суда бір мезгілде барлық фотосинтездеуші өсімдіктердің тіршілік формаларының – фитопланктонның, микрофитобентостың және макрофитобентостың - болуы эстуарийді мекендеуші жануарларды алғашқы қорекпен қамтамасыз етеді, ал бұның өзі оның санының артуына себепші болады.

Батпақтар. Бұл үстін толықтай не жартылай өсімдік басқан аса терең емес судың жиналуы. Батпақтың өзіне тән белгісі - мүк және басқа да гидрфилді өсімдіктердің өлуінен шымтезектің пайда болуы. Сумен толуына, пайда болу орнына және өсімдіктер құрамына байланысты батпақтар *сайлық* немесе *эвтрофты*, *қырлық* немесе *олиготрофты* және *өтпелі* немесе *мезотрофты* деп бөлінеді. *Сайлық батпақтар* ойлы-сайлы рельефті

жерлерде орналасады, оның беті ойыс немесе тегіс, қоректену негізінен грунттық сумен, өзен жайылмаларымен, жерүсті суларымен және жауын-шашынмен қамтамасыз етіледі. *Қырлық батпақтар* биік жерлерде орналасады, беті дөңестеу болады, атмосфералық жауын-шашын суларымен толады. *Өтпелі* батпақтар жоғарыда айтылған көрсеткіштер бойынша аралық жағдайға ие болады.

Батпақты мекендеушілер түрлік құрамы және сандық құрамы жағынан да кедей. Бұлардың жағымсыз жағы суында гумин заттарының көп болуы, оттег концентрациясының төмен, қышқылдығының жоғары, әсіресе қырлық батпақтарда, болуы (рН-5). Көпшілік жағдайларда батпақтар биогендерге, ең алдымен қырлық, кедей, өйткені оларды қоректендіретін атмосфералық жауын-шашында тұздар жоқтың қасы. Су қабатына грунттан биогендердің түсуіне астындағы торф қабаты жол бермейді.

Сайлық батпақтарда оксилофит-өсімдіктерден жасыл мүктер, өлеңшөптер, қырықбуындар, айырауықтар, қамыстар өседі. Қырлық батпақтарға сфагнум мүктері, ұлпабастар, мүкжидектер тән. Көктемде балдырлардан талшықтылар кездеседі, олар жазда фитопланктон құрамынан шығып қалады. Қырлық батпақтарда зоопланктон өкілдерінен коловраткалар (*Poyarthra*, *Platyuptera*, *Keratella* және *Monostula virga*), шашақмұртылар (*Deriodaphnia*, *Chydorus* және *Polyphemus*), ескекаяқтылар (*Acanthocyclops*) өкілдері кездеседі. Сайлық батпақтарда *Culex* және *Anopheles* масалардың дернәсілдері басым болады.

Батпақты суқоймаларында зообентос кедей, ол ең алдымен сутүбі қабатындағы газ режимінің қолайсыздығына (оттег концентрациясы төмен, метанның бөлінуі және басқа улы газдардың бөлінуі) байланысты. Су қышқылдығының жоғары болуына қарай бұл жерлерде известі қаңқасы бар жануарлар кездеспейді.

Жерасты сулары және оны мекендеушілер. Бос су тау жыныстарындағы ірі капиллярлар және басқа да қуыстарды толтырады және осылайша әртүрлі тереңдікте сусақтағыш горизонттар қалыптасады. Жерасты суларының ішінде гидробионттардың биотопы үшін маңыздылары *үңгірлік* және *аралық (интерстициалдық)* сулар болып табылады. Жерасты суларын мекендеушілер *троглобионттар* деп аталады.

Үңгірлік сулар. Известняктардың, гипстың, доломиттердің және басқа да кейбір жыныстардың еруі нәтижесінде жер қабатында *қуыстар-үңгірлер* пайда болады. Олар жиі сумен толады. Кейде үңгірдің түбінде шалшық немесе тұтастай көл түзіледі. Басқа жағдайда тасқындар-жерасты өзектері мен өзендер пайда болады. Бұлардың қоректенуі басқа грунттық судың немесе атмосфералық жауын-шашын есебінен жүреді. Үңгірлік судың

абиотикалық жағдайларының ерекше болуы оны мекендеушілеріне де әсерін тигізеді. Үңгірлік судың өзіне тән ерекшелігі - жарықтың түспеуі және салыстырмалы түрде температураның тұрақты болуы. Жерасты суларының тұздылық құрамы кальций ионының концентрациясының жоғары болуымен, яғни кермектілігімен сипатталады. Газ режимінде оттектің аз болуымен сипатталады, өйткені фитосинтездік аэрация болмайды, ал газдың атмосферадан түсуі өте әлсіз. Үңгірлік суды мекендеушілердің құрамы ең алдымен оның жарық түсу дәрежесіне тәуелді болады. *Эвфотикалық* аймақта кездейсоқ қоныстанушылар-*троглоксендер* басым болады. Негізгі қорек көзі-өсімдіктер және олардың қалдықтары. *Олигофоттық* аймақта троглофилдер басым, көк-жасыл балдырлар мен бактериялар дамиды. Афотикалық аймақты мекендеушілер-нағыз троглобионттар оларға стенотермділік және эврифагия тән. Бұлардың құрамында бактериялар, карапайымдылар шаянтәрізділер кейбір моллюскалар мен амфибиялар кіреді. Фауна тек алғашқы сулық жануарлардан тұрады. Олардың арасында эндемик түрлер басым болады. Түрлік құрамы жағынан ескекеяқты шаяндар (120-дан аса түр), бүйіржүзгіштер (100-ден аса түр) және креветкалар басым. Моллюскалар шамалы, коловраткалар, архианнелидалар, сүліктер бірлі-жарым.

Үңгірлік жануарлардың саны мен биомассасы шамалы, өйткені қорек өте аз, тек бактериялар ғана мол. Үңгірлік судың температурасы тұрақты болғандықтан, оларды мекендеушілердің маусымдық тіршілік кезеңдері болмайды. Олар жыл бойы көбейеді, қарқынды түрде өседі, мысалы, бақалшақты моллюскаларда жылдық сақина болмайды. Жарықтың болмауынан үңгірлік жануарларда анық (ашық) рең кездеспейді. Түстері ақшыл немесе сарғыш. Троглобионттардың көпшілігінде көздеуі редукцияға ұшыраған, керісінше түйсіну және иіс-сезу органдары жақсы дамыған.

Аралық немесе интерстициалдық су тек суқоймаларына жақын грунттарда ғана емес, олардан алыс жерлерде де кездеседі. Жекелеген құм түйіршіктерінің арасы тұзды не тұщысумен толуы мүмкін. Бірінші жағдай теңіз жағажайларындағы құмдарға және теңіздің түптік қабаттарына тән болса, екіншілері тұщы суқоймаларының жағалаумаңына және арна астындағы құмдарға тән. Құмның үстіңгі қабатындағы грунттық судың температурасы тәулікте және жыл маусымында біршама өзгеріп тұрады. Құмнан өткен атмосфералық жауын-шашын интерстициалды суға белгілі мөлдірлілік береді, оның тұздық және газ режиміне әсер етеді. Құмның үстіңгі қабатынан бірнеше сантиметр тереңдікке күн сәулесі өтеді, ол фотосинтездеуші өсімдіктердің өсуіне жағдай жасайды. Тереңдегі интерстициалды суға жоғары термотұрақтылық, төменгі температура,

жарықтың болмауы және жиі жоғары минералдану тән. Бұлардың арасынан сапасы жағынан ерекше биотоп – *гипоареалды* атауға болады. Бұл өзендер мен өзектердің арнасының астында жатқан құм қабаты. Бұл қабатқа су өтеді, оттегі мол, су ағыны жоғары және қоректенуге қолайлы жағдайлар тән. Аралық суда мекендеушілерінің тіршілік ету жағдайына қолайлы факторлардың бірі құм құрамының түйіршікті болуы. Құм өте майда болатын жерлерде ірі организмдердің тіршілігіне жағдайлар жоқ. Құм түйіршіктерінің ірі болуына орай олардың арасында бос орындар кеңейеді, жануарлардың құм түйіршіктерінің арасында мекендеуіне және қозғалуына мүмкіндік туады. Терең қабаттағы интерстициалды суда мекендеушілердің қатарына шашақмұртты, ескекаяқты және бақалшақты шаяндар, олигохеттер, нематодалар мен инфузориялар, ал теңіз арнасының түбінде көптеген инфузориялар, нематодалар мен шаянтәрізділер, асцидиялар мен голотурийлер жатады. Интерстициалды фаунаның өкілдерінің дене мөлшері майда, саны көп, көбеюі жылдам және өмірі өте қысқа болады.

Жасанды суқоймалары. Адамның қолымен жасалған суқоймаларының ішінде жасанды суқоймаларының алатын орны үлкен. Көпшілік жағдайда жасанды суқоймалары шаруашылықтың әртүрлі салаларында (электр энергиясын өндіру, жер суландыру, сумен жабдықтау, балық шаруашылығын дамыту және т.т.) су ресурстарын кешенді пайдалануға арналған.

Сумен толтыру және су шығынының сипатына қарай жасанды суқоймалары жылдық, маусымдық, апталық және тәуліктік реттелетін суқоймалары болып бөлінеді. Суқойманың барлық көлемі *пайдалы*, су жіберуге болатын және *пайдасыз*, су жіберу мүмкіндігі жоқ, деп ажыратылады.

Морфометриясына тәуелі болуына қарай суқоймалары, *арналы (алқаптық)*, өзендердің аңғарларының шегінде орналасқан және созылған формалы, *көлдік-өзендік (қалақтық не дөңгелек)* суқоймалары, деп жіктеледі. Соңғысының ауданы оған құйылған өзендер мен басқа суқоймаларынан бірнеше есе артық болады. Өзінің гидрологиялық сипаттамасы бойынша жасанды суқоймалары өзендер мен көлдердің белгілеріне ие. Ені, әсіресе бөгетке жақын жерде, оны көлге жақындатса, ағысы, әсіресе жоғарғы учаскесінде, өзенге жақындатады. Жасанды суқоймаларының табиғи суқоймаларынан ерекшелігі - су шығынын реттеуге болуында. Жасанды суқоймаларында әдетте 3 табиғи аймақты не учаскені ажыратады. Гидроморфологиялық белгілері бойынша ол *тереңсулы бөгетмаңы учаске*, режимі бойынша көлге жақындайды, *тереңдігі орташа аралық учаске* және *саязсулы жоғарғы учаске* деп бөлінеді.

Арналық типті суқоймаларының жоғарғы учаскесі өзендік жағдайларды және өзендік мекендеушілерді сақтайды, ол учаскедегі флора мен фауна аралық сипатқа ие, бөгетмаңы аймақта көлдік белгі байқалады. *Қалақтық не дөңгелек* типті суқоймаларын мекендеушілер өзендіктен жақсы ерекшелінеді және құрамы бойынша көлдікке жақындайды. Жасанды суқоймаларының алғашқы сатыларында ондағы мекендеушілер бұрынғы суқоймаларының мекендеушілеріне жақын болады. Үлкен жазықтық өзендердегі жасанды суқоймаларында фаунаның қалыптасуы 3 сатыдан өтеді. *Бірінші сатыда* су толтыруға дейін тіршілік еткен реофилді, фитофилді және басқа биоценоздар бұзылады және су басқан құрлықта, су қабатында экологиялық біртекті мекендеушілермен толығады. *Екінші сатыда* уақытша топтардың қалыптасуы: бентоста бірінші жаздың өзінде-ақ суқоймасының барлық түбі хирономидтер дернәсілдерімен жаппай қоныстануы; зоопланктонда бірінші жазда шаяндар мен коловраткалардың жаппай дамуы жүзеге асады. *Үшінші сатыда* бентостың қалыптасуы гомотопты фаунаның су басқан құрлық бойынша таралуы аяқталған кезде басталады. Бұл негізінен су толтырылғаннан кейінгі 3-4 жылдан кейін жүзеге асады және бентостың биомассасының өте күшті төмендеуі байқалады. Зоопланктон үшін қалыптасудың үшінші сатысы түрлік алуандылықтың азаюымен сипатталады, өйткені фитофилді, ацидофилді және кейбір басқа да экологиялық топтар оның құрамынан шығып қалады. Зоопланктонның қалыптасуы негізінен 2-3 жыл өткен соң аяқталады. Жасанды суқоймаларының зоопланктонын коловраткалар, шашақмұртты және ескекаяқты шаяндар құрайды. Суқоймаларының жоғарғы ағысында, өзендік режим күшті байқалатын учаскеде, коловраткалар басым, бөгетке жақындаған сайын шаянтәрізділер басым бола бастайды.

Аздаған лайлы өзендерде пайда болған суқоймаларында *зообентос* бай болады және минералды қоспалардың түсуінің нәтижесінде сутүбі тұнбамен көмілген жағдайларда толықтай болмауы да мүмкін. Грунттардың тұрақсыздығынан бентостың дамуы нашарлайды, үлкен ауданды алып жатқан майда суқоймаларында желдің әсерінен түптік қалдықтар лайланып, қолайсыз жағдайлар туғызады. Зообентос алуантүрлілігімен сипатталады және саны жағынан гетеротоптылар басым болады. Бұлар негізінен насекомдардың-хирономидтердің дернәсілдерінен тұрады. Алғашқы сулық жануарларының арасынан пелофилдер-*Tubificidae* тұқымдасының олигохеттері, *Anodonta*, *Unio* және *Viviparus* моллюскалары жақсы дамиды.

Нектон балықтардан ғана тұрады, олардың жергіліктерінің маңызы зор. Бұлардың арасынан су ағынын реттегеннен соң реофилді формалар жойылады, лимнофилділер көптеп кездесетін болады. Әсіресе лимнофилді

балықтар үшін суқоймаларын толтыратын бірінші жылда қолайлы жағдайлар қалыптасады, өйткені су басқан өсімдіктер қосымша уылдырық шашатын орын болып табылады. Келесі жылдары құрлық өсімдіктері су басудан өлгеннен кейін фитofilді балықтар үшін уылдырық шашу жағдайлары нашарлайды, нәтижесінде олардың саны азаяды. Балықтар санының азаюына жасанды суқоймасы пайда болғаннан кейінгі 2-3 жылда олардың қорек базасының кедейленуі де әсерін тигізеді.

2.3. Қазақстан суқоймалары және оларды мекендеушілер

Қазақстан теңіздері. Жоғарыда айтылғандай Қазақстанның гидрофаунасын зерттеу ХХ-ғасырдың 20-шы жылдарының аяғында басталды. Бұл зерттеулер негізінен суқоймаларының балықшаруашылықтық мүмкіндігін бағалауға бағытталды. Зерттеу жұмыстары балықтардың қоректік базасы болып саналатын омыртқасыздардың қорын анықтау мақсатында жүргізілді. Гидрофаунаны алғашқы зерттеулер ірі суқоймаларында-Арал мен Каспий теңіздерінде, Балқаш көлінде- жүзеге асырылды. Кейіннен, зерттеу жұмыстары бір арнаға түскен соң, басқа да ірілі-ұсақты суқоймаларын жан-жақты зерттеу қолға алына бастады. Қазіргі кезде суқоймалары біршама зерттелді.

Арал теңізі-оңтүстік теңіздер жүйесінде ең шығыста орналасқан, өзендер бастау алмайтын көлтиптес үлкен суалабы, көлемі жағынан Әлемде 4-ші орын алатын көл. Арал теңізіне тек екі өзен, оңтүстік-батысынан Әмудария (ұзындығы 2620 км), солтүстік-шығысынан Сырдария (ұзындығы 2660 км) өзендері ғана құйылады.

Гидрологиялық және гидрохимиялық режимі. 1960 жылға дейін Арал теңізі үшін гидрологиялық және гидрохимиялық режим тұрақты болды, бұл кезде судың орташа тұздылығы 10‰-дей еді. Судың көпжылдық орташа деңгейі (абсолютті тереңдік 53,00 м) кезінде теңіздің ауданы 68 млн км², орташа тереңдігі 16 м, максималды тереңділік 69 м, ұзындығы 424 км, ені 292 км болды. Арал теңізі бірнеше аралдармен жекелеген аудандарға бөлінді. Жалпы суалабынан үлкен Көкарал аралымен бөлінген Аралдың солтүстік бөлігі *Кіші теңіз* деп аталады. Барлық қалған бөлігі Үлкен теңізді құрайды. 1961 жылға дейінгі кезеңді алдамшы (квазитұрақты) кезең деп есептейді, өйткені су деңгейінің ауытқуы аса үлкен болмады және тұздылық та аса көп өзгермеді.

1961 жылдан бастап Әмудария және Сырдария өзендерінің ағындарын байлауға (реттеуге) байланысты теңіздің орташа жылдық деңгейі төмендей бастады. ХХ-ғасырдың 80-жылдарының соңына қарай су деңгейі 13 м

төмендеді, нәтижесінде теңіз айдыны бір-бірінен ажыраған 2 бөлікке - Кіші және Үлкен теңізге бөлінді. 1989 жылдың аяғында теңіз деңгейі абсолютті 39,02м белгіге, немесе 1960 жылмен салыстырғанда 14,4м-ге дейін төмендеді. 1993 жылы Аралдың айдыны 45%-ға құрғады және орташа тереңдік 45%-ға азайды. Кіші және Үлкен теңіздерді бөліп тұратын Көкарал аралы материкке қосылды. Үлкен теңіздің тұздылығы 36,48‰, ал Кіші теңіздің тұздылығы 36,65‰-ді құрады.

1988 жылдан бастап Кіші теңіздің орташа тұздылығы Үлкен теңізге қарағанда 1,5-2,0 г/л-ге кем болды. Берг бұғазының толықтай құрғап кетуіне байланысты 1990 жылдың көктемінде 2 бассейнің де тұздылығының айырмашылығының артуына алып келді. 1992 жылы шілде айында бөгетті салу және оны тұрақты түрде бекіту Кіші теңіздің деңгейін 2,5-3,0 м-ге көтеруге мүмкіндік берді және тұздылығы орта есеппен алғанда 8-10‰-ге дейін төмендеді.

2000 жылы Үлкен Аралдың тұздылығы 60‰-ден асты, ал 2004 жылы ол 100‰-ге жетті. Үлкен Арал қалдық суқоймалары кешенінің құрамына енді және ол гипергалинді суқоймасына айналды. 2000 жылдан бастап суы таяз шығыс суалабында тұздылық суы терең батыс суалабынан арта бастады. 2006 жылға қарай Шығыс Үлкен Аралдан Тұщыбас бұғазы бөлінді.

2011 жылдың күзіне қарай Кіші Аралдың тұздылығы 8‰-ге дейін төмендеді, ал оқшауланған Бутаков бұғазында ол біршама жоғары-11‰ болса, Сырдарияның құйылысына жақын орналасқан Көкарал бөгетінде ол 6,3‰ –ге дейін төмендеді. Осылайша, Кіші теңіз қайтадан ащылаусулы суқоймасына айналды.

Арал теңізінің фаунасы. Арал теңізін зерттеу алғаш рет 1848-1849 жылдары Н.Бутаковтың жетекшілігімен жүргізілді, нәтижесінде алғаш рет теңіздің картасы жасалынды. Теңіздің гидрофаунасы жайындағы алғашқы деректер 1900-1902, 1906 жылдары жүргізілген экспедицияларды басқарған орыс ғалымы Л.Бергтің еңбектерінде көрсетілген. Ол теңіз зоопланктонның 20 түрін анықтады, олардың арасында коловраткалар, шашақмұртты және ескекаяқты шаянтәрізділер болды. Арал теңізінің фаунасының барлық кезеңдерде зерттеу тарихы және түрлік құрамы жайындағы толық деректер 1974 жылы жарық көрген «Атлас беспозвоночных Аральского моря» деп аталатын еңбекте келтірілген. Бұл Атласқа ашық теңізбен Сырдария және Әмудария өзендерінің атырауларының құйылысалды акваторияда мекендейтін еркін жүріп тіршілік ететін омыртқасыздардың 195 формасы енген. Алдамшы (квазитұрақты) кезеңдегі салыстырмалы түрде аса жоғары емес тұздылық, орташа 10,3‰, омыртқасыздардың тұщы және ащылаусулық түрлерінің дамуына ықпал етті.

Арал теңізінің аборигенді фаунасы шығу тегі жағынан гетерогенді болды. Е.А.Яблонскаяның (1974) пайымдауынша еркін жүзіп тіршілік ететін омыртқасыздардың түрлерінің 78%-ы тұщы және ащылау континенталды суқоймаларының мекендеушілері, 17%-ы Каспий фаунасының өкілдері, оларға көптеген моллюскалар (*Dreissena polymorpha*), жоғары сатыдағы шаянтәрізділердің бірден-бір өкілі-бүйіржүзгіш (*Pontogammarus aralensis*), *Polyphemidae* тұқымдасынан шашақмұртты шаянтәрізділер болса, тек 5%-ы (моллюскалардың 2 түрі)-жерортатеңіздік-атлантикалық түрлер болып табылады. Сонымен, Арал теңізінде шығу тегі тұщысулық түрлер басым болып келеді. Каспий теңізінің фаунасымен салыстырғанда Арал теңізінің еркін жүзіп тіршілік ететін омыртқасыздары өзінің түрлік құрамының кедей болуымен ершелінеді.

1960-1980 жылары тұщысулық және ащылаусулық түрлердің таралу территорияларының тарылуы байқала бастады, осыған орай саны азайды, ақырында олар теңіз фаунасының құрамынан жойылды. 1970 жылдардың соңында теңізде ащылаусулық *дрейссена* мен *гипанис* толықтай жойылса, олигохеттер мен хирономидтердің басым бөлігі кездесуін тоқтатты. Көпшілік тұщысулық және ащылаусулық түрлердің 1960-1980 жылдары теңіз гидрофаунасының құрамынан жойылуы оларға қолайсыз болатын су тұздылығының артуы болып табылады. Бұл формалардың таралу аймағының тарылуына және санының кемуіне тек судың тұздылығының артуы ғана емес, сонымен қатар *кірме* түрлерде өз әсерін тигізді.

1954 жылдан 1986 жылдар аралығында Аралға омыртқасыздардың 13 түрі әкеліп, жіберілді (Карпевич,1975; Андреев,1999). Жоспарлы түрде алғашқы кірмелер реликті ащыласулық понто-каспийлік мизидалар болды. Олар Дон өзенінің сағасынан ауланған 3 түр, Аралға 1958-1960 жылдары енгізілді. Бұл үш түрден тек *P.(M) intermedia* және *P.(S) lacustris* ғана өсіп-өнді. Ары қарай Аралға жасанды суқоймаларынан Сырдарияның жоғарғы ағысында *P.(Metamysis) ulskyui* енді. Екінші жоспарлы түрде әкелініп жіберілген түр жерортатеңіздік-атлантикалық эвригалинді полихета *Nereis diversicolor* болды. Ол Азов теңізінен 1960-1961 жылдары әкелінді. Бұл құрт Кіші Аралды өте тез меңгеріп алды, ал 1965 жылы Үлкен Аралға енді, 1970 жылдардың ортасында теңіздің барлық аймақтарына таралды, тіпті кейбір учаскелерде микрозообентостың жалпы биомассасының 100%-ын құрады.

1960-1963 жылдары Арал теңізіне Азов теңізінен жерортатеңіздік-атлантикалық қосжақтаулы моллюска *Abra ovata* (Philippi) жіберілді. 1970 жылдары олар теңіздің барлық аймағына таралып, сүтүптік фаунаның негізгі компоненттің құрады. Жоспарлы түрде жіберілген *Nereis diversicolor* және *Abra ovata* Арал теңізінің ары қарай тұздануына төтеп берді.

Таңқы шаян (краб)-*R.harrisii*, асшаяны сияқты теңізге 1971 жылы *Calanipeda aquaedulcis* Kritsch. планктондық шаянды жерсіндіру барысында кездейсоқ келген, 1980 жылдардың аяғына қарай Үлкен теңізде басым түрлердің біріне айналды. *P. elegans* асшаяндары Аралға кефаль балығын жіберу кезінде кездейсоқ енген.

Арал теңізіне жерсіндірілген *Abra ovata* қосжақтаулы моллюска, фильтратор ретінде, қорекке қосжақтаулы аборигенді түрлердің объектілерін пайдаланды. Абраның жергілікті түрлермен қоректік бәсекеге түскені сөзсіз, бұның өзі аборигенді түрлердің жағдайын қиындатты.

Нереис фаунаының құрамынан хириноmidтердің жойылуына себебін тигізді. Бұлардың биотоптары ұқсас. Хириноmidтер полихеттердің рационында маңызды орын алады. 1970 жылдардың басында нереистің биомассасы күрт артып, 7-10 г/м²-қа жетті, хириноmidтер теңізде кездеспейтін болды. Нереистердің таралуы амфиподтардың ығыстырылуына көмегін тигізді. Бұған қарамастан бүйіржүзгіштердің жойылуында *P. elegans* асшаянының да рөлі маңызды (Хусаинова, 1968; 1971). А.С.Малиновскаяның деректері бойынша (1961) гаммаридтер асшаянының қорек рационының маңызды бөлігін құрайды, бұл шаяндардың мекендеу орындары ұқсас болып келеді. Ал асшаяндарының саны көбейген жылдары арал бүйіржүзгіштерінің саны біршама қысқарды (Хусаинова, 1968; 1971). Бұлардан басқа, Арал теңізінде асшаяндардың қорек рационының негізгі компоненттерінің бірі хириноmidтер болды (Малиновская, 1961), бұл өз кезегінде хириноmidтер санының азаюына алып келеді.

Арал теңізінің зоопланктонының түрлік құрамы әдетте 3 топқа бөлінеді. Бірінші топқа Арал теңізінің атырауында орналасқан көлдерде, Сырдария мен Әмудария өзендерінде, тұщыланған (3-5%₀-ден төмен) бұғаздарда мекендейтін түрлер, *екінші топқа* тұздылығы 3-5%₀-ден жоғары, бірақ ашық теңізде кездеспейтін түрлер, ал *үшінші топқа* оның қалыпты тұздылығы су ағынын реттегенге дейін 10,2%₀ болған ашық теңізде кездесетін түрлер жатады.

Арал табиғи режим жағдайында болған кезеңде, тұздылығы көпжылдық орташаға жақын болғанда, зоопланктонның түрлік құрамында ескекаяқты шаянтәрізділер басым болды (23 түр), екінші орында коловраткалар (19 түр), ал шашақмұртты шаяндардан бар-жоғы 7 түр кездесті.

Арал теңізінің зоопланктонының түрлік құрамы 70-жылдардың басына дейін өзгеріссіз қалды. Теңіздің алғашқы тұздану кезеңінде (1972-1980ж) тұщысулық біршама эвригалинді формалар үшін мекендеу жағдайлары қиындай түсті және теңіз фаунасының құрамынан олар өте тез шыға бастады.

Түр санының азаю процесі негізінен 1976 жылда аяқталды. Бұл кезде теңізде судың орташа тұздылығы 14‰-ге жетті, осыдан соң зоопланктонның түрлік құрамы тұрақтанды.

1975-1981 жылар аралығында Арал теңізінде ескекаяқты шаянтәрізділердің 23 түрінен 16 түрі есепке алынды, Арал теңізіне тән коловраткалардың 19 түрінен 1976-1980 жылдары тек 6 түрі ғана сақталып қалды (Андреев,1999).

1997-1999 жылдары тұздылығы Кіші теңізден жоғары болатын Бутаков бұғазында және Кіші Аралдың акваториясының басқа учаскелерінде жүргізілген гидробиологиялық зерттеулер суқоймасының гидрологиялық-гидрохимиялық өзгерістеріне байланысты теңіздің зоопланктон құрамында біршама байқалатын өзгерістердің болғанын көрсетті. Су тұздылығының төмендеуі Сырдария өзенінің сағасы мен Кіші Аралдың экожүйесіне оң әсерін тигізді. Зоопланктон мен зообентос құрамында ащылаусулық омыртқасыздардың молшылығы артқаны байқалды.

1996 жылы 90-шы жылдардың бірінші жартысымен салыстырғанда *Syncheta* туысының коловраткаларының саны күрт көбейгені (1993 жылғы 430 дана/м³-тан 12-59 мың дана/м³-ге дейін) тіркелді. 1999 жылы қыркүйекте бұл топтың саны өте жоғары (1,5-22 мың дана/м³) болды. Осылайша 1990 жылдардың екінші жартысында коловраткалар Кіші Аралдың зоопланктонында басым топтардың бірі болып қалды.

Зоопланктонда қайтадан каспийлық шашақмұртты шаянтәрізділердің *Podonidae* тұқымдасына жататын *Podonevade camptonux* және *Evadne anonyx* түрлерінің саны артты. Олар, бұрынғы жылдардағыдай, Бутаков бұғазында кездеспеді. Бұл шаяндар ұзақ уақыт бойы Арал теңізінде де кездеспеді, өйткені судың тұздылығы жоғары болды, құрып кетудің алдында тұрды, тек 2000 жылдардың басында қайтадан пайда болды және олардың саны бұрынғы деңгейіне дейін қалпына келді.

Ащылаусулық формалар, мысалы, *Diaptomus salinus* ескекаяқты шаяны, коловраткалар мен шашақмұртты шаянтәрізділердің алуантүрлілігі төмен болды.

1990 жылдардың аяғына қарай Үлкен аралдың суының тұздылығының артуына қарай барлық фаунада күрт өзгерістер болды. Белсенді осмосреттеуге қабілетсіз болғандықтан шығу тегі теңіздік түрлер жойылды. 1997 жылы тұздылық 57‰-ге жеткенде зоопланктонда басым болған *Calanipeda aquaedulcus* шаяндары, *Synchaeta sp.* коловраткалар жойылды. 1996 жылы Үлкен Аралға голофил *Artemia parthenetica* жіберілді. 2004 жылы батыс Үлкен Аралда голофилді *Apocyclops dengizicus* копеподы пайда болды. Тұздылығы біршама жоғары шығыс Аралда тек *Artemia parthenetica*

мекендейді. Үлкен Аралға эвригалинді галофилді сауытты *Eucypris inflata* шаяны енгізілді.

Арал теңізінің зообентосының түрлік құрамы зоопланктонның түрлік құрамы сияқты 3 топқа бөлінеді: 1-атыраулық көлдер мен тұщыланған бұғаздарда мекендейтін түрлер (тұздылық 3-5%-ден төмен); 2-тұздылық 3-5%-ден жоғары суларда мекендейтіндер; 3- тұздылығы 10,2%-ге дейін болатын ашық теңізде кездесетіндер.

1874-1971 жылдардың аралығында ашық теңіздің зообентосының құрамында 41 түр мен түршелер анықталған, олардың ішінде буылтық құрттар-7, жоғары сатыдағы шаянтәрізділер-5, насекомдар-17 және моллюскалардың 12 түрлері мен түршелері болды.

Арал теңізінде кездескен барлық аз қылтанды құрттар- тұщысуларға тән кең таралған түрлер, бірақ олар тұздың белгілі концентрацияларына шыдамды болған, кейбіреулері тіпті мұхит суының тұздылығына дейін шыдаған. Жоғары сатыдағы шаянтәрізділерден тек аборигенді бүйіржүзгіш *Dikerogammarus aralensis* болған. Арал теңізінде жылғалықтар тұзды суларда кең таралған түрлерден, хирономидтердің дернәсілдері негізінен тұщысулықтардан тұрды. Моллюскалардың арасынан «каспийлік» түрлерді (барлық дрейссендер-*Dreissena*, гипанистер-*Hypanis* және теодоксус-*Theodoxus*) және жерортатеңіздік-атлантикалық түрлерді (каспиигидробиялар-*Caspihydrobia* және синдосмия-*Syndosmya*) бөледі.

Сонымен, су деңгейінің күрт төмен түсуіне және тұздылықтың артуына дейін Арал теңізінің зообентосы шығу тегі тұщысулы аздаған эвригалинді түрлерден, «каспийлік» және жерортатеңіздік-атлантика түрлерінен тұрған.

Арал теңізінің алғашқы тұздылануының соңғы кезінде зообентостың түрлік құрамы 32 түрді біріктірді, олардың арасында бір олигохет, 2-жоғары сатыдағы шаянтәрізділер, 2-хирономид және 27 моллюскалар болды. Тұзданудың қарқынды кезеңінің алғашқы жылдарында (1982-1988 жж) теңіз фаунасының құрамынан *Dreissena caspica pallasi*, *Theodoxus pallasi*, *Caspihydrobia nicolskii* моллюскалары және хирономидтердің дернәсілдерінің 2 түрі- *Chironomus halophilus*, *Ch. salinarius* жойылды. Арал теңізінің зообентосының түрлік құрамының кедейленуі негізінен су тұздылығы 25-28%-ге жеткенде жүрді. Зообентос құрамында шығу тегі теңіздік тек эвригалинді түрлер ғана қалды.

1989-1994 жылдары Кіші теңізде жоғарыда аталған хирономидтерден басқа, тек көпқылтанды құрттар-*Nereis diversicolor*, онаяқты шаянтәрізділер-*Palaemon elegans*, қосжақтаулы моллюскалар-*Syndosmya segmentum*, *Cerastoderma isthmicum* және құрсақаяқты моллюскалардың *Caspihydrobia* туысының 18 түрі кездескен.

Арал теңізінің зообентос құрамының кедейленуі негізінен тұздылық 12-14 және 25-28‰ болғанда жүзеге асты. Зообентос құрамында тек шығу тегі теңіздік эвригалинді түрлер және континенталды суқоймаларының галофилді түрлері *Caspihydrobia* туысының өкілдері қалды.

Өткен ғасырдың 60-жылдарына дейін теңіз зообентосының биомассасының салыстырмалы түрде тұрақтылығы байқалды. Жаңа бентос тұтынушылардың жаппай пайда болуы 1961 жылдың өзінде-ақ (осы жылдан бастап өзен ағынының күрт азаюы басталды) 10 м тереңдікке дейін түптік организмдердің биомассасының біршама төмендеуі байқалды, ал 1964 жылдың басында бүкіл теңіз бойынша биомассаның тұрақты түрде төмендеуі басталды. 1968-1974 жылдары жалпы биомассаның өсуі шығу тегі теңіздік эвригалинді түрлер *нереис* пен *синдосмианы* ойдағыдай жерсіндіруге байланысты болды. Зообентос биомассасының ары қарай өсуі (1975-1981 жж) барлық эвригалинді түрлердің биомассасының артуымен байланысты. 70-шы жылдардың аяғында орташа биомасса 196 г/м^2 болды, бұл көрсеткіш өзендер ағынын реттегенге дейінгі көпжылдық орташа көрсеткіштен 8,5 есе артық болды. 1989-1991 жылдардың күзінде Үлкен теңізде биомасса мен сан мөлшері 1898-ден 4748 дана/м^2 және 108,8-ден $323,7 \text{ г/м}^2$ -қа дейін ауытқыды.

1982, 1985 және 1989-1994 жылдары Кіші теңізде зообентостың жалпы саны 1458-ден 13490 дана/м^2 , биомасса - $197,3-321,1 \text{ г/м}^2$ аралығында өзгерді. Кіші теңіздің біршама өнімді бөлігі Бутаков бұғазы болды, онда орташа биомасса $646,0 \text{ г/м}^2$ -қа жетті. 1996 жылы Бутаков бұғазында макрозообентостың құрамында Арал теңізіне тән барлық түптік омыртқасыздар топтары анықталды. Мысалы, қосжақтаулы моллюскалар *Abra ovata*, *Cerastoderma isthmicum* Issel және көпқылтанды құрттар *Nereis divercolor* кездесті. Бентостың орташа биомассасы мен сан мөлшері біршама жоғары болды және 646 г/м^2 және $42,3 \text{ мың дана/м}^2$ құрады. Барлық станцияларда биомассасы және саны бойынша қосжақтаулы моллюскалар *Abra ovata* басым болды. Зообентостың бұғаздың акваториясы бойынша орналасуы біршама біртекті, ал олардың салыстырмалы биомассасы аз ғана өзгеріп тұрды.

Кіші Аралдың фаунасының болашағы тұздылықтың төмендеуінің қаншалықты ұзаққа баратынына тәуелді. Қазіргі кезде теңіздің акваториясының басым бөлігі ащылаусулылық тұздылықты аймақта, суқоймасының тұщысулы-ащылаусулы өтпелі аймағы басым. Сырдарияның құйылыс сағасының алдында көлемі жағынан шағын негізгі тұщысулы тұздылық аймағы бар. Осыған орай теңізге осы аймақта бұрында мол болған *Dreissena polymorpha aralensis* қайта оралуы мүмкін.

Еркін тіршілік ететін омыртқасыздардың түрлік құрамы Аралдың тұздану үдірісіне бойынша біркелкі өзгерген жоқ. Өйткені кезекті тұздану кезеңі салыстырмалы тұрақтылық кезеңімен алмасып тұрды. 1971-1976 жылдары, *алғашқы күйзеліс* (кризис) кезінде, тұздылық 13%-ден асқанда, гиперосмостық реттелуге қабілетті шығу тегі тұщысулық және ащылаусулық түрлер жойылды. 1986-1989 жылдары, *екінші күйзеліс* кезінде, тұздылық 27-32% болғанда, шығу тегі каспийлік гипоосмостық реттелуі әлсіз ащылаусулық түрлер жойылды. 1990-жылдардың аяғында және 2000-жылдардың басында *үшінші күйзеліс* кезінде, тұздылық 47-52%-ге жеткенде және одан асқанда Үлкен Аралдан жоғары тұздылықта белсенді осмосреттелуге қабілетсіз және бұл жағдайларда осмоконформаторлар болып табылатын шығу тегі теңіздік түрлер жойылды.

Арал теңізі бөлінгеннен кейін 1989 жылы Кіші Аралда су балансы оң болып, оның тұздылығы кеміді. Омыртқасыздар фаунасының жаңадан өзгеруі үшін жағдай жасалынды. Ащылаусулық формалардың өкілдеріне қайтадан қайтуға мүмкіндік болды және зоопланктон мен зообентостың тұщысулық түрлерін қайта жерсіндіруге (реинтродукция) жағдайлар туды. Үлкен Аралдың, су балансысы теріс, ары қарай суалуы жалғасуда және тұздылығы артып, гипергалинді суқоймасына айналды, онда гипергалинді фаунаның өкілдері мекендейді.

Каспий теңізі - ағынсыз ащылаусулы тұйық суқойма, оның суы Ресей Федерациясы, Қазақстан, Түркменстан, Әзербайжан және Иран ислам республикасымен шектеседі. Кеңес Одағының ыдырауына байланысты теңіздің мәртебесі өзекті мәселеге айналды. Құқықтық, экономикалық деңгейде теңіздің биоресурстарын пайдалануды мемлекет аралық реттеу өте шиеленіскен жағдайда қалды. Біріншіден, мұнай-газ кен орындарын игеру кезінде экологиялық қауіпсіздік мәселелері және екіншіден, барлық Каспиймаңы мемлекеттері жүргізетін гидрофаунаны зерттеу саласындағы ынтымақтастық тұрды.

Каспий теңізінің акваториясын Каспиймаңы мемлекеттерінің арасында бөлуден кейін, теңіз биотасының жағдайы жайындағы соңғы жылдардағы әдебиет көздері негізінен Ресей және Әзербайжан секторларын ғана қарастырады. Солтүстік-шығыс Каспийдің қазақстандық бөлігі бойынша фауна мен флораны тұрақты түрде зерттеуге қарамастан, әдебиеттерде зоопланктон мен зообентос бойынша мәліметтер жоқтың қасы, өйткені теңізде жүргізілетін көптеген жұмыстар шетелдік корпорациялардың жетекшілігімен жүзеге асырылады.

Каспий теңізінің физико-гидрологиялық сипаттамасы. Каспий теңізі меридиан бағытта созылып жатыр және ұзындығы 1030 км, ені 204-566 км.

Каспий теңізінің үстіңгі бетінің ауданы XX-ғасырдың 90-жылдары шамамен 400 мың км² болды. Каспий теңізінің деңгейі Әлемдік мұхит деңгейінен 28 м төмен орналасқан және орташа жылдық деңгейі ауытқып тұрады. 1942-1977 жылдары аралығында теңіз деңгейінің жайлап төмендеуі байқалды (орташа жылына 3 см). 1977 жылы Каспийдің деңгейі барлық бақылау жылдардың ішінде ең төменгі белгіге жетті-XX-ғасырдың басындағы деңгеймен салыстырғанда 4 м-ге төмендеді. 1978-1995 жылдары теңіз деңгейі тұрақты түрде көтерілді-18 жылда деңгейі 2,4 м-ге көтерілді. 1996 жылдан бастап Каспий теңізінің деңгейінің төмендеуі басталды, ол Еділ өзенінің ағының азаюына байланысты болды. Еділ өзенінің суының әдеттегі көлемі-110-120 км³. 1966 ж оның мөлшері тек 60-61 км³ құрады. 1996 жылы деңгейі 17 см-ге, ал 1997 жылы 23 см-ге төмендеді. Р.М.Мамедовтың болжамы бойынша (1996) Каспийдің деңгейі 2010 жылдан 2027 жылға дейін 1,3 м-ге дейін көтеріледі және ол көрсеткіш 26-25 м белгіге жетеді (Касымов, Аскеров,2001).

Түбінің рельефіне, тереңдігіне тәуелді және осы ерекшеліктеріне байланысты Каспий теңізі бір-бірінен ажырылатын 3 бөлікке—солтүстік, орталық және оңтүстік аймаққа- бөлінген. Теңіздің солтүстік бөлігі өте таяз. Орташа тереңдігі шамамен 4,4 м және жағадан алыстағы Орталық Каспиймен шектелген жерде тереңдік 25 м-ге жетеді. Орталық Каспийдің максимум тереңдігі 768 м-ге жетеді, оның орташа мөлшері 170 м-ге тең. Оңтүстік Каспийдің ең терең жері 1025 м-ге жетеді. Каспий теңізінде екі өте терең шұңқыр—Дербент (788м) және Оңтүстік Каспий (1025 м) – анықталған.

Су балансы. Жыл сайын Каспий теңізі шамамен 355 км³ өзен суын қабылдайды, барлық өзен ағынының 76%-н Еділ өзені береді. Жауын-шашын мөлшері де біршама жоғары, жылма-жыл теңізге шамамен 100км³ жауын-шашын түседі. Барлық Каспий теңізі, тек солтүстік тайыз бөлігінен басқасы, айналма ағыс әсерінде, ол сағат бағытына қарсы ағады. Жалпы айналма ағыстың пайда болуының негізгі себебі - өзендермен тұщысу көп түсетін Солтүстік Каспийдің және ешқандай саласы жоқ Оңтүстік Каспийдің деңгейлерінің айырмашылығы болып табылады.

Температура. Жазғы уақытта су температурасы теңіздің барлық аудандарында шамамен бірдей—солтүстік бөлігінде 24⁰С, ал оңтүстігінде-27⁰С-ге дейін жетеді. Қыс кезінде Оңтүстік Каспийдің ашық бөліктерінде су температурасы 9⁰С-ден төменге түспейді, ал Солтүстік Каспийде температура -1⁰С-қа дейін төмендейді.

Каспий теңізінің *тұздылығы* мұхит суынан ерекше, каспий суы салыстырмалы түрде натрий мен хлорға кедей, ауыр сульфаттарға, кальцийге бай. Тұздардың бұндай қатынастары Каспий суын өзен суына жақындатады.

Каспий теңізінің орташа тұздылығы 12,7-12,85‰ болса, Қара-бұғазкөл шығанағында оның мөлшері 360‰-ден асады. Судың үстіңгі қабатындағы оттегі мөлшері жазда да, қыста да қанығуға жақын. Қыста оттектің ең жоғары концентрациясы (85-90 мг/л) Солтүстік Каспийдің жағалаумаңы тайыз суларына тән. Оңтүстік Каспийде қыста оттегімен жоғары деңгейде қанығу судың жоғарғы қабатында байқалады.

Каспий теңізінің гидрофаунасы. Каспий теңізі жайындағы алғашқы деректерді П.С.Паллас пен С.Г.Гмелин еңбектерінде (1769-1773 жж) келтіріледі. 1853 жылы Каспий теңізіне К.М.Бэрдің басшылығымен экспедиция ұйымдастырылды және осы теңіз жайында жан-жақты бай материал жиналды. 1874-1876 жылдары О.А.Гримм фаунаны зерттеу барысында алғаш рет Каспий теңізінің омыртқасыз жануарларының алуантүрлілігі жайында жазды.

XX-ғасырдың басында Н.М.Книповичтың басқаруымен кәсіптік маңызы бар балықтардың биологиясын зерттелді. 1934-1937 жылдары Каспий теңізінде ВНИРО экспедициясы жұмыс жасады. Ерекше көңіл бентофаг балықтардың қоректік базасына аударылды. Каспий теңізінің омыртқасыздар фаунасы бойынша толық деректер 1974 жылы жарияланған «Атлас беспозвоночных Каспийского моря» атты еңбекте көрсетілген.

Каспий теңізінің гидрофаунасы өзінің түрлік құрамының өзгешелігімен ерекшелінеді. Гидрофауна шығу тегі жағынан 5 топқа жіктеледі. *Бірінші топ*-автохтонды фауна, оның құрамына 510 түр енеді, ол барлық фаунаның 44%-н құрайды. *Екінші топ*-арктикалық, олардың ата-тектері қазір солтүстік теңіздерде кең тараған, олар Каспий теңізінде барлық фаунаның тек 1,2%-н (14 түр) ғана түзейді. Оларға көпқылтанды құрт (*Manayunkia caspia*), мизидалар-4 түр, бүйіржүзгіштер-4 түр, балықтардың екі түрі (*ақбалық, каспий албырты*), сонымен қатар *каспий түлені* (итбалығы) жатады. *Үшінші топ*-жерортатеңіздік түрлер. Бұл топтың түрлік алуантүрлілігі шамамен 230 түрді құрайды. *Төртінші топқа* тұщысулық формалар жатады. Олар теңізге Каспийге дейінгі суқоймаларына құйылатын өзендерден келген. Тұщысулық фаунаның арасында өзен ағындарымен келген түрлер көп. Бұл топқа балықтардан бекіретектестер, албырттектестер, шортантектестер, жайынтектестер, тұқытектестер және алабұғатектестер жатады. *Бесінші топ* тек теңіз қарапайымдыларынан (инфузориялардың 386 түрі және фораминифералардың 2 түрі) тұрады.

Гидробионттардың таралуын зерттеу барысында олардың түрлік алуантүрлілігі Солтүстік Каспийден Оңтүстікке қарай азая түсетіні байқалады. Бұл Солтүстік Каспийде Еділ өзенімен келетін тұщысулық планктон өкілдерінің және эвригалинді теңіздік формалардың мекендеуімен

байланысты. Теңіз суының тұздылығы арта бастауына қарай оның құрамынан тұщысулықтар және кейбір эвригалинді түрлер жойылады. Бұл жануарлардың түрлік алуантүрлілігінің азаюына алып келеді. Гидробионттардың сандық дамуы бойынша белгілі бір заңдылықты анықтау қиын, өйткені бір учаскелерде майда формалар басым, олардың саны биомассадан көп болады. Ал ірі түрлер, мысалы моллюскалар, басым болатын учаскелерде бұл жағдай керісінше.

Каспий теңізінің фаунасының өзіне тән ерекшелігі сол онда эндемик түрлер көп кездеседі. Әсіресе эндемиктер жоғары сатыдағы шаяндар арасында (90 түр), құрсақаяқты және тақтажелбезекті моллюскалар арасында (сәйкесінше 74 және 28 түр) басым, балықтардың 60-тан аса түрлері мен түршелері эндемиктер болып табылады.

Су деңгейінің ауытқуына, жаңа түрлерді жерсіндіруге және Каспий теңізінің ластануына байланысты ХХ-ғасырдың ортасында гидрофаунаның түрлік алуандылығында және қауымдастықтың сандық дамуында біршама өзгерістер байқалды.

Түптік омыртқасыздардың жаңа түрлерін мақсатты түрде жерсіндіру кәсіптік балықтардың қорек базасын оңтайландыруға алып келді. 1910 жылдан 1990 жылдар арасында Каспийде түптік омыртқасыздардың жаңа 18 түрі пайда болды (Филиппов, Аладин, 2003). Олардың арасынан *Mytilaster lineatus* (Gmel.) және *Abra ovata* қосжақтаулы моллюскалары, *Nereis diversicolor* көпқылтанды құрттары, *Palaemon elegans* креветкалары, *Rhithropanopeus harrisi* крабтары және мұртаяқты шаяндар ойдағыдай жерсінді. *Balanus improvisus* және *B. eburneus* мұртаяқты шаяндары Каспий теңізіне 1952 жылы Волго-Дон каналы ашылғаннан кейін енді. Олар алғаш рет 1955 жылы Солтүстік және Орталық Каспийден табылды. Қазіргі кезде теңіз жаңғақтары кемелер мен гидротехникалық құрылыстардың қапталуында басым рөл атқарады.

ХХ-ғасырдың 70-жылдарында Волго-Дон каналы арқылы енген кездейсоқ келімсектердің қатарына аурелия медузасы-*Aurelia aurita* болып табылады. 1980 жылы оның биомассасы 500 млн тоннаға және мнемипсис ескекшісінің-*Mnemiopsis leidyi* биомассасы 1-5 кг/м²-қа жетті. Ескекші-эвригалинді түр, ол теңіздің барлық аудандарына таралды, жыртқыш. Шаянтәрізділермен, балықтардың уылдырықтары және шабақтарымен қоректенеді. Ескекшінің енуі автохтонды түрлердің биомассасын 5-20 есе төмендетті, барлық экожүйеде көзге түсетіндей сандық өзгерістер тудырды.

Аборигенді түрлерге келімсектердің әсері. 1940-шы жылдардың аяғы мен 1950-ші жылдардың басында байқалған Солтүстік Каспийдегі келімсек-түрлердің таралуы мен жаппай дамуы түптік омыртқасыздардың автохтонды

түрлеріне әсерін тигізбей қоймады. Аборигенді формалардың кеңістікте орналасуы және маусымдық динамикасының сипатын талдау нереистің хирономидтерге, олигохеттерге және адакналарға теріс әсер ететінін көрсетті. Теріс әсердің көрінісі аборигендердің орташа молдылығының төмендеуіне және оларды байырғы мекендеу ортасынан ығыстырып шығаруымен байқалды.

1930-1980 жылдары түптік омыртқасыздардың аборигенді топтарының арасында дрейссеналар, гипанистер (*Adacna* және *Monodacna* туыстармақтары), олигохеттер мен шаянтәрізділер басым болды. 1930-1960 жылдары дрейссеналар мен кардийдтердің саны төмендеді, деседе 1980-ші жылдардың аяғында олардың санының біршама қалыпқа келгені байқалды. Бүйіржүзгіштердің, негізінен биомассалары өсті, бұл көрсеткіш 1986 жылы 1935 жылмен салыстырғанда 3 есе артты (Яблонская, Осадчих,1996; Карпинский,2000,2002). Оңтүстік Каспийде 1930-1980 жылдары Орталық Каспийдегі аборигендердің түрлеріндей түрлер басым болды.

Каспий теңізінде абралардың таралуын көптеген зерттеушілер жерсіндірудің абориген түрлеріне еш зиянсыз жүзеге асқаны деп көрсетеді. Деседе абраларды ендіру церастодермдерді және автохтонды каспийлік кардийдтерді байырғы биотоптарынан кетуіне мәжбүрледі. Бұлайша ығыстыру абралардың бәсекеге өте шыдамды болатынын көрсетеді: сүзгіш жылдамдығы жоғары және оттегі жетіспеуіне шыдамды. Орталық және Оңтүстік Каспийде митилястераның жаппай дамуы *Dreissena caspia* және *D. elata* (Andr.)толықтай жойылуына алып келді. Бұлар митилястераны ендіргенге дейін бұл аудандарда кең таралған-ды (Логвиненко,1965). 1970-1980 жылдары митилястераның санының біршама қысқаруына байланысты, Орталық және Оңтүстік Каспийде дрейссенаның қалып қалған түрлерінің саны біршама артты, ал Орталық Каспийде олар түптік қауымдастықта басымдылыққа ие болды.

Бекініп тіршілік ететін мұртаяқты шаяндардың-*Cirripedia* өкілдері теңіз жаңғақшалары-балянустарды енгізу келімсек түрлердің аборигенді формаларға оң әсер етуінің бірден-бір мысалы болып табылады. Баянустардың пайда болуы кейбір жергілікті түрлердің молшылығының артуына себепші болды. Өйткені теңіз жаңғақшаларының күрделі бақалшықтары басқа организмдер үшін толқыннан қорғануына және балықтардың жеуіне кедергі келтірді, сонымен қатар автохтонды организмдердің отырып тіршілік ететін формаларына бекіну беті болып табылды (Карпевич,1975).

XX-ғасырдың аяғында Каспийдің гидрофаунасын зерттеу барысында теңіз қауымдастығындағы организмдердің түрлік алуандылығы және орналасуы жайында жалпы сипаттама берілді (Касымов, Аскеров, 2001).

Каспий теңізінің *фитопланктонының* құрамында 500-ден аса түр мен түршелер анықталды, олардан Солтүстік Каспийде 400-ге жуық, Орталық Каспийде - 225, ал Оңтүстік Каспийде 70 түрдің мекендейтіні есепке алынды. Түр саны жағынан диатомды балдырлар (160 түр) басым болса, екінші орында жасыл балдырлар иемденді.

Каспий теңізінің зоопланктонынан 315 түр анықталды, олардың 216 түрі Солтүстік Каспийде, Орталық Каспийде-196 және Оңтүстік Каспийде 180 түр табылды. Планктонда түр саны жағынан инфузориялар басым, олар барлық фаунаның 43%-н құрайды, екінші орында коловраткалар (21,3%) және үшінші орында кладоцера (17%) түр, соңғыларының 15 түрі эндемиктер болып табылады. Деседе сандық қатынасы бойынша ескекаяқты шаяндар басым. Зоопланктонның биомассасының ең көп орналасқан жері үстіңгі 100 метрлік қабатта байқалады. Тереңдеген сайын бұл көрсеткіш төмендейді, 200 м тереңдікте үстіңгі қабаттағы биомасса көлемінің 50%-н құрайды.

Каспий теңізінің *микрзообентосы* омыртқасыздардың 500-дей түрін камтиды, олардың арасында түрлік құрамы бойынша инфузориялар басым (65%) болып келеді. *Макрзообентостан* 307 түр табылған, олардың арасында түр саны жағынан моллюскалар (120 түр) басым, екінші орында амфипода (74 түр), ал үшінші орында олигохеттер (31 түр) түр. Деседе бентостың көптігі және алуантүрлілігі 50-70 м тереңдікке дейінгі жоғарғы аймақта. 100 м-ден төменде түптік фауна сапалық және сандық жағынан кедей, негізінен мизидалардан тұрады. Солтүстік Каспийдің негізгі аймағында бентос биомассасы $1-30 \text{ г/м}^2$ аралығында ауытқыса, тереңсулы аймақтарда 100 г/м^2 -қа дейін өзгереді. Түптік жануарлардың максимум биомассасы Солтүстік Каспийде 50 м-ге дейінгі тереңдікте ($500-1000 \text{ г/м}^2$) бақыланған, бұл жерлерде нереис пен моллюскалар басым болды. Оңтүстік Каспийде бентостың ең жоғарғы биомассасы қысқы ($63,83 \text{ г/м}^2$) және жазғы ($51,26 \text{ г/м}^2$) кезеңдерге сәйкес келеді.

2005 жылы күзінде Каспий теңізінің қазақстандық акваториясында зоопланктонның 31 таксонға жататын өкілдері анықталған. Қауымдастықтың негізін шаяндардың эвригалинді және теңіздік түрлері (*Copepoda*-8 түр, *Cladocera*-5 түр), кең тараған эвригалинді коловраткалар (*Rotatoria*-8 түр) құрады. Зоопланктонның орташа саны $44,47 \text{ мың дана/м}^3$ құраса, биомассасы $299,25 \text{ мг/м}^3$ болды. Сандық көрсеткіштердің негізін ескекаяқты

шаянтәрізділер құрады. Олардың саны бойынша үлесі 82,5%, ал барлық қауымдастықтағы үлесі 95,5% болды (Стуге,2006).

2007 жылы маусым айында Солтүстік-Шығыс Каспийде зооплантонның 16 таксонына жататын организмдер табылды. Олар: медузалар-1 түр, коловраткалар-1 түрше, ескекаяқты шаяндар-2 түр, сонымен қатар түптік немесе бекініп тіршілік ететін организмдердің-моллюскалардың, мұртаяқты шаяндардың,шаянтәрізділердің және көпқылтанды құрттардың дәрнәсілдері. Саны жағынан планктон қауымдастығының негізін ескекаяқты шаяндар құрды (20,7 мың дана/м³ және 499,7 мг/м³), олардың үлесіне саны бойынша барлық зоопланктонның 94%-ы және биомассасы бойынша 98%-ы тиесілі болды.

2007 жылы маусымда Каспий теңізінің шығыс жағалауында зообентос құрамынан омыртқасыздардың 33 таксоны анықталды: құрттар-5 түр, моллюскалар-5, шаянтәрізділер-22, насекомдардың дернәсілдері-1 түр. Кездесу жиілігі бойынша олигохеттер (70-90%), *Hediste diversicolor* O.F.M.полихетасы, *Abra ovate* (Phil.) моллюскалар басым болды. Шаянтәрізділердің арасында *Stenocuma gracioloides* (Sars) және *Stenogammarus similes* (60-70%) басым болды.

2007 жылы зообентос, негізінен, құрттар, моллюскалар және шаянтәрізділер есебінен қалыптасты. Акватория бойынша орташа санды (52%) олигохеттер мен *Hediste* полихетасы құрды, ең басым шаянтәрізділер (36%) болды. Биомассаның негізін маңыздылығы жағынан құрттар мен шаянтәрізділермен бірдей болатын *A.ovate* моллюскалары (76%) түзді.

2008-2010 жылдары Каспий теңізінің қазақстандық бөлігінің зоопланктоны 82 таксонның өкілдерінен тұрды. 2009 жылы сәуір айында Солтүстік Каспийдің олигогалинді аймағында қауымдастықтың негізгі ядросын коловраткалар мен шаяндардың ащылаусулы және тұщысулы түрлері құрады. Олар:*Asplancha priodonta* (кездесу жиілігі 100%), *Notocla sarsi* (75%). 2009-2010 жылдары көктем айларында Орталық Каспийде кездесуі бойынша эвригалинді *Acartia tonsa* (100%) басым болды. 2008 жылы ащылаусулы аймақта *B.longirostris*, коловраткалар арасында *A.priodonta*, *B.diversicolor* және *Keratella tropica* басым болды. Мезогалинді аймақта ащылаусулылық эвригалинді коловраткалар (6 таксон) мен шашақмұрттылардың (7 таксон) үлестері артты. Солтүстік-шығыс Каспий суының максимум тұздануы кезінде (7,9-11,8‰) зоопланктон негізінен теңізден келгендерден тұрды. Олар *Blackforida virginica* медузасы және *Moerizia* туысы, *Mnemiopsis leidyi* ескекшісі, ескекаяқты *калянипеда* және *акарция*, моллюскалардың, полихеттердің, мұртаяқты шаяндардың дернәсілдері.

2009 жылдың қазан айында Солтүстік-Шығыс Каспийдің зоопланктон құрамынан 41 таксон анықталды. Олардың арасында 6 түр басым болды: 3 түр ескекаяқты шаяндар (*Acartia tonsa* Dana, *Calanipeda aquaedulcis* Krischagin, *Hflicyclops sarai* Akatova), 2 түр коловраткалар (*Brachionus quadridentatus* Herman, *Synchaeta stylata* Wierzejsky) және мұртаяқты шаян-*Cirripedia* gen.sp. Зоопланктонның орташа саны 39,66 мың дана/м³, биомассасы 171,05 мг/м³ болды. Саны бойынша басым топ-ескекаяқты шаянтәрізділер, олар барлық зоопланктонның орта есеппен алғанда 71,42%-н құрады. Зоопланктон биомассасын түзуде копеподтардың маңызы беогілі бір дәрежеге ие, бұл топтың үлесіне зоопланктон биомассасының орташа көрсеткішінің 64,92%-ы тиесілі.

Қазақстан көлдері. Алакөл көлдер жүйесі Қазақстанның оңтүстік-шығысында осы аттас ойпаттың тура орталығында орналасқан. Алакөл көлдері Балқаш көлінен басталып Қытай территориясындағы Эби-Нор көлімен аяқталатын көлдер тізбегінің буыны болып табылады. Алакөл көлдері солтүстігінде Тарбағатай жотасымен, оңтүстігінде Жетісу (Жоңғар) Алатауымен, шығысында Барлық жотасымен шектеледі.

Суалабының біршама ірі көлдері-Алакөл, Сасықкөл, Қошқаркөл. Алакөл тұзды, Сасықкөл тұщы, басқа көлдерде су тұщы болғанда Қошқаркөлдің суы әлсіз минералданған. Суалабының көптеген тұщы көлдері салыстырмалы түрде саяз. Олардың барлығы азды-көпті болса да ағысты.

Алакөл көлі-Алакөл көлдер жүйесінде ірі суқоймасы болып табылады. Алакөл ойпатының ең төменгі бөлімінде орналасқан. Тек өзінің салаларынан ғана су қабылдап қоймайды, сонымен қатар Алакөл тобының ірі көлдерінен де су жинайды. Көл ағынсыз, бұрыс алмұрт формалы, солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай созылған.

XX-ғасырдың 60-жылдарының басында оның максималды ұзындығы 104 км, ені-52 км (орташа 25,5 км), жағалау бойы ұзындығы-384 км, су бетінің ауданы 2560 км² (аралдарымен қоса алғанда 2686 км²), орташа тереңдігі-22,1 м, ең терең жері-54 м, суының минералдануы 1,2-11,6‰.

Алакөл көліне 15-тен аса салалар келіп құйылады, олардың негізгілері Ұржар өзені (көлге құйылатын жерүсті саланың 50%) және Емел (27,4%) өзендері болып табылады. Бұлардан басқа, көлді уақытша көктемгі суағарлар мен грунт сулары суландырады.

Алакөл көлінің түптік шөгінділері алуантүрлі, олардың арасында грунттің типтеріне тәуелді болуына қарай негізінен 2 биотопқа-сұр майлылай (алатын көлемі 54%) және майлылайлы құм (30%) – бөлінеді. Алакөл көлінің термиялық режимі тереңсулы көлдерге тән. Алакөлдің айрықша ерекшелігі

сол су массасының жел арқылы, әсіресе күз кезінде, күшті араласуы болып табылады. Өзінің тереңдігінің арқасында Алакөл жүйедегі басқа көлдермен салыстырғанда көктем-жаз кезеңінде жай жылынады және күзге жай салқындайды. Судың ең жылынатын кезі тамыз айының басында байқалады. Бұл кезде судың беттік температурасы көлдің терең бөлігінде 24-26⁰С-қа, ал тайыз жерлерінде бұдан 3-4⁰ және одан да жоғары болады.

Сасықкөл көлі үлкендігі бойынша Алакөлден кейінгі екінші орында. Көлдің ауданы 736 км², ұзындығы-49,6 км, ені-19,8 км, ең терең жері 4,7 м. Су массасының көлемі 2434 млн. м³, тұщысуының минералдануы 0,2-0,5%-ге жетеді. Көлдің бір ғана нағыз саласы-Тентек өзені, оның құйылысы осы суқоймасының ихтиофаунасы үшін негізгі өсіп-өну учаскесі болып табылады.

Қошқаркөл көлі –үлкендігі бойынша Алакөл мен Сасықкөлден кейінгі үшінші орында. Көлдің ауданы-120 км², ұзындығы-18,3 км, ені-9,6 км. Ең терең жері-5,8 м (орташа тереңдігі-407м), су массасының көлемі-488,75 млн. м³, судың минералдануы-0,8-2,0%. Көлдің формасы эллипстәрізді, солтүстіктен оңтүстікке қарай созылған, жағалауы шамалы болса да тілімденген. Көлдің тереңдігі бірте-бірте артады және көлдің оңтүстік-шығысында максимумға жетеді. Қошқаркөл көлінің салалары жоқ және Сасықкөл есебінен суға толады, ол жағалық белестен судың сүзілуі және жерүсті құйылымдары арқылы жүзеге асады. Сонымен қатар Жіңішкесу өзенінен де су алады.

Алакөл көлдер жүйесінің гидрофаунасы. Алакөл көлдерінің гидрофаунасын зерттеу XX-ғасырдың 40-жылдарынан басталған. Зоопланктон мен зообентостың құрамы мен сандық дамуы туралы деректер алғаш рет Н.О.Савинова мен А.М.Самоновтың еңбектерінде келтірілген. Көлдің зоопланктонның алғаш рет зерттегенде олардың жалпы саны 31 түрді құраса, зообентос аздаған хирономид дернәсілдерінен және олигохеттерден тұрған (Стуге және басқалары,2004; Эпова,2004).

Зоопланктон. Жүйенің үлкен көлдерінің зоопланктонын 1954 жылдың көктемі мен жазында ҚазССР Ғылым Академиясының Зоология институтының кешенді экспедициясының құрамында болған А.С.Малиновская зерттеді (Малиновская,1959). Көлдерде зоопланктон құрамынан 50-ге жуық түр табылған, олардың негізгісін коловраткалар (22 түр) мен шашакмұртты шаяндар (18 түр) түзеген. Ең көп түрлік алуандылық тұщысулы Сасықкөлде (43 форма) анықталған, ал тұзды Алакөл мен Қошқаркөлдің әрқайсысында 27 таксоннан табылған.

Одан кейінгі 30 жыл ішінде, яғни 1963-1996 жылдары, көлдің гидрофаунасы біршама толықтай зерттелді. 90-жылдардың аяғында Алакөл

көлдерінде зоопланктонның 88 түрі есепке алынды, негізгілері коловраткалар болды- 56 түр.

2002 жылдан 2005 жылға дейінгі зерттеулер көлдің зоопланктонының құрамында 107 су омыртқасыздарын болатындығы анықтады, олар негізінен коловраткалардан (61 түр), шашақмұртты (24 түр) және ескекаяқты (18 түр) шаяндардан тұрды. Сонымен, жарты ғасырлық кезеңде көлдің зоопланктонының құрамында 190 таксон есепке алынды. Формалардың ең көп алуандылығы Алакөл көлінде тіркелді (143 таксон).

А.С.Малиновскаяның зерттеулері бойынша (1956) Сасықкөл көлінің акваториясы бойынша 1954 жылдың тамызында коловраткалардың тығыздығы 2,4-тен 16,2 мың дана/м³, шашақмұртты шаяндар 1,1-ден 29,4 мың дана/м³ аралығында өзгеріп тұрды. Біршама минералданған Алакөлде сандық көрсеткіштері бойынша көлдің тұщыланған учаскелері бай болды -446,4 мың дана/м³ және коловраткалар басымдылық (73,9%) көрсетті, Ең кедей пелагиаль планктондары-31,3 мың дана/м³ және ескекаяқты шаянтәрізділер басым (51,5%) болды.

XX-ғасырдың 60-жылдарының екінші жартысында Сасықкөлдің зоопланктонының сандық даму деңгейі 50-жылдармен салыстырғанда 3,7 есе артты, ал Алакөлде зоопланктон молшылығы сол бұрынғы орнында қалса, Қошқаркөлде 2 еседей азайды. 80-жылдары Сасықкөл мен Қошқаркөлде қауымдастықтарда *Daphnia magna* ірі шаянының басым болуына байланысты зоопланктон биомассасы күрт артты. Сасықкөлде зоопланктонның жазғы биомассасының көрсеткіштері 1,64-тен 4,47 г/м³-ге, ал Қошқаркөлде-2,08-ден 5,95 г/м³-ке дейін көбейді.

XXI-ғасырдың басында (2001-2004 жж) Алакөл көлдер жүйесінің барлық учаскелерінде зоопланктонның сандық көрсеткіштерінің төмендеуі байқалды. 2004 жылы Алакөлде зоопланктонның сандық дамуы 20,6 мың дана/м³ және 0,2 г/м³ болды. Акватория бойынша саны 5,3 мың дана/м³-тан 29,7 мың дана/м³ аралығында ауытқыса, ал биомасса 0,06-0,3 г/м³ шегінде болды. Көлдің шығыс бөлігіне минималды көрсеткіштер тән-5,3 мың дана/м³ және 0,06 г/м³ болды. Суқоймасының солтүстігінде, Бесқопа өзені ықпал ететін аймақта, қауымдастықтың орташа саны 29,7 мың дана/м³ болса, биомассасы 0,2 г/м³ болды. Зоопланктоценоздың саны бойынша көшбасшысы коловраткалар (44,9%), биомасса бойынша шашақмұртты шаяндардың өкілі, негізінен *Daphnia galeata* (65,9%) болды. Көлдің батыс бөлігінде коловраткалар мен шашақмұрттылардың дамуы нашар, саны бір кубометрде бірнеше ондықтан аспады. Көлдің планктоны есекаяқты шаяндар қалыптастырды, олар биомасса және саны бойынша 100%-ды құрады.

Зоопланктон биомассасының төменгі шамасы, ең алдымен көлдің жағалаумаңы аймағына тән, оның сандық көрсеткіштерінің негізін коловраткалардың майда размерлі тобы құрайды, ал бір жерге жиналатын балықтардың шабақтары өте көп мөлшерде зоопланктонды жеп, олардың санын азайтты. 3 метрден ары қарай тереңдікте, ценоздың көшбасшысы шаянтәрізділер, солардың ішінде *арктодиантомус* болды. Осыған орай Бесқопа өзенінің әсер ететін аймағында (солтүстік бөлігі) және Кеңесбай бұғазының ашық бөлімінде (батыс бөлігі) биомасса шамасы біршама жоғары болады (0,6-0,9 г/м³-ге дейін).

Сасықкөл зоопланктонының минималды көрсеткіштері акваторияның батыс бөлігіне тән-28,6 мың дана/м³ және 0,5 г/м³. Жалпы айтқанда ескекаяқтылар тобы қауымдастық санының жартысына жуығын қалыптастырса, ал ірі шаяндар-сүзгіштер жалпы биомассаның 60%-ға жуығын түзеді. Көлдің шығыс бөлігінде зоопланктондардың саны 58,1 мың дана/м³-ге, биомасса-0,7 г/м³-қа жетті. Саны бойынша копепода шаяндар басым болса, биомасса негізін (81,2%) кладоцералар құрады. Көлдің оңтүстік бөлігінде зоопланктон биомассасы шығыс бөлігіне қарағанда басым (1,0г/м³). Осы көрсеткіш бойынша басым топ негізінен ескекаяқты шаянтәрізділер-61,3%, ал биомасса бойынша шашақмұртты шаяндар, олардың үлесі жалпы биомассаның 50%-нан астамын құрайды. Көл үшін зоопланктонның орташа саны 45,7 мың дана/м³, ал биомассасы 0,7г/м³.

Қошқаркөлде зоопланктон саны 186,4 мыңнан 40,5 мың дана/м³-қа дейін төмендеді. 2004 жылы зоопланктонның сандық дамуы аса жоғары деңгейде болған жоқ - 40,5 мың дана/м³ және 0,6 г/м³. Ескекаяқтылар басым, олардың үлесіне саны бойынша 82,0%, ал биомассасы – 76,0% тиесілі болды. 2005 жылы Қошқаркөл көлінде зоопланктонның орташа саны 223,8 мың дана/м³, биомасса-1,6г/м³, ескекаяқтылар басым, саны бойынша 73,8% және биомассасы-62,2% болды. Санының негізін *T.crassus* (39,5%), *A.salinus*(18,8%), *M.leuckarti* (15,5%) және *D.lacustris*(13,3%) қалыптастырады. Биомассасын осы түрлер құрады және олар мынандай қатынаста болды: *термоциклон*-44,0%, *диафанозома*-36,5%, *арктодиантомус*-12,6% және *мезоциклон*-5,7%.

Зообентос. Алакөл көлі басқа көлдермен салыстырғанда түптік фаунаның жоғары деңгейлі алуантүрлілігімен сипатталады. Оның құрамында барлығы 76 таксон есепке алынған, оның ішінде хирономидтердің дернәсілдері-18 формадан тұрады.

Сасықкөл бентосында, Тентек өзенінің атырауын қоса, гидробионттардың 40 түрі мен формалары анықталған, хирономидтер таксондары басым. Сағалық суқоймалары бентостың көзі болып табылады.

Төменгі сағаның түптік фаунасының көп болуына (35 түр), ол жерлерде су өсімдіктерінің күшті дамуы себебін тигізеді, оларға көптеген фитофилді формалар, әсіресе насекомдар жақын болады.

Қошқаркөл көлінің бентосында 2004-2005 жылдардың жаз айларында түптік жануарлардың 18 таксоны есепке алынған, олардың 13 хирономидтер дернәсілдері болды. Суқоймасының акваториясы бойынша кең таралғандар-*олигохеттер*, сонымен қатар хирономидтер- *C.gr.silvestris*, *Ch. plumosus*.

2001-2005 жылдар арсындағы зерттеулер Алакөл көлдер жүйесінің зообентос құрамында 93 түр мен форма анықталған. Ең көпсанды топ-насекомдар (70 түр), олардың арасында қосқанаттылар *Diptera* отрядының өкілдері басым болды, инеліктер-*Odonata* (11), қаттықанаттылар-*Hemiptera* (8) отрядтарының түрлері аз болды. Бентостың басқа таксондарынан құрсақаяқты моллюскаларды-*Gastropoda* (11) атауға болады.

Алакөл. 2004 жылдың мамыр-маусым айларында көлдің солтүстік бөлігінде (өзен жүйелерін қоса) және акваторияның шығысында бентоценоздың жоғары деңгейде дамуы байқалды- 801-841 дана/м² және 2,3-3,5 г/м². Солтүстік учаскеде түптік гидробионттардың саны хирономидтер дернәсілдерінен (29%) және олигохет-тубицидтерден (12,9%) қалыптасты. Биомасса бойынша хирономидтер дернәсілдері (64,5%) басым болды. Көлдің шығыс бөлігінің ауданында, суағарлармен тұщыланған, бентостың саны мен биомассасын хирономидтер дернәсілдері түзеді, олардың үлесі 50%-ға жуығын құрады. Зообентос өнімділігі ең төмен Алакөл көлінің ағынсыз біршама тұздылығы жоғары батыс бөлігі болып табылады, оның көрсеткіштері-200дана/м² және 0,1г/м². Суқоймасы бойынша зообентостың орташа саны 770 дана/м², биомассасы- 2,9 г/м² болды, саны (83,5%) және биомассасы (91,7%) бойынша хирономидтер басым. Қауымдастықтың барлық биомассасының 86%-н және санының 93%-н хирономидтердің дернәсілдері құрады.

Сасықкөл көлінің акваториясы бойынша зообентостың сандық көрсеткіштерінің орналасуының әртекті болатыны анықталған. Суқоймасының батыс жағалауында зообентостың саны мен биомассасы шығыс және оңтүстік бөліктеріне қарағанда біршама жоғары – 200 дана/м² және 1,18 г/м². Басқа аудандар бойынша көрсеткіштер 38-50 дана/м² және 0,05-0,34 г/м²-қа дейін төмендеді. Көлдің батыс бөлігіндегі біршама жоғары көрсеткіштер ондағы моллюскалардың басты рөлімен анықталады. Осы топ, бірақ тығыздығы мен массасы төмен, оңтүстік жағалауда да басым болды. Көлдің шығысындағы қауымдастықтың төменгі даму деңгейі бұл жерлерде майда тубицидтер формаларының басым болуына байланысты.

Қошқаркөл көлінің барлық акваториясы бойынша санның негізін хирономидтер дернәсілдері құрады (79%), олардың арасында бұл көрсеткіш бойынша *C.gr.silvestris* (24,6%) және *Ch. plumosus* (14,1%) басым болды. Хирономидтер қауымдастықта биомасса бойынша да жетекші орын алды (53,6%). Олигохет-тубицидтер үлесіне саны бойынша 30% және бентостың барлық массасының 20% тиесілі болды. Суқоймасы бойынша бентосты жануарлардың орташа саны 2004 жылы 115 дана/м², биомассасы-0,4 г/м² болды.

Алакөл көлдер жүйесінің гидрофаунасының алуантүрлілігі мен сандық дамуын салыстыратын болсақ, олардың дамуында суқоймасының гидрологиялық көрсеткіштеріне белгілі бір дәрежеде тәуелділік байқалады. Тұзды Алакөл көлі үшін зоопланктонның ең көп түрі-140-тан аса түр және зообентостың 70-тен аса түрі есепке алынған. Деседе планктонның саны мен биомассасы басқа екі көлге қарағанда біршама төмен болды. Мұндай орналасу Алакөл көлінің экологиялық алуандылығы өзен сағаларында тұщысулық формаларының және көлдің ашық бөлігінде ащылаусулық формалардың дамуына себепші болады. Бірақ биотоптардың шектелуі бұл көлде сандық дамудың тұщысулы Сасықкөлге және әлсіз минералданған Қошқаркөлге қарағанда барлық көрсеткіштері бойынша аралық орынды алатынын көрсетеді.

Балқаш көлі-Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы жартылай тұщы ағыссыз, Әлемдегі көлемі бойынша құрғамайтын екінші тұзды (Каспий теңізінен кейін) және ірі көлдер арасында он үшінші орындағы көл. Су алабы бойынша бұл территория екі табиғи ауданға-Балқаш көлі бассейніне және Алакөл ойпатындағы көлдер бассейніне бөлінеді. Балқаш көлінің бассейні Қазақстанның оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан және Алматы облысының территориясын, Қарағанды облысының оңтүстік-шығыс бөлігін, Шығыс Қазақстан облысының оңтүстік-батыс бөлігін және Жамбыл облысының шығыс бөлігін алып жатыр, сонымен қатар ҚХР-ң шегінде Синьцзян провинциясының солтүстік-батыс бөлігін де қамтиды. Балқаш көлі бассейнінің ауданы 413 мың шаршы км, оның 112 мың шаршы км, немесе 27%-ы ҚХР тиесілі.

Көл-ендік бағытта ұзынынан созылып жатқан суқоймасы. Ұзын арал түбегі ол шамамен теңдей бөліктерге бөлінеді: Саяз әрі жалпақ Батыс бөлімі және саяз бірақ тар Шығыс бөлімі, соңғысында біршама кең әрі терең Бөрлітөбе айдыны ерекше оқшауланады.

Балқаш көлі теңіз деңгейінен шамамен 340 м биіктікте орналасқан, оның ұзындығы батыстан шығысқа қарай шамамен 600 км-ге созылып жатыр. Ені шығыс бөлімінде 9-19 км болса, батыста 74 км-ге жетеді. Ең

терең жері 26 м, орташа 5,8 м болады. Айдынының ауданы 18200 км², сужинағышы - 41300 м² құрайды.

Балқаш өңірінің негізгі су көзі көлдің батыс бөлігіне келіп құйылатын Іле өзені болып табылады. Көлге құйылатын судың 80% Іле өзенінің және оған құятын Шелек, Шарын, Түрген, Талғар, Есік және басқада өзендердің үлесіне тиесілі. Көлге құяр тұста Іле өзені ауданы 8 мың км² болатын көптеген тармақтарымен (Құрлы, Ақөзек, Жиделі және т.б.) атырау түзейді. Көлдің шығыс бөлігіне Қаратал, Ақсу, Лепсі өзендері құяды. Қаратал өзені маңыздылығы бойынша Балқаш көліне мол су әкелетін екінші өзен болып саналады. 1950-шы жылдарға дейін көлдің шығыс бөлігіне су әкелетін Аягөз өзенінің суы қазіргі уақытта оған дейін жетпейді.

Көлдің ерекшелігі сол, ол қысқа бұғаз арқылы химиялық қасиеттері жағынан әртүрлі екі бөлікке бөлінген. Көлдің батыс бөлігі іс жүзінде дерлік тұщы, ал шығысы - тұздылау. Балқаш көлі жартылай тұщы көлге жатады — судың химиялық құрамы сукойманың гидрологиялық ерекшелігіне тәуелді. Көлдің батыс бөлігінің бастапқы суы дерлік тұщы (минерализациясы 0,7% 1,5 ‰ дейін құрайды) және өте лайлы (мөлдірлігі — 1 м). Шығыс бөлігі тұзды (3,5-6,27 ‰) және мөлдірлігі жоғары (5,5 м). Балқаш бойынша жалпы орташа минерализациясы — 2,94 ‰ (С.М.Романова, 2008). Деседе көлде судың өте күшті желдік ағысы болады, ол су мен тұзды айдындар арасында тұрақты түрде араластырып тұрады.

Балқаш көлінің тұщы бөлігінің тіршілігінің негізі оның биотасының еріген тұздарды ерімейтін қосылыстарға (CaCO₃, MgCO₃) айналдыруы болып табылады. Кальций мен магний карбонаттарының абсолютті массасы батыста 10,2 ммоль/л-ден шығыста 27,7 ммоль/л-ге дейін көтеріледі. Бірақта тұздардың жалпы концентрациясындағы олардың салыстырмалы мөлшері батыстан шығысқа қарай екі есеге жуық азаяды. Карбонаттардың, ең алдымен кальцийдің, бұлайша кедейленуі оның тұнбаға түсуімен жүзеге асады. Кальций карбонаты көлдің барлық аудандарында кездессе, ал магний карбонаты тек көлдің шығысында ғана байқалады. Кальций мен магний карбонаттарының және солармен бірге басқа металдар мен металеместердің иондарының қарқынды түрде тұнбаға түсуі нарқасында Балқаш суы металдардан (Mn, Cu, Zn) және фосфат қосылыстарынан тазаланады, өйткені соңғылары сутүбі шөгінділерінде жиналады.

Көлдің екінші ерекшелігі оның ілеспелі тасындылардан құтылуға қабілетті болуы. Іле және басқа өзендердің суларының құрамында саз бен құм өте көп болады. Балқаш қазаншұңқыры олармен шамамен 300 жылдың ішінде толып қалған болар еді, бірақ көл мыңдаған жылдар бойы сақталуда. Көл тұнба лайдың тасындыларын ұстап қалатын өзендердің атырауларымен

қоршалған. Атырауда өзендер ондаған не жүздеген қолтықтар мен өзектерге бөлінеді. Олардың арасында көлдер пайда болады, оларда тасындылардың седиментациясы жүреді. Су толықтай мөлдірлікке дейін тазарады, ал атырау көтеріледі, өседі, содан соң бірте-бірте жер бедерінің біршама аласа жерлерін тандап өзінің орнын өзгертеді.

Іле өзенінің алқабында және көлдің жағалауларында қамыстар ну тоғайлар түзейді, олар табиғи сүзгінің және суды ластаушылардан тазартушы қызметін атқарады. Ну қамыстар тасқындыларды жинайды және ұстап қалады, жағалаулардың деңгейін көтереді, көлдер мен арналардың жаңа жүйелерін қалыптастыратын тірі сүзгіш бөгеттер түзейді.

1970 жылы Қапшағай СЭС құрылысымен байланысты, суармалы егістіктерге су шығынының өсуімен су деңгейі төмендей бастады. 1970 жылдан 1987 жылдар аралығында су деңгейі 2,2 м төмендеді. Су деңгейінің төмендеуі, сонымен бірге Балқаш көліне құйылатын өзендердің атырауларын нашарлауға алып келді. Іле өзенінің бойында және көлдің жағалауында табиғи сүзгі қызметін атқаратын және ластанған судың тазартушылары болып табылатын ну қамыстар қурап қалды. 1986 жылдың аяғында атыраудың көптеген тармақтарынан бар болғаны төртеуі ғана жұмыс жасады. Атыраудағы 15 көл жүйесінен тек 4-5 ғана қалды. Қалған көлдерде су минерализациясы жоғарылады, суда пестицидтер мен ауыр металдардың мөлшері көбейді. Су деңгейінің төмендеуінің салдарынан оның минерализациялануының көтерілуіне, әсіресе Батыс бөлігінде, әсерін тигізді.

Өзендер ағысының 1988- 2002 жж. аралығында артуымен Балқаш көлі бассейнде су деңгейі айтарлықтай өсті және 2005 жылдың қаңтарында су деңгейінің 1,42 м жоғарлағаны байқалған, оны кейбір мамандар осы жылдардағы жауын-шашын мөлшерінің көптігімен байланыстырды.

Балқаш көлінің екінші проблемасы өндірістік орындардың қалдық суларымен, қалалық және ауыл шаруашылық қалдық сулар мен Балқаш тау металлургия комбинатының өндірістік техногенді қалдықтарымен ластануы болып табылады. «Балқаш мыс» көлдің тұщы су бөлігінің акваториясы мен оны қоршаған шөлді жерлерге үлкен мөлшерде мыс пен әртүрлі химиялық қоспалары бар түтін шығарады. Көлдің түбіне шамамен 9 мың тонна химиялық заттар шөгеді. ҚР ҰҒА мәліметтері бойынша Балқаш көліндегі ауыр металдардың мөлшері ШРК 3,3 – 10,6 есе көп.

Күріш өсіретін совхоздар күріш егістіктеріне тыңайтқыштармен бірге гербицидтерді себеді. Судан ДДТ, ГХЦГ сияқты ластаушы улар анықталған, оларды пайдаланудан он жылдан астам уақыт бұрын көптеген елдер, соның ішінде біздің елдер де бас тартқан.

Балқаш көлінің ластануына Іле өзені де өз үлесін қосады. Алматы қаласының қалдық суларының үлкен жинайтын орны «Сорбұлақ» бұзылғанда оның суының үлкен бөлігі Іле өзеніне түскен және осыдан Балқаш көліне келіп құйылғаны белгілі.

Балқаш көлінің гидрофаунасы. Гидробионттарды жүйесіз, кездейсоқ зерттеулер өткен ғасырдың 30-шы жылдары басталды және 70-шы жылдардың басында мұндай зерттеулер жүйелі түрде жылма-жыл жүргізілді. Өзіндік ерекшелігі бар суқоймасы жануарлар әлеміне бай және тұщысулық әрі кермексулық формалары мекендейді. Өткен ғасырдың 70-шы жылдарының ортасына дейін Балқаш көлінің жағдайы қалыпты болды. Сол кездегі жерсіндірілген барлық акклиматизанттар көлде тіршілік етуге өте жақсы бейімделді. Бірақта 70-шы жылдардың аяғында су деңгейі өте төмендеп кетті. Жүйе өте қатты күйзеліске ұшырады, кейбір аудандар балықшаруашылықтық маңызынан айырылды, балықтардың сапалық және кәсіптік қоры өзгерді.

Балқаш көлінің *фитопланктонында* өткен ғасырдың 30-шы жылдарынан 90-шы жылдар аралығында 300-ден аса бірклеткалы балдырлардың түрі белгілі болды. Көлдің батыс және шығыс бөлімдеріндегі фитопланктонның құрамында сапалық айырмашылықтар болды, ол судың минерализациялану мөлшерімен анықталы. Көлдің батыс бөлігі үшін тұщысулық альгофлора-аздаған галофилдер бар олигофилдер тән. Көлдің шығыс бөлігінде индиференттер мен галофилдер басым. Фитофаунаның құрамынан галофобтардың шығып қалуы және оның құрамында мезогалофобтардың пайда болуы судың тұздылығының артуымен байланысты. Шығыс Балқаштың балдырлар кешенінде диатомдылар (*Cyclotella*) мен көк-жасыл (*Microcystis*) балдырлар басым болып келеді. Батыс Балқашта 2000-жылдың басында фитопланктон биомассасы 0,255-тен 0,806 г/м³ –қа дейін ауытқыды (Стуге, Трошина, 2003). Бұл кезеңде көлден зоопланктонның 230-ға жуық түрі мен формасы анықталды, оның негізгілері қарапайымдылар (20%), коловраткалар (30%) және шашақмұртты шаяндар (20%) болды.

70-шы жылдары зоопланктондардың саны мен биомассасы бірте-бірте азайды және 1980 жылы бұл көрсеткіштер сәйкесінше 19,2 мың дана/м³ –ға және 0,57 г/м³ –қа дейін төмендеді. Планктон құрамында ірі шашақмұртты және ескекаяқты шаяндардың үлесінің артуына байланысты биомассасы 1980 жылы 0,61-ден 1984 жылы 1,86 г/м³ –қа артты. Зоопланктонда мұнымен бір мезгілде шаяндардың санының батысында 2,50-ден 1,6 г/м³ –қа, ал шығысында 1,2-ден 2,5 г/м³ –қа дейін төмендеді.

Зоопланктонның түрлік алуандылығының минимумы (6 түр) 1986 жылы бақыланды, ол көлге өте көп мөлшерде ластаушы заттардың түсуімен байланысты болды. Бұл жылы көлдің жекеленген аудандарында мыстың концентрациясы ШРК 39 есе артық болды.

Келесі жылдары түрлік алуандылықтың артуы байқалды, бұған су деңгейінің көтерілуі және суға түсетін ластаушылардың көлемінің азаюы да себебін тигізді 2005 жылы зоопланктон құрамында көлдің ашық бөлігінде коловраткалардың 70 түрі мен түршесі, шашақмұртты және ескекаяқты шаяндардың 50-ден аса түрі анықталды.

Іле өзенінде су құрлыстарын салу нәтижесінде келеңсіз өзгерістер жүзеге асты, тұщысулық формалар кермексулық формалармен алмасты, зоопланктон құрамынан шаянтәрізділердің фитофилді формалары жойыла бастады, ал 80-жылдардың ортасында коловраткалар толықтай жойылып кетті. Планктон құрамынан ең алдымен тұщысулық, ластануға біршама сезгіш болатын пелагикалық төменгі сатыдағы шаянтәрізділер мен коловраткалар түсе бастады. Көлдің акваториясы бойынша бар жерге галофилді желбезекаяқты *Artemia salina* шаяндары, шашақмұрттылардан эвригалинді ірі формалар-диафанозомалар тарады.

Көлдің *макрозообентосы* аборигенді және жерсіндірілген түрлерден тұрады. Олардың құрамында полихеттер (2 түр), шаянтәрізділер (6 түр) және моллюскалар (3 түр) бар.

Жалпақ құрттар. Балқаш көлінде турбелляриялар, трематодалар, моногенеялар, таспа құрттар кластарының өкілдері тіркелген. Олардың барлығы, турбелляриялардан басқалары, паразиттік тіршілік етеді. Балқашта және оған құйылатын суларда (Іле, Қаратал және басқалары) мекендейтін балықтарда трематодалардың 20-ға жуық түрі табылған. Ең қауіпты, балық шаруашылығына, әсіресе бөген шаруашылығына, белгілі бір деңгейде зиян келтіретін түрлердің қатарына *дактилогирус* жатады.

Көпқылтанды құрттар-*Nуrania invalida* және *N.kowalevskyi* жерсіндіру үшін төменгі Доннан 1962 жылы әкелініп, жіберілген. Екі түрде жақсы көндігіп, көлдік тұщыланған бөлімдеріне таралды. Бұлардың орташа биомассасы 1970-1986 жылдары 0,2-ден 0.45 г/м³ –қа дейін өзгерді.

Азқылтанды құрттардан 70-жылдары 10 түрі тіркелген, олар екі тұқымдастың *Tubificidae* және *Naididae* өкілдері. Тубифицидтердің 6 түрі кездеседі, олардың арасындағы *Limnodrillus hoffmeisteri* және *L.helveticus* Балқаштың батысында мекендесе, ал шығысында таралуына судың минерализациялануы кедергі келтіреді. Түтікшелі-*T.tubifex* ең көпсанды және кең тараған эвригалинді түр. Бұл түр 15-20 м тереңдіктегі доломитті тұнба лайлардан табылған. Өсімдік қалдықтары бар қоңыр-сұр тұнба лайда

мекендеуді ұнатады. Жаппай дамығанда бұл түрдің саны бір м² -де 400-420 данаға, ал биомассасы 1 м² -де 0,30-0,36 г-ға жетеді.

Өткен ғасырдың 50-шы жылдарына дейін Балқашта жоғары сатыдағы шаянтәрізділерден тек бір түр-*Rivulogammarus lacustris* бүйіржүзгіші ғана мекендеген. Бұл эвригалинді түр көлдің барлық аудандарына кең тарады. Ол су тұздылығының 5%-ге көтерілуіне шыдайды. Оның негізгі мекендейтін орны құмды қайраңдар, тасты биотоптар.

Бүйіржүзгіш - Corophium curvispinum Балқашқа 1962 жылы Донның атырауынан әкелінді. Олар 1972 жылға дейін Батыс Балқаштың барлық аумақтарында мекендеді. Жерсіндірудің алғашқы жылдарында-ак корофиидтердің саны Батыс Балқаштың бұғаздарында бір шаршы метрде төрт мыңнан көп болды және биомассасы бір шаршы метрде 7 г-ға жетті. 1970-1986 жылдар аралығында көлдің батыс бөлігінде корофиидтердің биомассасы 0,47-0,94 г/м² аралығында ауытқыды. Шығыс балқашта осы кезеңде олардың биомассасы 0,02-0,12 г/м² болды.

Пантогаммарус - Pontogammarus robustoides Балқаш көліне Қапшағай жасанды суқоймасынан 1983 жылы енді. Қапшағай суқоймасына ол 1983 жылы Еділдің атырауынан әкелінді. Балқаш көлінде тек батыс Балқаштың оңтүстік бөлігінде, атыраумаңы бұғаздарда тараған. Пантогаммарустардың таралған аумағында олардың биомассасы 5,0-8,0 г/м² , ал саны 300-500 дана/м² –қа жетеді.

Балқаш көліне 1958 жылы Донның төменгі ағысынан мизидалардың 4 түрі әкелінген. Бұлар Понто-каспий фаунасының эндемиктері - *Paramysis intermedia*, *P.lacustris*, *P.ullskyi*, *P.baeri*. Жіберілгеннен кейінгі екінші жылда бұлар көлдің батыс бөлігінің барлық акваториясын жайлап алды, ал *P. intermedia* ең кең таралған эвригалинді түр ретінде көлдің шығыс бөлігіне де енді. Мизидалардың максимум биомассасы 1965 жылы көлдің батыс бөлігінде 2,69 г/м² , ал шығысында-1,52 г/м² болды. 1970-1986 жылдар аралығында мизидалардың биомассасы батыс бөлігінде 0,56-1,62 г/м² –ге, ал шығысында 0,3-1,12 г/м² –ге дейін азайды.

70-80-жылдары Балқаш көлінде макрозообентос құрамынан 110-н аса насекомдардың дернәсілдері табылған. Насекомдар көлдің биоценозында негізінен қосқанаттылардан - *Diptera* (70-ке жуық түр мен туыс), инеліктерден - *Odonata* (13 түр), жылғалықтардан - *Trichoptera*(11 түр) және басқаларынан тұрды. Қосқанаттылардан ең көпсандылары хирономид-*Chironomidae* тұқымдасының өкілдері болды, олардың үлесіне бентос құрамындағы түрлердің 50%-ы (50 түр) тиесілі. Ең көп, 40 түр, *Chironominae* тұқымдасының үлесіне тиесілі болды. Олардың арасында судың

минералдануы 8%-ге көтерілгенге дейін шыдайтын *Ch.f.l.plumosus*, *Ch.f.l.salinarius* дернәсілдері көлдің барлық аймақтарында кездесті.

Өткен ғасырдың 60-жылдарының ортасында көлде моллюскалардың 13 түрі есепке алынды. Олардың арасында *Dreissena polymorpha* болды. 1900-1995 жылдары көлде моллюскалардың екі класына *Gastropoda*-құрсақаяқтылар және *Bivalvia*-қосжақтаулылар кластарына жататын 17 түрі есепке алынды. Құрсақаяқты моллюскалардың 13 түрі кездесті. Түрлік құрамның негізін *Lymnaeidae* тұқымдасына жататын 5 түр және *Planorbidae* тұқымдасына жататын 4 түр құрады. Лимнеидтер арасында кең тарағандары *L.snagnalis* және *L.auricularia* болып табылады. Бұлардың саны көлдің кейбір аудандарында 1 шаршы метрде 200-400 данаға жетті. Іле қошқармүйізінің - тоспа ұлуының (*L. Piensis*) Балқаш-Алакөл суалабының эндемигінің -саны аса көп емес, әдетте 1м² –де 20-40 данадай болды.

Балқаш көлінде мекендейтін қосжақтауды моллюскалар негізінен жерсіндірілген 2 тіссіз моллюска түрінен (*Unionidae* тұқымдасы) және түсті монодакнадан (*Cardiidae* тұқымдасы) тұрады. Аборигендерден Батыс Балқаштың құмды және жұмсақ тұнба лайлы биотоптарында мекендейтін тек *Euglesa henslowana* бұршақшасы (*Pisidiidae* тұқымдасы) ғана кездескен.

Су түптік қауымдастықтың көп жылғы орташа биомассасы 1939 жылдан 2012 жылға дейін 8,19±1,47 г/м² болды. Көрсеткіш мөлшері 1,30-дан 49,45 г/м²-ге дейін ауытқыды. 1960 жылдан 1966 жылға дейін макрозообентостың биомассасының қалыптасуында жоғарғы сатыдағы шаянтәрізділер (мизидалар, корофиидалар) басты рөл атқарды. 1966 жылдан бастап су түптік қауымдастықтың биомассасының артуы *Monodacna colorata* моллюскасының есебінен жүрді.

Көлдің батыс бөлігіндегі зообентостың түрлік құрамы минералдану 3,73%-ге дейін көтерілгенде 20 түрден аса азайды. 2004 жылы жазда судың минералдануының төмендеуі экологиялық жағдайлардың жақсаруына байланысты атыраулық суларда бентостың құрамында 90 –н аса таксонның түр болды және түптік организмдердің биомассасы 2-3 есе өсіп, 16,5 г/м² түзеді.

Макрозообентостың биомассасының көпжылдық өзгеруі гидролого-гидрохимиялық режимнің өзгеруі нәтижесінде жүзеге асады. Су деңгейінің төмендеуі, минералданудың артуы, таяз сулардың аудандарының қысқаруы көлдің эколого-биотоптық жағдайларының өзгеруіне байланысты. Ол өз кезегінде биоценоз құрылымының қайта құрылуына алып келді. Гидробиоценоздарда түрлік алуандылықтың азаюы тұщысулық формалардың қысқаруы есебінен жүзеге асты.

2000-шы жылдардың басында Балқаш көлінің экологиялық жағдайларының нашарлануына байланысты суқоймасын құтқарып қалу мәселесі тұрды. Іле өзенінен ҚХР территориясында суды жинау су деңгейінің төменденуіне алып келді. Су деңгейінің түсуі ең алдымен балықтардың уылдырық шашу орындарының кеуіп қалуына алып келеді, судың минералдануының орташа көрсеткіші 5,80%-ге жетуі де мүмкін. Іле өзенінің сағасы балық қорын қалпына келтіруде үлкен маңызға ие. Ол тек сағалық балықтардың түрлеріне ғана емес, сонымен қатар көлдік түрлерге де қатысы бар. Ұдайы өсіп, қалпына келу жағдайының нашарлауы ақыры соңында кәсіптік балықтар түрлерінің жойылуына алып келеді. Бұл мәселенің өзектілігі сондай, көл экожүйесін жақсарту жайындағы бұрында ұсынылған мәселелерді суалабының сушаруашылықтық жағдайының өзгеруін есептей отырып қайта қарауды талап етеді.

Қазақстанның жасанды суқоймалары. Қазақстанда 160-тан аса жасанды суқоймалары салынған, олардың арасында республикада біршама маңыздылары 26 суқоймасы болып табылады. Жасанды суқоймалары атқаратын міндеті бойынша энергетикалық, ирригациялық (жер суландыру), өнеркәсіптік және тұрмыстық сужабдықтау деп бөлінеі. Өзінің негізгі міндетінен басқа көптеген суқоймалары балық өсіру үшін пайдаланылады. Оңтүстік-шығыс Қазақстанда ең ірілері Қапшағай, Шығыс Қазақстанда Бұқтырма жасанды суқоймалары болып табылады.

Қапшағай жасанды суқоймасы кең көлемді тау аралық Іле алқабында орналасқан. Ол Алматы облысына қарасты Қаскелен, Шелек, Еңбекші қазақ, Талғар және Іле аудандарының солтүстік бөлігін қамтиды. Климат жағдайы, топырағы және өсімдіктері бойынша жасанды суқоймасы орналасқан аудан солтүстік типтегі шөлді аймақ болып табылады. Қапшағай суқоймасы Іле өзенінің орта ағысында 1969 жылдың күзінде салынған, оның суға толуы 10-12 жылға есептелінген болатын. Оның аты Іле өзенінің суын бөгеген бөгет салынған Қапшағай шатқалына байланысты қойылған. Суқоймасының негізгі сумен қамтамасыз ететін тамыры - Іле өзені, оның үлесіне түсетін судың 70%-ы тиесілі. Көптеген салалар суқоймасының сол жағалауына түседі. Олардың ішіндегі біршама үлкендері- Шарын, Шелек, Түрген, Есік, Талғар, Қаскелен өздерінің құйылысымен субасу аймағына еніп жатты. Субасу аймағына жататын көлдер аз және олардың мөлшері үлкен емес.

Қапшағай жасанды суқоймасы батыстан шығысқа қарай созылып жатыр, ұзындығы 200 км-ге жетеді, орташа ені-10-12 км, ең жалпақ жері-24 км, орташа тереңдігі-10-15 м, бөгет маңында тереңдік 40 м-ге жетеді. Суқоймасының грунты сұр майлылай (ил), онда майда құм мен өсімдік қалдықтарының қоспасы бар, майда құм мен қиыршық тасты әлсіз

қайырланған. Суқойманың бастауы жағында судың мөлдірлілігі 10-12 см-ден аспаса, бөгетке қарай 500-600см-ге жетеді. Судың үстіңгі қабатының температурасы көктемде 9⁰-тан 18⁰С-ке дейін ауытқиды, 10 м тереңдікте үстіңгі және түпмаңы қабаттардың температура айырмашылығы 2⁰С-тан аспайды, ал терең (15-25 м) учаскелерінде - 9⁰С. Жазда үстіңгі қабатта температура 22⁰С-қа жетеді, таяз жерлерде-28⁰С-қа дейін көтеріледі. Күзде үстіңгі қабаттың температурасы 13-17⁰С аралығында. Судың оттектен қанығу дәрежесі әруақытта 100%-дан асады, суқоймасындағы судың белсенді реакциясы (рН) 7,59-дан 8,74 аралығында ауытқиды. Тұздық құрамы бойынша су гидрокарбонатты класқа жатады, оның минералдануы 0,25-тен 0,54 г/л аралығында өзгеріп тұрады.

Суқойманың мекендеушілері. Суқоймадағы альгофлораның құрамында балдырлардың 340-тан астам түрі мен түршелері анықталған, олардың арасында көктемде диотомдылар, ал жазда-диатомды және көк-жасыл балдырлар басым. Фитопланктонның саны суға толтырудың алғашқы жылдарында 1,3-4,6 млн кл/л, ал кейіннен 11,6-79,9 млн кл/л аралығында өзгеріп тұрды. Су толғаннан кейін 10 жыл өткен соң жасанды суқойманың 3 аймағында: сол жағалауында планктонды балдырлардың саны -12,4, ашық бөлігінде-4,5 және судың тірелу аймағында (подпор) -0,5 млрд кл/л болғаны анықталды.

Суқоймасының алғашқы онжылдықтарында фитопланктон бойынша мәліметтерді салыстыру басым формалардың біршама қайта орналасқанын көрсетті. Жасыл балдырлардың рөлі артқандығы байқалды, өйткені суқоймасының өнімділігінің артқаны оны дәлелі болып табылады. Фитопланктонның айрықша ерекшелігі сол *Binuclearia lauterbornii* (Schmide) жіпшелі жасыл балдырдың жыл бойы өсуі. Фитопланктонның жалпы санының қалыптасуында жекелеген түрлердің қатысу үлесі өзгерді: оның құрамынан бұрында кешеннің басым түрлерінің бірі болған *Aphanizomenon flos-adauae* жойылды.

1982-1984 жылдарда жекелеген түрлердің қатынасы тұрақты болып қалды: бірінші орында үш жыл қатарынан жасыл балдырлар тұрды, ол жалпы түрлердің 39-45,5%-н құрады, екінші орынды диатомды (25,8-36,5%), үшінші орынды-көк-жасыл балдырлар (10,6-13,6%) алды. Бұл суқоймада сапалы фитопланктонның қалыптасқаны және тұрақтанғанын көрсетеді.

Жасанды суқоймада макрофиттер өте аз.

Қапшағай жасанды суқоймасының зоопланктонының қалыптасуы Іле өзені, оның салалары және бірнеше тайызсулы көлдердің қауымдастықтарындағы кедей пелагикалық түрлердің есебінен жүзеге асты. Көлдерде, негізінен, қамыс-қоға арасында мекендейтін және түпмаңы

шаяндары мен коловаткалары басым. Алғашқы 6 жылда суқоймада зоопланктондардың 114-121 түрі мен түршелері есепке алынды. Мезозоопланктонның жалпы тізімі 180-ге дейін артты. Олардың арасында коловаткалардың 124, шашақмұртылардың-38, ескекаяқтылардың 18 түрі болды. 1980 жылға қарай суқоймасының пелагиалында қарапайымдар арасында инфузорияның 56 түрінің табылуы оның құрамының артуына себебін тигізді (Малиновская,1983; Митрофанов және басқалары,1988; Шарапова,2011).

Суқоймасының толуының алғашқы екі жылында зоопланктон құрамы барынша алуантүрлі болды. Бұл кезде түр және түрше саны бойынша коловаткалар басым болды. Планктондардың біршама түрі макрофиттерге бай суқоймасымен канал арқылы байланысқан Қаракөл көлінің есебінен оншақты жылдар бойы толығып отырды.

Жасанды суқоймадағы саны көп зоопланктон түрлері жылдар бойынша жалпы санның шамамен 10%-н алды. Зоопланктоценоздың негізін *Daphnia longispina* (O.F.M.) шаяндары, *Asplanchna* туысына жататын *Neuterdiaptomus incongrues* (Pope) коловаткалары түзеді. 20 жылдық мониторинг планктофаунада 1990 жылға қарай мезозоопланктондардың 242 түрі мен түршесінің бар екендігін көрсетті. Кейіннен олардың алуантүрлілігі 184 таксоннан 75-60 түр мен формаға дейін азайды.

Қауымдастықта зоопланктонның әртүрлі топтарының қатынасы суға толтыру жылдарында өзгеріп тұрды. Суқоймасы пайда болғаннан кейінгі екінші жылда оның санының 56%-н коловаткалар түзді, осыған орай бұлардың саны максимум-170 мың дана/м³-ты құрады. Кейінгі жылдары тұрақты түрде ескекаяқтылар басым болды (44,2-58,7%). Бақыланған барлық жылдары өніп-өсу кезеңінде шашақмұртты шаяндардың саны арта бастады, олардың қауымдастықтағы үлесі 1971 жылғы 36,4%-дан кейінгі жылдары 62,3%-ға дейін көтерілді.

Қапшағай жасанды суқоймасының зообентосы. Лимнофилді фаунаны суқоймасына жеткізуші көздер жайылмалы Қаракөл мен Сарыкөл көлдері болды. Бұлардың макрозообентосының құрамында жануарлардың 132 таксоны белгілі, олардың 42%-ы насекомдардың үлесіне тиесілі болды.

Суқойманың алғашқы суға толтырудың 10 жылында түптік мекендеушілердің 80 таксоны, олардың арасында балықтардың қоректік қорын байыту үшін жерсіндірілген акклиматизанттардың 6 түрі бар. Бентостың құрамында насекомдар алуантүрлі (83%) топ, олар негізінен хирономидтердің дернәсілдерінен (79%) тұрды. Өзендерде басым болған реобионттар жаңадан пайда болған суқоймасында кездеспеді.

Суқойма пайда болғаннан бері оның түптік биоценозы да күшті өзгерістерге тап болды: кейбір түрлер күйзеліске ұшырап, жойылып кетсе, ал басқалары жаңадан пайда болды және кең тарады. Алғашқы жылдары хирономидтер дернәсілдерінің 5 түрі басым болды. Олар: *Ch. plumosua L.*, *Cryptochironomus crassiforseps Goetgh.*, *Glypotendipes barbires (Staeger)*, *Cladotanitarsus mancus (Walker)*, *Paratanytarsus sp.*.

Су толтырудан 15 жыл өткен соң бентостың түрлік құрамы 4 есе азайды, макрозообентостың негізін олигохеттер және *Ch. plumosua L.*, *Ch. Behningi Goetdh* хирономидтердің дернәсілдері құрады. Жасанды суқоймасындағы бентостың түрлік молдылығының кемуі псаммофилді және фитофилді формаларының жойылуы есебінен жүзеге асты. Суқоймасының түбінің бірте-бірте қайырлануы және макрофиттердің өте нашар дамуы олардың тіршілік жағдайларының нашарлануына алып келді.

Суқоймасының толуының бірінші жылы бентос тұтастай *Ch. plumosua* дернәсілдерінен тұрды, оның саны мен биомассасы кейбір жерлерде 2200 дана /м² және 10,4 г/м²-ге жетті. Екінші жылы түптік мекендеушілерінің саны 2 есе, ал биомассасы 3 есе азайды. Кейінгі жылдары бентостың саны мен биомассасы 1138-1094 дана/м² және 1,34-789 г/м² аралығында өзгеріп тұрды. Олигохеттер біртіндеп басым бола бастады, олар саны бойынша бентостың 90%-н асса, ал биомассасы бойынша-60%-дан 83%-ға дейін ауытқып тұрды.

Түптік мекендеушілердің құрылымдық құрамы суқоймасының учаскелері бойынша әртүрлі. Оның жоғарғы ағысында бентостың сандық дамуы нашар. Санының негізін олигохеттер (80%-ға дейін), биомасса бойынша хирономидтер ерекшелінді (28-74%). Орта ағысында саны мен биомассасы шамамен 2 есеге жуық көп. Саны бойынша құрттар басымдылығын сақтады, биомасса бойынша хирономидтердің рөлі маңызды, олардың үлесі 40%-ға дейін жетті. Бөгетмаңы учаскеде түптік жануарлардың сандық дамуы жекелеген маусымдарда 10 есеге дейін артты. Түптік қауымдастықтың сапалық құрамы шектеулі. Бентофаунаының құрылымдық құрамының аз болуы басым (доминанттық) кешендердің саны мен биомассасының артуына алып келеді. Бұл ауданда олигохеттер саны бойынша 93%-дан асса, биомассасы 65-80%-ды құрады. Экологиялық доминанттар-олигохеттер негізінен детритофагтардан-майлы лайлы шөгінділердегі өлі органикалық заттарды жұтатындардан, ыдырататындардан тұрады. Қауымдастықтағы қоректік тізбек детриттік тип бойынша дамыды, яғни өлі органикалық заттан микроорганизмдерге, одан детритофагтарға ауысады.

Мизидтердің жаппай дамуы суқойманың сол жағалауларындағы тайыз суларда бақыланды, ол жерлерде шаяндардың саны мен биомассасы сәйкесінше 93-6238 дана/м² және 0,33-12,89 г/м² болды.

Бұқтырма жасанды суқоймасы. Ол Ертіс өзенінің ағынын байлау барысында пайда болды. Ертіс - Шығыс Қазақстандағы ең үлкен өзен, бастауын Моңғол Алтайының бөктерлерінен алады және Қара Ертіс деген атпен Зайсан көліне құйылады, жазықпен ағады, ал сонан соң тау жоталарына енеді (моңғолша Ертіс сөзі-«жертесер» деген ұғымды білдіреді). Ертістен басқа оның оң жақтағы салаларының - Қалжыр, Күршім, Бұқтырма, Үлбі, Үбінің - алқаптары өте кең болып келеді.

Ертіс өзенінің ағынын үш мәрте байлау нәтижесінде оның жоғарғы ағысында үш жасанды суқоймасы- Бұқтырма (Ертіс сарқырамасындағы ең үлкен), Өскемен және Шульба- пайда болды.

Бұқтырма жасанды суқоймасының суалабы кенді Алтайдың ортасында бұрынғы Шығыс Қазақстан және Семей облыстарының (қазіргі Шығыс Қазақстан) территорияларында орналасқан. Бұқтырма суқоймасы 1960 жылы Зайсан (Жайсаң) көлінің (ауданы 180-200мың га), 350 км болатын Ертіс өзенінің алқабы және Қара Ертіс өзенінің сағасы негізінде құрылған. Морфологиялық, гидрологиялық және температуралық сипаттамасы бойынша жасанды суқоймасы 3 бөлікке: *жоғарғы-көлдік, ортаңғы-таулы-жазықтық және төменгі-таулық* болып бөлінеді. Көлдік бөлікке Зайсан көлі және Қара Ертістің кең құйылысы, оның ауданы 440 мың га, ұзындығы 200 км-ден астам, суқоймасының ең тайыз бөлігі, максимум тереңдігі 23 м. Көлдік бөлімнің су температурасының маусымдық өзгеруі аса терең емес шұңқырлардың болуымен, су массасының түбіне дейін желдің күшімен қарқынды араласуымен және ауа температурасына тікелей тәуелділігімен анықталады. Таулық-жазықтық бөлігінің ауданы 676 мың га, ұзындығы 102 км, ең терең жері 45 м. Бұл бөлімде таулық бөлімге қарағанда су температурасының ауа температурасына тәуелділігі нашар. Үстіңгі 4-5 метрлік суқабатының максимум температурасы (25,8⁰С) шілде айының екінші жартысында тіркелген, оның орташа ауытқуы 18-20,6⁰С шегінде болды. Түпмаңы горизонттарында температура 12-15⁰С-тан артпайды. Беткі және түпкі қабаттардың температурасының айырмашылығы 17⁰С-қа жетеді. Тамыздың аяғы мен қарашаның ортасы мен соңына дейін температура бірте-бірте салқындайды және қарашаның аяғы мен желтоқсанның басында су бетін мұз басады. Таулық бөлім-ауданы жағынан ең кіші (42,5 мың га) және ұзындығы 70 км, бірақ ең терең жері: максимум тереңдік 70 м-ге жетеді. Суқойманың таулық бөлімінде судың толықтай жылынуы судың 4-5 м жоғары қабатында жүреді. Су температурасының көпжылдық орташа

мөлшері шілде айында 14°C маңында, ал максимумы- $26-27^{\circ}\text{C}$. Түпманы қабатының температурасы $19,5^{\circ}\text{C}$ -тан аспайды, ал терең суқабатында температура $7,5^{\circ}\text{C}$ -қа жетеді.

Суқойманың оттектік режимі гидробионттар үшін өте қолайлы, оттеппен қанығуы жоғары-92,5-114%. Суының мөлдірлілігі бірдей емес, терең таулық-жаздық бөлімінде жоғары (1,2-7 м), ал көлдік бөлімінде-0,2-5 м.

Гидробиологиялық режим. Суқоймасында фитопланктон құрамында 200-дей түр мен түрше тіркелген, олардың арасында диатомды балдырлар басым, олар суқоймасы бойынша кең таралған. Жасанды суқойманың жеке бөліктеріндегі гидробиологиялық ерекшеліктерге байланыстық түр саны көлдік бөлімнен бөгетке қарай азая береді. 1975 жылы көктемде орташа саны 234 мың.кл/л, биомассасы 1,14 мг/л болды, фитопланктон негізінен диатомды балдырлардан тұрды. Бұлар саны мен биомассасы бойынша 99%-ды құрады. Жазда саны максимумға жетті-1,7 млн,кл/л, биомассасы-4,27 мг/л. Саны бойынша көк-жасыл (1,07 млн.кл/л) және диатомды (0,62 млн.кл/л) балдырлар басым болды. Күзде көк-жасыл және жасыл балдырлардың санының қысқаруына байланысты балдырлардың биомассасы 3,19 мг/л-ге дейін төмендеді. Фитопланктонның биомассасын құрауға көлдік бөлім белгілі үлесін қосады, оның үлесі фитопланктонның жалпы қорының 57,2%-нан 85,2 %-на дейінгі мөлшерін құрайды.

Органикалық заттарды өндіру көлемі бойынша (0,81-5,23 г/л) Бұқтырма суқоймасының көлдік бөлімін өте жоғарғы өнімділердің қатарына жатқызуға болады. Жоғарғы саязсулы және төменгі тереңсулы бөлімдерінің өнімділіктерін салыстыру түрлі жылдары саязсулы бөлімде шілде айында 1м^3 -та оттек мөлшері 0,61-ден 1,30-ға граммға дейін өзгертін болса, ал тереңсулы бөлігінде бұл көрсеткіш 0,19-дан 0,43 граммға дейін өзгертінін көрсетті, яғни көлдік бөліктің су массасы тереңсулық учаскелерге қарағанда 3 есе өнімді болатыны анықталды.

Макрофиттер. Бұқтырма суқоймасында жоғарғы сатыдағы су өсімдіктерінің қалыптасуын 2 этапқа бөледі. Біріншісі - ескі фитоценоздардың жойылумен және сонымен қатар жаңа фитоценоздың дамуымен сипатталады. Бұл үдірістер (процестер) 1971 жылға дейін, су деңгейі максимумға жеткенше, созылды. Жоғарғы сатыдағы су өсімдіктерінің бұрынғы Зайсан көлі мен Қара Ертістің құйылысында 35 түрі есепке алынды. Суқоймасының қалыптасуы кезеңінде көптеген түрлер жойылып кетті. Тек бұрынғы доминанттар-масақты егеушөптер, қара-көк мүйізжапырақ, шылаңдар сақталып қалды. Су деңгейі тұрақталғанда суқоймасында өсімдіктердің өсуі арта бастайды.

Келесі жылдары су деңгейінің төмендеуіне байланысты су өсімдіктері өскен үлкен учаскелер жойылды, фитоценоз бұзылды және осыған орай уылдырықшашу орындары азайды, өйткені жағалау аймағының учаскелері макрофиттерсіз күшті толқындар ұруына ұшырайды.

Бұқтырма суқоймасының зоопланктонында оның пайда болу кезеңдерінде омыртқасыздардың 327 түрі мен формалары есепке алынған. Олар негізінен коловраткалардан (167 түр), шашақмұрттардан (83 түр) және ескекаяқтылардан (51 түр) тұрады. Зоопланктон біршама бай бастапқы биофонд есебінен қалыптасты, оның құрамында 208 түр мен түрше болды, негізін Зайсан көлінің зоопланктондары құрады.

Суқоймасының алғашқы жылдарында түрлік құрам жылдан жылға қарай 156 түрден (1961 ж) 262 түрге (1965 ж) дейін өсті. Су деңгейінің жобалық белгісіне дейін көтерілуіне байланысты зоопланктонның сапалық құрамы және саны азая бастады. Суқоймасының пайда болуының сегізінші жылы 78 түр ғана қалды, яғни бастапқы биофонд 2,5 есе азайды.

Саны мен биомассасының ең жоғарғы көрсеткіштері саязсулы көлдік бөлімде, ал минималдысы- тереңсулы таулық бөлімінде есепке алынды. Көлдік бөлімде саны бойынша негізгі түрлер *Brachionus angularis* Gosse, *Notholca kabis*, *Polyarthra prolobo* коловраткалары, *Ceriodaphnia reticulana* шашақмұрттары, *Acanthocyclops viridis* (Jurie), *Mesocyclops asisticus* ескекаяқтылары, ал таулық-жазықтық бөлігінде-*Bosmina coregoni*, *Eudiaptomus graciodes* шашақмұрттары, ал таулық бөлігінде- *Synchaeta pectinata*, *Bosmina kessleri* және *Mixodiaptomus incrassatus* болды.

Келесі жылдары түрлік құрамның азаюына байланысты доминанттар алмасуы жүрді. Бесінші жылы біршама таралған түрлердің қатарында *Eucyclops serrulatus* v. *speratus* ескекаяқтылары (82%), *Mesocyclops oithonoides* шашақмұрттары (56,4%), *Bosmina coregoni* және *Asplancha priodonta* коловраткасы (36,8%) болды.

Зоопланктонның орналасуында суқоймасының жоғарғы саязсулы бөлімінен төменгі тереңсулы таулық бөлігіне қарай сандық дамудың кемитіні байқалады. Көлдік бөлікте зоопланктонның саны мен биомассасы ең жоғарғы мәнге ие болады және ол әр жылдың жағдайына тәуелді 156,9-245,2 мың дана/м³, биомассасы 6,14-18,35 г/м³ аралығында ауытқиды. Таулық-жазықтық ауданда зоопланктон саны және биомассасы бойынша аралық жағдайды 62,4-тен 239,3 мың дана/м³ және 210-нан 7,46 г/м³ арасынан орын алады. Зоопланктонның ең нашар дамуы таулық бөлікте байқалады. Оның саны 34,9-дан 55,5 мың дана/м³, ал биомассасы-1,9-дан 4,25г/м³ өзгеріп отырды.

Бұқтырма жасанды суқоймасының планктонды шаянтәрізділердің орташа сандық көрсеткіштері 2007 жылы 451,5 мың дана/м³ және 4688 мг/м³ құрады. 2006 жылмен салыстырғанда шаянтәрізді планктондардың көрсеткіштері өсті: саны шамамен 2,5 есе, биомассасы 4 еседен артық болды. Алдындағы жылдары биомассаның негізін коловаткалар түзгенін ескерсек, онда шаянтәрізділердің жаппай дамуға жеткенін байқаймыз, яғни олардың сан бойынша үлесі 75%-ды, биомассасы бойынша 97%-ды құрады (Евсеева, 2011).

Суқойманың мекендеушілері. Суқойманың макрозообентосы Ертіс өзенінің, жайылма суқоймаларының, Зайсан көлінің және Қара Ертістің сағаларының биофондысының есебінен қалыптасты. Бұлардан 160-тан астам түр мен формалар анықталды, олардың ішінде хирономидтер дернәсілдерінің 50, біркүндіктердің 23, қандалалардың 20, моллюскалардың 17 және басқа таксондардың бірлі-жарым түрлері болды.

Бұқтырма суқоймасының алғашқы жылдарындағы ондағы бентос құрамы жоғарыда көрсетілген суқоймаларының бентостарындай болды. Барлығы 120 түр мен форма анықталды. Жаңа суқоймада зайсандық түрлердің 78,3%-ы, ескі арналардан 44,1%-ы, Қара Ертіс сағасынан 45,4%-ы енді. Олигохеттер суқойманың барлық бөліктерінен табылды, ал Қара Ертісте көп болатын реобионттар жаңа жағдайда жойылды.

Суқоймада алғашқы пайда болғандар хирономидтердің дернәсілдері. Олардың арасында негізінен *Ch. plumosus*, *Ch. semireductus*, *Procladius sp.* кең тарайды және саны жағынан да басым болды.

Суқойманың алғашқы он жылында макрозообентостан 300-ге жуық түр мен формалар анықталды, олардың 90 формасы хирономидтердің дернәсілдеріне тиісті болды. Кездесуі бойынша бентос құрамында олигохеттер (80%) және хирономидтер дернәсілдері басым, олардың арасында *Procladius sp* (55,3%) және *Ch. plumosus* (39%) кең таралған болып табылады. Хирономидтер дернәсілдері суы таяз көлді ауданда мекендесе, ал олигохеттер мен моллюскалар-тереңсулы таулы ауданда көптеп кездеседі.

Бентофаг балықтардың қоректік базасын байыту мақсатында 1966-1973 жылдары суқоймасына омыртқасыздардың 10 түрін жерсіндірді. Олардың арасында *Paramysis lacustris*, *P. intermedia*, *Mysis relicta* мизидалары, *Gmelinoides fasciatus*, *Micruropus possolskii*, *Pallasiola quadrispinosa* бүйіржүзгіштері болды. Жоспарланған қоныстанушылармен бірге суқоймада моллюскалардың 3 түрі- *Unio pictorum*, *Viviparous viviparous*, *Lithoglyphus naticoides* тіршілік етуге бейімделді.

Суқойманың барлық акваториясында *Anadonta piscinalis Nilsson*, *Vlvata depressa C.Pfeiffer*, *Lumnaea auricularia* моллюскалары, олигохеттер, *Pisicola*

geometra сүлігі, *Procladius sp*, *Cladotanytarsus sp.*, *Chironomus plumosus*, *Cryptochironomus sp.*, *Limnochironomus sp.*, *Polypedilum nubulosum*(Meigen) хирономидтер дернәсілдері, сонымен қатар кейбір акклиматизанттар-понтотаспийлік мизид *P.lacustris*, байкал гаммарусы *G.fasciatus* және *U. pictorum* моллюскалары кездесті. 2005-2009 жылдардағы зерттеулер бойынша Бұқтырма суқоймасының макрозообентос құрамынан омыртқасыздардың 66 түрі мен формасы табылған, олардың арасында хирономидтер дернәсілдері (27 таксон) және моллюскалар (15 түр) алуантүрлі. Түптік омыртқасыздар суқойманың көлдік-өзендік бөлігінде минималды (34 түр), ал таулы-жазықтық бөлігінде максималды (44 түр) болды.

Суқойманың гидробиологиялық режимінің қалыптасу процесінде бентостың саны мен биомассасы біршама өзгеріске ұшырады. Алғашқы төрт жылда олар бірте-бірте артты және 1963 жылы біршама өсіп, суқойманың кейбір учаскелерінде саны 281-ден 1630 дана/м²-ге, биомассасы 3,77-ден 9,30г/м³-ге жетті. 1973 және 1974 жылдары бентостың биомассасының орташа көрсеткіші суқойма бойынша өзгеріске ұшырамады - 4,07 және 4,00 г/м³ болды. 1975 жылдан бастап аз мөлшерде 3,26-дан 3,42 шегінде ауытқыды, яғни ол тұрақтана бастады.

Суқойманың саязсулы көлдік бөлігінде олигохеттердің қорының бірте-бірте өсе бастауы, мизидалардың саны мен биомассасының төмендеуі, сол сияқты гаммарустар қорының азаюы байқалды.

Көлдік бөлікте түптік омыртқасыздардың орташа саны 2005-2009 жылдары 739-1232 дана/м² аралығында ауытқыды, яғни шамамен 3,8 есе, биомассасы 3,0 есе төмендесе, гаммарустардың қоры орта есеппен алғанда 6-16 есе азайды.

Суқойманың бентосының жалпы биомассасы 5-11 г/м² аралығында ауытқыды. Көлдік және таулы-жазықтық бөлімдерінің өнімділігі біршама жоғары болды (10,5 г/м²). Түптік омыртқасыздардың қоры бойынша таулық бөлігі өнімділігі орташа болтын суқоймаларына сәйкес болды. Санының негізін олигохеттер, биомассасының негізін олигохеттер мен моллюскалар құрады.

Басқа жасанды суқоймаларының биоценоздары бойынша мәліметтер ХХ-ғасырдың 80-жылдарындағы жағдайлары бойынша «Гидрофауна водохранилищ Казахстана» монографиясында жарияланған.

Тау өзендері. Қазақстан территориясында үлкенді-кішілі өзендердің өте көп екендігі белгілі. Олар жазықтық және таулық деп бөлінеді. Жазықтық өзендердің гидрофаунасы жайында мәліметтер жеткілікті. Ал таулық өзендердің гидрофаунасы толықтай зерттелмеген. Оқулықта Іле Алатауынан

бастау алатын өзендердің зерттелу тарихы мен гидрофаунасы қарастырылады.

Солтүстік Тянь-Шанның тау өзендерін зерттеу жайындағы алғашқы жұмыстарды 1882 жылы Мартенсен бастаған. Ол Күнгеі Алатауының Әлемдік мұхиттың деңгейінен 3300м биіктікте орналасқан суқоймаларынан алғаш рет *Sussinea martensia* моллюскасын сипаттап жазған. 1915 жылы Мартынов жылғалықтарды зерттеу барысында жылғалықтың жаңа түрін-*Phyacophila gigantean* тапқан. Кейіннен 1926-1930 жылдары ол Есік өзенінің біркүндіктер, көктемдіктер және жылғалықтарының түрлік алуандылығын зерттеді. 1937-1938 жылдары ҚазМУ-дың (қазіргі ҚазҰУ) доценті Н.З.Хусаинова Солтүстік Тянь-Шанның теңіз деңгейінен 1700 және 3100 м биіктікте орналасқан альпілік және субальпілік көлдерінің (Шелек өзенінің бассейні) гидрофаунасын зерттеді. Суқоймаларының жоғарғы және ортаңғы ағыстарының гидрофаунасы жайында материалдар жинады.

Іле және Күнгеі Алатауларының суқоймаларының – Түрген, Шелек, Көлсай өзендері және Көлсай көлдері жүйесінің гидрофаунасын зерттеу 1964 жылы құбылмалы бахтақты (радужный форель) жерсіндіру кезінде басталды. Зерттелген суқоймаларының фаунасында қосқанаттылардың хирономидтер-*Chironomidae* тұқымдасының дернәсілдерінің 70-ге жуық түрі мен формалары табылды. Хирономидтердің түрлік құрамының негізгі бөлігін (74%) ортокладииндер-*Orthocladinae* тұқымдас тармағының майда, реофилді формаларының өкілдері құрады, ал хирономин-*Chironominae* тұқымдас тармағының үлесіне 20%-ы тиесілі болды. Ортокладииндерден ең көпсандылары *Diamesa*, *Eukieferiella* туыстарының суықсүйгіш литореооксифилді формаларының өкілдері. Өзендердің жоғарғы учаскелерінде пелореофилді, ал төменгі учаскелерінде-бриофилді формалары басым болды (Курманғалиева,1976).

Тянь-Шань тауының өзендерінің омыртқасыздары белгілі мақсатта зерттеу жұмыстары 1967 жылдан бастап К.А.Бродскийдің жетекшілігімен бірнеше жыл қатарынан жүргізіліп, тау өзендерінің фаунасы жайында мәліметтер алуға мүмкіндік туды. К.А.Бродский ІлеАлатауы өзендерінің, нақтылы Есік өзені мен Алтай жотасындағы Ақбура өзенінің гидрологиялық факторлары мен гидробионттарын мұқият зерттеу барысында тау өзендерінің әртүрлі учаскелерінде организмдердің орналасу заңдылықтарын анықтады.

Есік өзені - әртүрлі учаскелерде өзеннің ені 3-5 м-ден 7-8 м-ге дейін өзгереді, ал тереңдігі 25-30см-ден 1,0-1,5 м-ге дейін ауытқиды. Тянь-Шанның таулы тасқынында ағыстың жылдамдығы 3м/сек болса, төменгі ағысы мен өзеннің аяғында 0,006м/сек-ке дейін азаяды. Тянь-Шань өзендері үшін ағыс жылдамдылығының маусымдық өзгерісі тән: көктемде су тасқынының

деңгейі жоғарылаған кезде ағыс жылдамдығы артады, ең қатты ағыс маусым-шілде айларында байқалады, содан соң қазан-қараша айларында азаяды және қыс кезінде минимумға жетеді. Су шығының көбеюі ағыс жылдамдығының және су деңгейінің артуына алып келеді, яғни тау тасқынында барлық абиотикалық және биотикалық орта белгілі-бір ретке келген жүйе болып табылады.

Әдетте тау өзендерінің гидробионттары зоналар бойынша орналасады. Өзен учаскелерінің арасындағы зоналардың шекарасын бөлу үшін олардың физико-химиялық жағдайларын, индикаторлық организмдердің таралуын, түр саны мен ондағы особтардың саны еске алынады. Есік өзенінің вертикаль аймақтары 7 зонаға бөлінген, оның негізіне тамыз айындағы физико-гидрологиялық факторлар алынды. *Бірінші зона* - мұздық, мәңгі қардың шекарасы теңіз деңгейінен 4000-3000 м, су температурасы шамамен 0⁰С. Өзіне тән насекомдар жоқ, жалғыз ғана өкіл - *Phaenocladins sp.* хирономидтің дернәсілі. *Екінші зона* мұздықтың бастауы - мореналық аймақ, ең биіктігі теңіз деңгейінен 3000-2900 м, ағыс жылдамдығы тым күшті емес-шамамен 2 м/сек, суы мұздықтың майлы лайының (ил) әсерінен лайлы болып келеді. Бұл учаскеде қосқанаттылардың дернәсілдері-хирономидтердің *Ortholadiinae* тұқымдасының 2 түрі және біркүндіктер-*Ephemeroptera*, жылғалықтар-*Trichoptera*, көктемдіктер-*Plecoptera* отрядтарының бір-бір түрі, барлығы 5 түр табылды. *Үшінші зона* - тау өзенінің жоғарғы ағысы, қылқан жапырақты орман зонасы, абсолютті биіктігі 2900-1800м, судың температурасы 3,0-8⁰С. Су ағысының жылдамдығы күшті-3-4м/сек-тан артық. Грунттың қозғалысы екінші зонаға қарағанда баяу. Насекомдар дернәсілдерінің арасында алдыңғы зонадағы отрядтардың өкілдері, бірақ қосқанаттылардан тағы да екі тұқымдасының-*Blepharoceridae* және *Deiterophlebiidae*-өкілдері кездесті. Соңғыларында субстратқа (төсенішке) жабысатын сорғыштары болады. Барлығы 7 таксонның өкілдері анықталған. Өзеннің бұл учаскесінде литореофилді формалардың ең көп түрі табылған. *Төртінші зона* - өзеннің ортаңғы ағысы. Оның бастауы қылқан жапырақты орманның төменгі шекарасы, ол жалпақ жапырақты және бұталы зоналарға дейін созылып жатады. Абсолютті биіктігі 1800-100 м, су температурасы 8-12⁰С. Ағыс жылдамдығы 3-4 м/сек., кейбір жерлерде грунт қозғалмалы. Бұл зонада алдыңғы учаскеде кездескен отрядтардың өкілдері табылған, бірақ түр саны 25-ке дейін жетеді. Ол саны аз болатын лимнореофилді формалардың пайда болуына байланысты. *Бесінші зона* өзеннің төменгі ағысы, ол тау етегіне дейін созылып жатады, абсолютті биіктігі 1000-800 м, орташа температурасы 12-17⁰С, ағыс жылдамдығы 2,0 м/сек-ке дейін, грунты майда тас, ірі және ұсақ тастар, кейбір жерлерінде лай тұнған. Зообентос өкілдерінің саны

алдыңғы зонаға қарағанда 3 есеге жуық азайған, ең көп кездесетіндері біркүндіктердің дернәсілдері (6 түр). *Алтыншы зона* - далалық (өзектерге айналу), абсолютті биіктігі 800-700 м, су температурасы 17-29⁰С, су ағысының жылдамдығы күрт 2 м/сек-тен 0,09 м/сек-ке дейін төмендейді. Бұл учаскенің грунты майда тасты, қиыршық тасты, құмды, өзен қойнауларында (бухталарда) тұнба лайлы, өзен аңғары жалпақ әрі кең болып келеді. Өзіне тән су насекомдары жоқ. Зонаның бастамасында псаммофилдердің (хириномидтер, біркүндіктер) бірен-саран өкілдері кездеседі, қалғандары қосқанатты эврибионттардың *Chironomidae* және *Simulidae* дернәсілдері. Соңғы, *жетінші* эколого-фаунистикалық зона - жазықтық және шөлейтті зоналар. Абсолютті биіктік 700 м және оан төмен, температура шамамен 30⁰С, ағыс жылдамдығы өте баяу (0,06 м/сек) грунты-құм, тұнба лай. Бұл зонада таулық бөлімдегі барлық фауна жойылады, ағынсыз суқоймаларының формалары-лимнобионттар пайда болады.

Жоғарыда келтірілген эколого-фаунистикалық зоналардың классификация бойынша бентостың түрлік алуандылығы және сандық көрсеткіштері абиотикалық факторларға (су ағысының жылдамдығы, грунт пен температура) байланысты өзгеретінін көрсетеді. Абиотикалық факторлардың өзеннің бастауынан сағасына дейінгі өзгеруіне қарай реофилді формалардың ауысуы және лимнофилді формалардың түрлік алуандылығы және сандық дамуы артады.

Литореофилді омыртқасыздардың дрейф-ағызып кетуге бейімдеушілігі күшті ағыс кезінде организмдерді субстратта ұстап тұруға көмектеседі. Морфологиялық бейімдеушілік насекомдар дернәсілдерінің құрылысының көптеген белгілерінде байқалады (10 А,Ә-сурет).

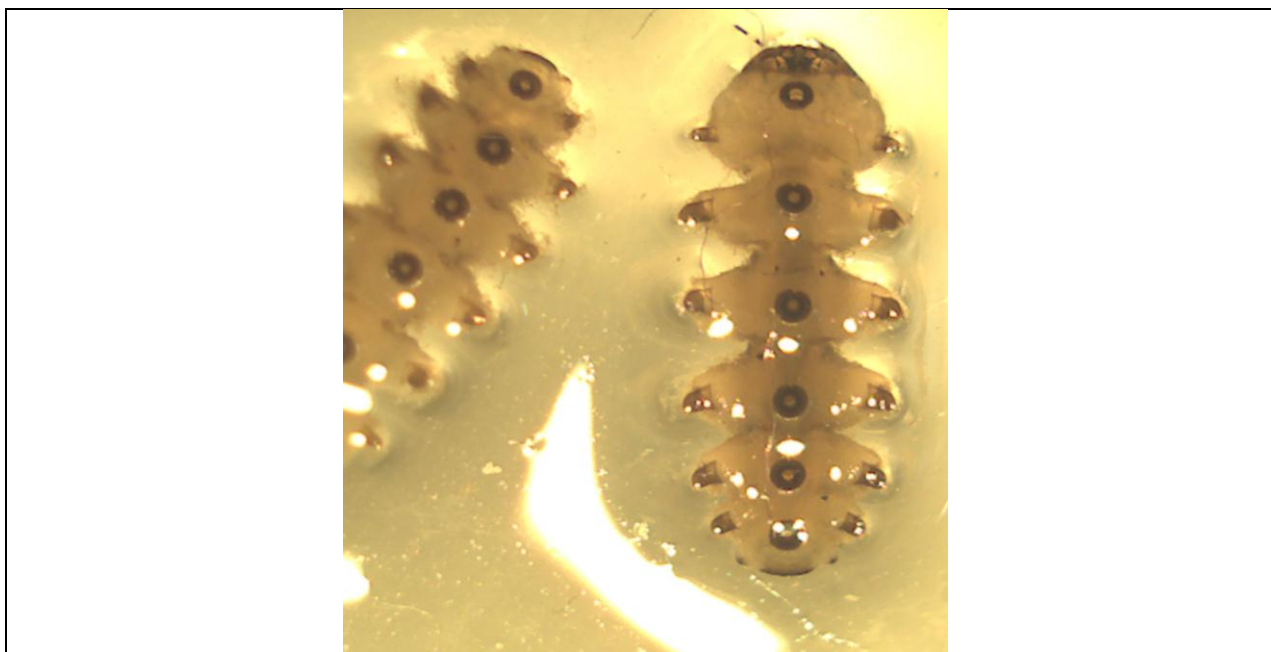


Олардың денесі жалпақ-арқа жағы тегіс, сусымалы формаға ие; дернәсілдер аз қозғалады немесе субстратқа бекінген, мысалы, біркүндіктер мен көктемдіктердің дернәсілдері; тау өзендерінің қатты ағысты жерлерінде тіршілік ететін өкілдерінде »жабысатын» арнайы органдары болады және олар-майда формалар болып келеді.

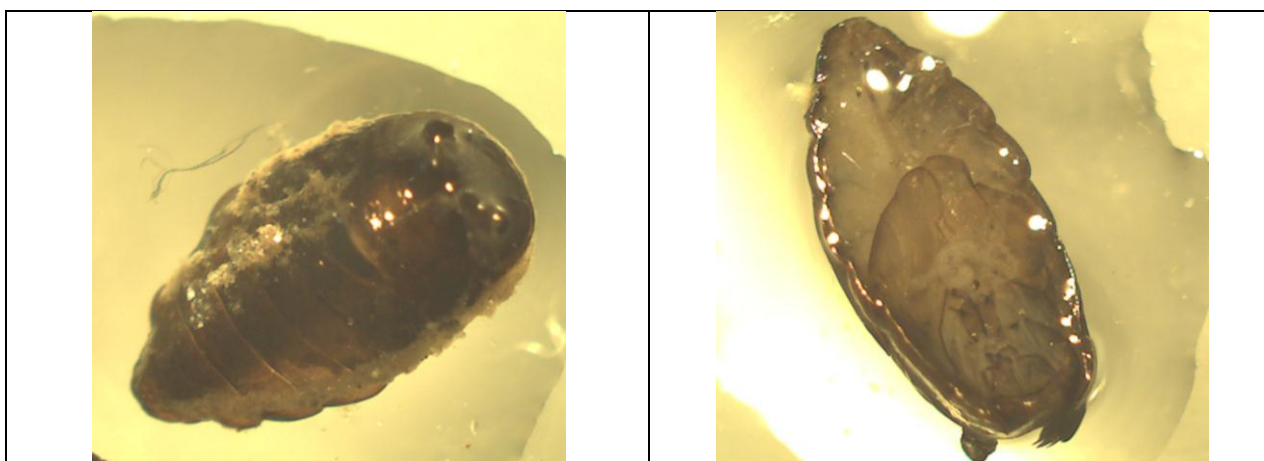
Жылғалықтардың дернәсілдері жібек бөлетін бездерінің көмегімен жіпшелер түзуге қабілетті. Жібек әртүрлі қапшықтар жасау және қатты субстратқа бекіну үшін қолданылады. Дернәсілдердің аяқтары өте күшті, олар тырнақшалармен жабдықталған (11А,Ә -сурет).



Тау өзендерінің қатты ағысты жерлерінде тіршілік ететін *Blepharoceridae* тұқымдасына жататын қосқанатты блефароцеридтің дернәсілдеріндегі арнайы бейімдеушіліктер нағыз «гидравликалық» сорғыштар болып табылады. Блефароцерид дернәсілдерінің денесінің қысқарғаны сондай, ол сорғыштарға «топтанады». Басы торакспен және бірінші құрсақ мүшесімен бірігіп кеткен, нәтижесінде бір сорғышы бар алғашқы жалған сегмент пайда болады. Төрт құрсақ сегменті, әрқайсысында сорғышы бар, және сорғышы бар соңғы жалған сегмент болады. Күшті әрі көбіктеніп ағатын тау өзенінде тіршілік етуге осындай өте жетілген бейімдеушілік оларды үлкен қойтастардың толқын ұратын жағында жабысып тұруына мүмкіндік жасайды, ал басқа жануарлар мұндай жағдайда шайылып кетуі мүмкін (12,13 -сурет).



12 – сурет. *Blepharocera asiatica* дернәсілі (құрсақ жағынан қарағанда);



А

Ә

13 сурет. Блефарацерида куыршағы: А – арқа жағынан қарағандағы көрінісі, Ә – құрсақ жағынан қарағанда

Deuterophlebiidae тұқымдасына жататын дейтерофлебияның дернәсілінде блефароцерид дернәсіліне тән сорғыштар болмайды және оны денесі тұтас емес–басы, торақтың үш бөлімі және сегіз құрсақ сегменттері бірікпеген. Жеті құрсақ сегменттерінде, әрқайсысында жұп, бүйір өсінділері болады. Әрбір өсіндінің дисталды жағында ерекше ілгектерден түзілген сакиналар болады, олардың артқы ұшы жалпайған және бес тісшеге бөлінген. Дернәсілдер өсінділерді сырқа қарай шығарып және қайтадан енгізіп

субстратқа мықтап бекінеді және ағыс жылдамдығы 2,5-3,0 м/сек-тен артық болғанда да қозғала алады.

Дейтерофлебия дернәсілі денесінің бүйір жағына жатып жүзеді, яғни дернәсіл денесінің алдыңғы немесе артқы жағын босатады, денесінің бос жағымен жарты шеңбер жасап айналады және осы жағымен бекінеді. Қуыршақтары қатты субстратқа-тасқа үшінші, төртінші және бесінші сегменттерде орналасқан алты сопақша келген бекіну мүшелерінің көмегімен мықтап жабысады. Бекінген қуыршақтардың желімді секретпен жабысуының мықтылығы соншама, оларды тастан қысқышпен (пинцетпен) тартып алу әдетте қуыршақты жаралаумен аяқталады. Дейтерофлебия қуыршағы блефароцерид қуыршағына қарағанда өте жалпақ және алдыңғысының үстіңгі беті өте сусымалы болып келеді (14-сурет).



14 сурет. *Deuterophlebia mirabilis* дернәсілі (арқа жағынан қарағандағы көрінісі)

Хирономидтерден *Chironomidae* тез ағатын тау өзендерінде ортокладеин (*Orthocladinae*) тұқымдастармағының өкілдері тән болып келеді. Ортокладеиннің дернәсілдері мен қуыршақтарының ағысы жылдам суқоймалары жағдайында тіршілік етуіне мүмкіндік беретін бірқатар морфологиялық бейімдеушіліктері бар. Олар-дене мөлшері кіші, тор түзейтін бездері бар, ол секрет бөлгенде өрмек тоқитын жіпшелер қалыптасады, оларды бекіну үшін пайдаланады, итергіштер өте қысқарған және сорғыш сияқты туындылар түзейді.

Іле Алатауының тау өзендерінің мекендеушілері. XX-шы ғасырдың ортасынан бастап бүгінгі күнге дейін (2016 ж) тау өзендерінің гидрофаунасының құрамынан барлық организмдердің өкілдері табылды, әсіресе макрозообентос фаунасы толықтай зерттелді деуге болады. Түптік организмдердің арасынан тау өзендері үшін насекомдардың дернәсілдері тән.

2004 жылы Іле Алатауының өзендеріндегі су құрттарының қауымдастығын зерттеген кезде олардың тау, тау бөктері және жазық (далалық және шөлдік) зоналарында кірпікшелі құрттар, нематодтар, олигохеттер және сүліктер кластарының өкілдері табылды. Кірпікшелі құрттар таулы және тау бөктері зоналарында кездесті. Олардың кездесу жиіліктері аса жоғары болмады (4%), ал тау бөктері зонасында ең көп болды. Нематодалар барлық учаскелерде мекендеді, олардың кездесу жиілігі 2-ден 17% арасында ауытқыды. Сүліктер өте сирек және тек жазық учаскелерде ғана кездесті. Азқылтанды құрттар жазықтық зонада алуантүрлілігімен және кездесу жиілігінің жоғары болуымен ерекшеленді. Олигохеттерден 32 түр табылды, алуантүрлілігі жоғары болған *Naididae* тұқымдасының лимнофилдерінің өкілдері (25 түр). Өзендердің таулы зоналарында тау бөктерлеріне қарағанда ағысы күшті және судағы оттегі мөлшері жоғары, ал температурасы төмен, осыған орай реофилді формалар кірпікшелі құрттардың өкілдері көптеу кездесті. Жазыққа қарай төмендеуіне қарай реофилді формалар лимнофилдермен-олигохеттермен алмасады.

2005 жылы мамыр-маусым айларында Іле өзенінің саласы- Қаскелен өзенінің макрозообентосында насекомдардың біркүндіктер, көктемдіктер, қосқанаттылар, инеліктер отрядтарының өкілдерінің дернәсілдері және жартылай қаттықанаттылар мен қаттықанатты насекомдардың имаголары кездесті. Өзен макрозообентосында барлығы омыртқасыздарың 54 таксоны табылды, олардың арасында хирономидтердің дернәсілдері басым (28 түр) болды. Түрлік алуандылығы бойынша екінші орынды (17 түр) біркүндіктер алды. Басқа таксондар 4 түрден аспады (Смирнова,2004,2010).

Іле суалабына жататын Кіші Алматы өзені басын Іле Алатауының жотасынан, теңіз деңгейінен 3000м биіктіктен алады және таулы, тау бөктері, жазықтық сияқты әртүрлі ландшафты зонада орналасқан. Бекенбай (бұрынғы Бутаковка) өзені Кіші Алматыға оның таулы зонасында қосылады. 2014-2015 жылдардағы маусым айында макрозообентос бойынша алынған сынамалардан насекомдардың 15 түрінің дернәсілдері табылды. Ең алуантүрлі біркүндіктердің дернәсілдері - 6 түр. Олар: *Epeorus montanus Brodsky*, *E. reophilus Brodsky*, *Rhithrogena tianschanica Brodsky*, *Ephemerella submontan Brodsky*, *Ecdyonurus rubrofasciatus Brodsky*, *Potamatus luteus L.* Көктемдіктердің *Nemoura* туысының 3 түрі-*N.trispinosa Zhiltzova*, *N.*

avicularus Zhiltzova, *N. trispinosa* Mart.- анықталды Жылғалықтардың дернәсілдерінің 2 түрі- *Dinarthrum reductus* Mart.және *Phyacophita caralina* Mart. кездесті. Қосқанаттылардан *Blepharoceridae* тұқымдасынан *Blepharocera asistica* және *Deuterophlebiidae* тұқымдасынан *Deuterophlebia mirabilis* Edw.сияқты торлы қанатты масалардың дернәсілдері табылса, ал *Chironomidae* тұқымдасына жататын ызылдауық масалардың *Orthocladius rivicola* Kieff., *Cricotopus silvestris* Fabr. түрлерінің дернәсілдері анықталды.

Біркүндіктер мен көктемдіктердің дернәсілдері қиыршық тастар мен қойтастар, жылғалықтардың дернәсілдері, негізінен, жағалаумаңындағы қиыршық тастар арасынан табылды. Бірен-саран блефароцеридтер қойтастардан ұсталды. Насекомдардың дернәсілері қойтастарда көп болды, солардың ішінде біркүндіктердің үлесіне зообентостың барлық санының 50% тиесілі болды. Саны жағынан *E.montanus* біркүндіктері басым (208 дана/м²), көктемдіктер дернәсілі 26%-ды құрады, жылғалықтар дернәсілдері зообентостың жалпы санының 11%-н түзеді.

2015 жылы өзеннің макрозообентосынан насекомдардың тек 7 түрінің дернәсілдері табылды: біркүндіктер- *E.montanus*, *E. reophilus* көктемдіктер- *N.trispinosa*, жылғалықтар- *Phyacophita* sp., қосқанаттылардан торлы қанатты масалардың *B.asiatica* және *D.mirabilis* дернәсілдері, ызылдауық масалардың *C. silvestris* дернәсілдері. Блефароцеридтердің дернәсілдері мен қуыршақтары тек тастардан, негізінен қойтастардың үстінде, кейде бүйір жағынан ұсталды. Олар үлкен тастар мен қойтастардың астыңғы жағында болмады, жағалаудың тыныш зонасында да кездеспеді. Саны жағынан блефароцеридтердің дернәсілдері басым (170 дана/м²), басқа тұқымдастарының өкілдері бірен-саран ғана кездесті.

Өзеннің әрбір учаскесінде дрифтін есебінен гидробионттардың арасында тікелей байланыс жүзеге асады. *Дрифт* дегеніміз бентосты организмдердің өзен ағысымен жоғарғы арнамен жылжып орын ауыстыруы. Ағыспен шайылып кеткен омыртқасыздардың орнына өзеннің жоғарғы ағысынан жануарлар келеді, ал олардың орнына онанда жоғарғы учаскелерден басқа организмдер келеді. Дрифтін есебінен су жануарлары жан-жаққа тарайды. Өзен экожүйесіне табиғи төтенше жағдайлар белгілі бір әсерін тигізеді, қысқа мерзім ішінде гидробионттардың мекендеу ортасы түбегейлі өзгеруі де мүмкін. Бұл кезде организмдердің жаппай миграциясы басталады, мысалы су тасығанда, нөсерлі жаңбыр жауғанда және т.т.

Тау өзендерінде насекомдар дернәсілерінің түрлік құрамының өзгеруі өзеннің гидрологиялық көрсеткіштеріне байланысты. Мысалы, 2014 жылы Бекенбай өзенінің макрозообентосы біркүндіктер, көктемдіктер және жылғалықтардың дернәсілдерінен тұрса, 2015 жылы дернәсілдердің түрлік

құрамы азайды және торлы қанатты масалар-блефароцеридтердің бір түрінен ғана тұрды. Бұл 2015 жылды өзендердің суының мол болуымен, осыған орай ағыстың жылдамдығының артуымен және температураның төмендеуіне байланысты болуы да мүмкін. Өзен гидрологиясындағы бұл өзгерістер дернәсілдердің түрлік құрамының ауысуына түрткі болды.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Арал теңізінің гидрологиялық және гидрохимиялық ерекшеліктерін сипаттаңыз
2. Арал теңізінің жалпы фаунасының өзгеруін сипаттаңыз
3. Арал теңізінің зоопланктонының түрлік құрамының өзгеруін сипаттаңыз
4. Арал теңізінің зообентосының түрлік құрамының өзгеруін сипаттаңыз
5. Каспий теңізінің гидрологиялық және гидрохимиялық ерекшеліктерін сипаттаңыз
6. Каспий теңізінің жалпы фаунасының өзгеруін сипаттаңыз
7. Каспий теңізінің зоопланктонының түрлік құрамының өзгеруін сипаттаңыз
8. Каспий теңізінің зообентосының түрлік құрамының өзгеруін сипаттаңыз
9. Алакөл көлдер жүйесінің зоопланктонына жалпы сипаттама беріңіз
10. Алакөл көлдер жүйесінің зообентосына жалпы сипаттама беріңіз
11. Балқаш көлінің географиялық орналасу ерекшеліктерін түсіндіріңіз
12. Балқаш көлінің гидрохимиялық ерекшеліктерін сипаттаңыз
13. Балқаш көлінің ластану жолдарын түсіндіріңіз
14. Балқаш көлінің фитопланктоны мен зоопланктонының құрамын және оларды зерттеу тарихын сипаттаңыз
15. Балқаш көлінің макрозообентосының алуантүрлілігін және оларды жерсіндіру тарихын сипаттаңыз
16. Қапшағай жасанды суқоймасының фитопланктонының қалыптасуын сипаттаңыз
17. Қапшағай жасанды суқоймасының зоопланктонының қалыптасуын сипаттаңыз
18. Қапшағай жасанды суқоймасының зообентосының қалыптасуын сипаттаңыз
19. Бұқтырма суқоймасының гидробиологиялық режимін түсіндіріңіз
20. Бұқтырма суқоймасының макрофиттері мен зоопланктонының қалыптасуын түсіндіріңіз
21. Тау өзендерінің эколого-фаунистикалық зоналарын сипаттаңыз және олардың ерекшеліктерін түсіндіріңіз
22. Іле Алатауы өзендерінің гидрофаунасының өзгеруін түсіндіріңіз

3-тарау. Гидробионттардың тіршілік формалары

Тіршілік формалар – морфоэкологиялық бейімдеушіліктері ұқсас болатын, белгілі бір ортада тіршілік ете алатын, систематикалық жағдайы әртүрлі организмдердің жиынтығы. Пелагиалда (судың қалың қабатында) тіршілік ететін формалар-*планктон* (гр.planktos-кезеген, қалқымалы) мен *нектон* (гр.nectos-жылжымалы, жүзіп жүретін), су түбіндегі қатты субстратта *бентос* (гр.bentos-тереңдік) пен *перифитон* (гр.peri-маңы және phyton-өсімдік), ал судың жоғарғы қабатында кездесетін тіршілік формаларына *нейстон* (гр.neustos-жүзетін) мен *плейстон* (гр.pleo-жүзбелі, жүземін) жатады.

Әдетте гидробионттардың өздерінің, олардың тіршілік жағдайларының ерекшеліктеріне және әртүрлі басқа белгілеріне қарай әрбір тіршілік формасының шегінде организмдердің жиынтықтарын ажыратады. Мысалы, планктонды таксономиялық құрамы бойынша (зоопланктон және фитопланктон, бактериопланктон, ихтиопланктон және т.т.), мөлшері бойынша (наннопланктон, микропланктон, макропланктон және басқалары), су қоймаларының типтері бойынша (теңіздік, тұщысулық, өзендік, көлдік және басқалары), олардың географиялық жағдайына (тропикалық, бореалдық және басқалары), экологиялық аймақтар (зоналар) бойынша (судың жоғарғы бетіне жақын қабатындағы, тереңдегі, неретикалдық, литоралдық және басқалары), жыл маусымдына қарай (көктемдік, жаздық, күздік, қыстық) деп ажыратады. Бентос және басқа да тіршілік формалары осыған ұқсас түрде жіктеледі.

Планктон және нектон. *Планктондарға* активті қозғалмайтын, не қозғалса да судың ағысына қарсы тұра алмайтын гидробионттар жатады. Көлемі бойынша олар *мегалопланктон*, *макропланктон*, *мезопланктон*, *микропланктон* және *наннопланктон* деп бөлінеді.

Мегалопланктон – түрлік алуандығы жағынан саны көп емес Әлемдік мұхиттың омыртқасыздары. Бұларға негізінен дене мөлшері 5 см-ден ірі болатын сцифомедузалар мен ескектілердің (гребневиктердің) өкілдері жатады.

Макропланктонға дене мөлшері 5 см-ден кем болатын организмдер жатады. Теңіздік зоопланктондарды негізінен эвфаузиятекес (*Euphausiacea*) шаянтәрізділер құрайды. Бұлардың сыртқы пішіні майда креветкаларға ұқсас, бірақ олардан ерекшелігі кеуде аяқтарының түбінде орналасқан карапакспен жабылмай бос жатқан желбезектерінің болуы. Әдетте бұл шаянтәрізділер

«криль» деп аталып, өте үлкен тобыр құрайды. Бұл топқа Әлемдік мұхиттың тропикалық және субтропикалық аймақтарында кең тараған гидроидты медузалар мен гребневиктер де жатады. Бұл жануарлар өте мешкей жыртқыштар және қоректік тізбектің соңғы буыны болып табылады.

Мезопланктонға негізінен дене мөлшері 0,5-тен 5 мм болатын ірі ескекаяқтылар жатады. Мезопланктонды құрайтын негізгі компоненттер шашақмұрттылар (бұтақмұрттылар) (Cladocera) және бақалшақты шаяндар (Ostracoda). Тұщысуларда бұлардан негізінен дафниялар мекендейді. Теңіздік формаларының ішінде ең кең тарағандары *эвадна* (Evdna) туысының өкілдері болып табылады.

Микропланктонға дене мөлшері 50 мкм-нан 0,5 мм болатын организмдер жатады. Бұлардың арасында коловраткалар, майда шаянтәрізділер және түптік омыртқасыздардың дернәсілдері көптеп кездеседі. Коловраткалар (Rotatoria) өте майда су жәндіктері, көпшілігінің дене мөлшері ірі инфузориялардан үлкен болмайды. Бұлар негізінен еркін қозғалып, аздаған түрлері бекініп тіршілік етеді. Коловраткалар – тұщысу мекендеушілері, деседе көптеген теңіздік түрлері де бар.

Ескекаяқты майда шаяндар (Copepoda) тұщысуларда да, теңізде де мекендейді. Бұлардың арасында әсіресе *Calanus* пен *Cyclops* туыстарының көптеген өкілдері бар. Солтүстік теңізде зоопланктонның негізгі биомассасын – *калянус финмархикус* (*Calanus finmarchicus*) құраса, ал Қазақстанның суқоймаларында, мысалы, Жайық өзенінің Каспий теңізіне құятын жердегі суларда зоопланктондардан коловраткалар, шашақмұртты және ескекаяқты шаяндар мен копеподиттердің эндемик түрлері басым болады. Ескекаяқтылар көптеген теңіз жануарларының қорегі болып табылады. Ал сардина мен майшабақтар тек осы шаяндармен ғана қоректенеді. Ескекаяқтылар және шаянтәрізділердің басқада өкілдерімен теңіз алыптары-киттерде қоректенеді.

Наннопланктон (5-тен 50 мкм) бірклеткалы организмдерден – фораминифералардан (*Foraminifera*), сәулелілерден (*Radiolaria*), күнсүйгіштерден (*Heliozoa*) және кірпікшелі инфузориялардан (*Ciliata*) тұрады.

Фораминифералардың көпшілігі теңіздің түбінде тіршілік етеді, осыған орай олар бентостың құрамына кіреді. Ал планктонның құрамына глобигерин (*Globigerinidae*) тұқымдасының аздаған өкілдері кіреді. Бұл түрлердің бақалшықтары әдетте ұзын радиалды инелермен жабдықталған. Соңғылары олардың денесінің бетін өте күшті ұлғайтады, бұл жәндіктердің су қабатында оңай қалқып жүруіне мүмкіндік береді. Өлім-жітімге ұшыраған фораминифералардың бақалшықтары су түбіне шөгіп, басқа тұнба

материалдармен бірігіп *глобигеринді лайлар* деп аталатын түптік теңіз қалдықтарын қалыптастырады.

Сәулелілер– тек теңіздерде ғана мекендейді және планктонды тіршілік етеді. Бұлар 8000м-ден аса тереңдікте де кездеседі. Кейбір формаларының арасында симбиозды тіршілік ететін балдырлар мекендейді. Акантариялардың бұл өкілдері жаз айларында судың беткі қабатында, ал қыста 50-200 м тереңдікте кездеседі.

Күнсүйгіштерге тұщысулық және теңіздік бірнеше ондаған түрлер жатады. Бұлардың дене пішіні әдетте шартәрізді, жалпақ эктоплазмалық және эндоплазмалық аймақтарға бөлінеді. Радиалды орналасқан көптеген аксоподиялары болады. Көптеген түрлерінің минералды қаңқасы болмайды.

Еркін жүзіп тіршілік ететін инфузориялар тұщысуларда да, теңіздерде де кездеседі. Теңіздік формаларының арасында *Tintinnoidae* тұқымдасына жататын аз кірпікшелі инфузориялар тараған. Бұлар мөлдір келген жеңіл үйшіктерде тіршілік етеді, олардың алдыңғы жағынан кірпікшелі ауызмаңы аппараты шығып тұрады.

Бұл организмдерді су қабатына бейімделуіне қарай *голопланктон*(гр.*holos-тұтас,бүтін*) және *меропланктон* (*гр.meros-бөлік, бөлшек*) деп бөледі. *Голопланктонның* барлық белсенді тіршілік кезеңі су қабатында өтеді, тек бүршіктері не жұмыртқалары судың түбінде дамиды. *Меропланктондарға* немесе уақытша планктондарға ересек күйінде судың пелагиаль қабатын тастайтын, ал дернәсілдері өзінің белсенді тіршілік кезеңін осы су қабатында өткізетін көптеген жануарлар, мысалы, тікентерілілер, көпқылтанды құрттар, қосжақтаулы моллюскалар және басқалары жатады. Осы сияқты тіршілігінің бір кезеңі су қабатында өтетін ішекқуыстылардың ұрпақтары (гидромедузалар мен сцифомедузалар) жатады.

Планктонның құрамына ерекше тіршілік формалары да жатады. Олар- *криопланктондар*. Бұлар күн сәулесі арқылы мұздың жарықтандарында және қардың арасындағы еріген суда ерекше тіршілік ететіндер. Кейбір криопланктонды организмдер, мысалы, талшықтылар (суды қызыл түске бояйтын) күндіз белсенді тіршілік етеді, ал түнде мұзбен бірге қатып қалады.

Нектондар (гр. *nectos-жылжымалы, жүзіп жүретін*) өз бетінше су қабаттарында қозғала алатын және ағысқа қарсы жүзе алатын ірі жануарлардың жиынтығы. Планктон мен нектон терминдері бірігіп «*пелагос*» деген атқа ие. Бұл терминмен су қабатында тіршілік ететін барлық организмдер аталады.

Планктондардың және нектондардың пелагиалда тіршілік етуіне бейімделуін ең алдымен *қалқығыштығы* қамтамасыз етеді, яғни

организмдердің суға батуын баяулататын әртүрлі бейімдеушіліктер болады. Бейімделудің (адаптация) келесі бағыты *белсенді жылжуымен* байланысты, соның ішінде маңыздысы ортаны және бағдарды айырып тану амалдарының дамуы. Пелагиалды мекендеушілерге *судың ағысын* пайдаланудың және басқа *пассивті қозғалу* амалдарына бейімделуінің маңызы зор.

Қалқығыштық деп ең баяу жылдамдықпен суға батуды айтады. Оны В.Оствальд ұсынған қалқығыштық формуласы арқылы есептеуге болады. Ол келесі түрде жазылады: $a=b:cd$, мұндағы a -бату жылдамдығы, b – қалдық массасы (организм массасы мен оның ығыстырған су массасының арасындағы айырмашылық), c -судың тұтқырлығы, d – формасының кедергісі. Бұл формуладан организмдердің суға үйкелісін арттыру және қалдық массасын азайту арқылы қалқығыштығын арттыра алатынын білуге болады. Дененің үлесті беті үлкен болса, суға үйкелісі артады, нәтижесінде ол суға баяу батады. Осыған орай планктонға тән сипат денесінің кішірек болуы Денесінің көлемі кішірейген сайын үлесті беті өседі, суда қалқуы жеңілдейді.

Бұдан басқа организмнің үлесті бетінің ұлғаюына денесінің жалпақтануы және бунақтануы, әртүрлі өсімділердің, тікендердің пайда болуы да көмектеседі.

Су температурасының төмендеуіне, тұздылық пен қысымның көтерілуіне байланысты жануарлардың қалқығыштығы да өзгеріп отырады. Өйткені судың тығыздығы артады. Осыған байланысты планктондардың тығыздығы оған жауап беріп, бұл көрсеткіш судың тығыздығына жақындайды. Әдетте тұщысуларда планктонды организмдердің тығыздығы $1,01-1,02\text{г/см}^3$, ал теңіздерде $1,03-1,06\text{г/см}^3$ -ден аспайды және олардың қалқығыштығы бейтарапқа жақын болады. Егер гидробионттар тік бағытта қоныстарын ауыстырса, яғни судың басқа тығыздық аймақтарына қоныс аударса, онда олар әдетте дене құрылымын түрлендіру арқылы өзінің тығыздығын өзгертеді. Сүйек ұлпаларының мөлшері мен ұлпадағы белоктың азаюы, ауыр тұздардың жеңіл тұздармен алмасуы, майдың көп мөлшерін бөліп шығару, ауамен толған қуыстардың пайда болуы арқылы қалдық массасының төмендеуі жүзеге асады. Ауыр қаңқаларының редукцияға ұшырауы пелагиалдық моллюскаларда (басаяқтылар – *Decapoda*, қанатаяқтылар – *Pteropoda*, қырлыаяқтылар – *Hereropoda*) жақсы байқалады, жүзіп тіршілік ететін ішекқуыстылардың қаңқалары болмайды, пелагиалдық тамыраяқтылардың бақалшақтары бенталдіктерге қарағанда кеуекті болады. Көптеген радиалиялардың кремнийлі инелерінде қуыс қалыптасады.

Кейбір тереңдік балықтарда белоктардың мөлшерінің азаюы дене массасының 5%-н (әдетте 20-25%) құрайды. Көптеген омыртқасыздар мен балдырларда ауыр иондар жеңілге ауысады. Олардың денесінде Mg^{2+} , Ca^{2+}

және SO_4^{2-} орнына денеде Na^+ мен NH_4^+ иондары жиналады, бұтақмұртты және ескекаяқты шаянтәрізділерде олар көп болады.

Гидробионттардың тығыздығын төмендетудің ең кең тараған тәсілі-денеге май жинау. Май тамшылары бірқатар балықтардың (кефалдар, камбалалар, скумбриялар) пелагикалық уылдырықтарында болады.

Планктонды, диатомды және жасыл балдырлар қорланатын ауыр қорек заттардың (крахмалдың) орнына майды жинаумен ерекшелінеді. **Cetorhinus** акуланың, *Mola* айбалығының денесінде май өте көп жиналады, нәтижесінде олар белсенді қозғалмай-ақ судың жоғарғы қабатында тұрып, планктонмен қоректенеді.

Қалқығыштықтың артуына цитоплазмадағы газ қосылыстары не арнайы ауа қуыстары тиімді құрал болып табылады. Газ вакуолдары көптеген планктонды балдырларда, бірқатар бекініп тұратын гидрофиттерде, мысалы, *Fucus* туысына жататын қоңыр балдырларда, торсылдақтар болады (олардың тік тұруына жәрдем береді). Бақалшақты амебалардың (*Diffugia arcella*) цитоплазмасында газды көпіршіктер бар, қармалауыштары төмен қараған, жүзіп жүретін *Mynianictae* медузалардың табанында ауалы камералары болады. Біршама қарапайым басаяқты моллюскалар-наутилустардың сыртқы көпкамералы бақалшақтары спиралды оралған және көлденен перделермен камераларға бөлінген. Моллюскалар соңғы, ең үлкен камерада орналасады, қалған камералардың іші газға немесе суға толған. Моллюскалар осы камералардан сұйықтықты шығарып оны газбен толтыра алады. Осылайша өз салмағын өзгертеді. *Spirula* каракатицасының ішкі бақалшығы спиралбы оралған, ол 25-37 камерадан тұрады, бұлар арқылы іші газға толған сифон өтеді. Газға немесе суға толған камералар моллюскалар үшін гидростатикалық аппараттың қызметін атқарады. *Chaoborus* масаларының дернәсілдерінде газды көпіршіктері бар, көп балықтарға газбен толған торсылдақтар тән. Бірқатар сифонофораларда ауалы қуыстары өте күрделі болады, соның есебінен олардың денесі соншама жеңіл болып судан шығып тұрады.

Қалқығыштықты жоғарылатудың кең тараған тағы бір тәсілі-денедегі судың мөлшерін көбейту. Біршама сальпалардың, ескектілердің және медузалардың денесінде судың мөлшері 99%-ға жетеді. Мұндай жағдайда организмнің қалдық массасы нөлге жақындайды және олардың пассивті қозғалуы қабілеті шексіз болады.

Белсенді жылжу. Планктон организмдердің белсенді қозғалуының маңызы зор, ол тек алға жылжуын ғана қамтамасыз етпейді, сонымен қатар судың қабатында қалқып жүруін де жүзеге асырады. Мысалы, дафнияның қалқуы тек екінші антеннасының қозғалуы арқылы іске асады. Егерде

антеннасы жылжымаса дафния ақырындап суға бата бастайды, ол қайтадан антеннасын қағып жоғарыға көтеріледі.

Гидробионттардың белсенді қозғалысы жүзу, сиректе болса *секіру* және *сырғанау* түрінде жүзеге асады. Жүзу кірпікшелері, талшықтары, денесінің иілуі мен аяқтарын есу және реактивті тәсілмен жүзеге асады. Талшықтары және кірпікшелерінің көмегімен орын ауыстыру көптеген қарапайымдылар мен омыртқасыздардың дернәсілдерінде байқалады. Талшықтардың көмегімен қозғалудың негізіне винттәрізді айналып қимылдау жатады. Нәтижесінде организм су қабатында айналып қозғалады. Инфзориялардың белсенді қозғалуы барлық денесін жауып жатқан кірпікшелері арқылы жүзеге асады. Бұл кезде олар ескекпен ескен сияқты қозғалады.

Су омыртқасыздардың арасында, әсіресе буынаяқтылардың арасында, белсенді қозғалуы аяқтарының есебімен жүзеге асады. Қозғалу қызметін атқаруына байланысты оларда бірқатар бейімдеушілік белгілер қалыптасқан. Барлық жүзетін насекомдардың сирағы біршама қысқарған, табаны ұзарған, аяқтарының буындары қабысқан және ретсіз орналасқан түктері аяқтарының тіреу бетін ұлғайтады.

Денесін *иіп қозғалу* пелагиалда кездесетін біршама ірі мекендеушілерге – балықтарға және сүтқоректілерге тән. Денесінің иілуі бір жағдайда тік бағытта (сүліктер, немертиндер) және көлденең (насекомдардың дернәсілдері, балықтар, сүтқоректілер) бағытта жүзеге асады. Жылжу жылдамдығы тік жазықтықта ең төмен болады. Бұрама тәрізді айналып қозғалу едәуір жылдамдыққа қол жетуге мүмкіндік береді.

Ең нәтижелі жылжу *реактивті* жолмен жүзеге асады. Медузалардың қозғалуы күмбездің (шатырдың) шетіндегі бұлшықетті талшықтардың жиырылуы арқылы жүзеге асады. Күмбездің қуысындағы суды шығару арқылы медуза реактивті қозғалысқа ие болады және алға қарай қозғалады. Мұндай қозғалыс барлық басаяқты моллюскаларға тән, ал кальмарларда су жануарларының ішінде ең шарықтау шегіне жеткен. Инеліктердің дернәсілдері қалыпты қозғалыстан басқа артқы ішегі арқылы су шығарып реактивті жолмен де қозғала алады.

Гидробионттардың шапшаң қозғалуын олардың денесінің сүйір пішіні және тік әрі көлденең жазықтықтарда қозғалуын қамтамасыз ететін «руль» жүзеге асырады. Балықтарда тереңдікті меңгеруге жүзбеқанаттары мен құйрығы көмектеседі. Шапшаң қозғалуды денесінің сусымалы болуымен қатар үйкелісті төмендететін шырыштың бөлінуі (басаяқты моллюскалар, балықтар) және жануарлардың тері қабатының ерекше құрылысы да жүзеге асырады.

Жүзгіш жануарларда әдетте теріс не оң қалқығыштық болады. Бірінші жағдайда олардың суға батуында, ал екінші жағдайда су бетіне итеріп шығаруға қарсылық көрсететін бейімделулер болуы керек. Қалқығыштығы теріс жануарлардың әдетте денесінің жоғары жағы төменгі жағына қарағанда дөңестеу болады, нәтижесінде олардың жылжу кезінде пайда болатын көтергіш күш қалдық массасының күшін бейтараптандырады. Қалқығыштығы оң жануарлардың денесінің төменгі жағы дөңестеу болып, оның қозғалуы кезінде төмендеу күш пайда болады да ол жоғарыға бағытталған гидростатикалық күшті бейтараптандырады. Осылайша жүзгіш жануарлар қалқығыштығын қамтамасыз етуіне энергияны жұмсамайды.

Көптеген коловраткаларға, шаянтәрізділерге, басаяқты моллюскаларға насекомдардың дернәсілдеріне, балықтар мен сүтқоректілерге *секіріп қозғалу* тән. Секірген кезде жүзуге қарағанда қозғалу жылдамдығы бірнеше рет жоғары болады. Басаяқты моллюскалар мен балықтар ұшуға қабілетті. Тіпті ұзындығы 30-40 см болатын *Stenoteuthis bartram* кальмары ірі особьтардың шабуылынан қорғану үшін суда жылдамдығын үдетіп 50 км/сағ жылдамдықпен 50 м-ден артық жерге судың үстімен ұшып кететіні де байқалған.

Дене тығыздығын өзгерту арқылы белсенді қозғалу зоопланктондардың көптеген өкілдеріне тән. Мысалы, сифонофоралар газ камерасының көлемін өзгертіп жоғары – төмен орын алмастырады. Балдырлар фотосинтез кезінде оттектің микроскопиялық көпіршіктерімен қоршалып, су бетіне қалқып шығады, ал “қалытқысын” тастап төмен түседі.

Майда омыртқасыздардың тік орын ауыстыруы дене тығыздығын өзгерту арқылы және уақытша газды камералардың пайда болуымен жүзеге асады. Тұрақты газды камералары болатын ірі формалар оның көлемін реттеу арқылы жоғары және төмен орнын ауыстырып отырады. Тік бағытта қозғалудың ең кең таралған және биологиялық маңызы зор болатын түрі локомоторлық мүшелер арқылы – жоғары, ауыртпалық күші арқылы – төмен жылжуы болып табылады.

Пассивті қозғалыс. Организмдердің суда орын алмасуына құрлыққа қарағанда сыртқы күштердің әсер етуі өте жоғары болады. Сыртқы күштердің әсерімен пассивті қозғалу зоопланктон өкілдерінде кең тараған. Гидробионттар пассивті қозғалуы табиғи күштерді пайдалана отырып таралу аймағын өзгерту, биотоптарын алмастыру, қорекпен қамтамасыз етілу, көбею және басқа мақсаттар үшін пайдаланады.

Гидробионттардың судың ағысымен орын ауыстыру алқымы мұхиттарда өте жоғары болады. Әрі ұзын әрі жылдамдығы жоғары болатын теңіз ағыстары өсімдіктер мен жануарларды өте алысқа алып кетуге

кабілетті. Мысалы, жылу сүйгіш *Physophora hydrostatica* сифонофораны Гольфстрим ағысы кейде Жаңа Зеландияға дейін алып барады. Керісінше, шығыс исландиялық поляр ағысы *Ceratium*, *Clione* туыстарының кейбір арктикалық өкілерін Норвегия жағалауларына дейін жеткізеді. Атлант мұхитының орталық бөлігінде (Саргас теңізінде) уылдырықтан шыққан жыланбалықтың дернәсілдерін Гольфстрим ағысы солтүстік-шығыс бағытта 7-8 мың км-ге дейін алып барады.

Гидробионттардың горизонталь бағытта орын ауыстыруымен қатар тік бағытта да орын алмасуы болады. Тік бағытта орын алмастыру тереңдегі қабаттың жоғары көтерілуі не жоғары қабаттағы судың төмен түсуі арқылы жүзеге асады. Гидробионттардың тік бағытта су ағысымен орын алмасуы салқын және полярмаңы суларында су массасының дивергенциялық және конвергенциялық аймақтарында ең үлкен көрініске ие болады. Өзен планктондары мен нектондары су ағысының үздіксіз араласуын сезе алады. Мысалы, балықтардың шабақтары өзеннің сағасына жету үшін, судың ағысын пайдаланып пассивті түрде орын ауыстырады. Суқоймалар не олардың бөліктері кеуіп қалғанда планктондар жел арқылы орын ауыстыруы мүмкін. Кеменің түбіне бекініп және басқа қалқып жүрген заттарға, әртүрлі гидробионттарға уақытша бекініп (басқа да орын алмастыратын субстратпен) көп планктонды организмдер орын ауыстырады. Бірақ ағысы жоқ жерлерде, макрофиттер арасына тығылып орын алмастыру қарқынын реттей алатын фитопланктондар мен зоопланктондар өзен ағысымен орын ауыстырмайды.

Миграциялары (мекен ауыстыру). Пелагиалдың көптеген организмдерінің популяцияларына кеңістік және уақыт бойынша тұрақты түрде жаппай орын алмастыруының қайталануы тән. Ол ареалдың қоректенуге, көбеюге ең қолайлы аймақтарына жету үшін тік не горизонталь бағытта жүзеге асады.

Тік бағыттағы миграциялар. Бұлардың арасында тәуліктің, маусымдық және жасы бойынша миграция жасаудың маңызы өте зор болады. Мигранттар әртүрлі факторларға, соның ішінде негізінен жарық пен температура әсеріне тәуелді орын ауыстырады. Көптеген фитопланктондардың және зоопланктондардың өкілдеріне тәуліктік миграция тән. Ол мерзімге, бағытқа, жылдамдыққа және басқа да ерекшеліктерімен жүзеге асады. Зоопланктондардың тәуліктік миграциясы өте күрделі. Олардың көпшілігі тәуліктің қараңғы кезінде судың жоғары, ал күндіз тереңірек қабаттарында шоғырланады. Инвентирленген миграциялар, мысалы көптеген саязсулық мизидалар түрлері күндіз су түбінде, ал түнде жоғарғы қабатқа көтеріледі. Кейбір түрлерге ымырттық миграциялар тән, яғни кешке қарай су бетіне көтеріледі, түн ортасында төменге түседі, одан

кейін ары қарай терең қабатқа кетеді. Тәуліктік тік бағытта кең көлемде миграция жасау терең түптік формаларға тән. Мысалы, Каспий мизидалары (*Mysis microphthalma*, *M. amblyops* және *Paramysis loxolepis*) түнде судың үстіңгі 50 м қабатына дейін көтерілсе, ал күндіз 600-700 м тереңдікке дейін түседі. Бір систематикалық топтың арасында түрлердің бір тобы өздерінің ерекшеліктеріне (жас, жыныс, дене мөлшері, физиологиялық күйі) және сыртқы ортаның физико-химиялық жағдайларына қарай мигранттар миграция жасамауы да мүмкін. Мигранттар әртүрлі жылдамдықпен және жаппай, кең және тар ауқыммен әртүрлі мезгілде басталатын және аяқталатын тік не инвертирленген миграциялар жасайды. Мысалы, *Calanus finmarchicus* ескекаяқты шаяндар Қиыр шығыс теңіздерінде V копеподит сатысында миграция жасаса, Баренц теңізінде осы шаяндар тәуліктік миграцияны тамыз айында бастап, қазанда аяқтайды. Самара (бұрынғы Куйбышев) суқоймасында аналық *Daphnia longispina* көбінесе эпилимнионда шоғырланса, аталықтары гиполимнионда, ал түнде бұлар бүкіл судың қабатына таралады.

Әдетте планктондар мен нектондардың мекен ауыстыруының өзгеру шегі 50-200 м жоғары болуы мүмкін, ал мөлдірлілігі төмен, тұщы суқоймаларда ол он шақты сантиметрден аспайды. Бөгендердегі шаянтәрізділердің мекен ауыстыруының өзгеру шегі бұдан да төмен болады. Мекен ауыстырудың өзгеруі жиі жылдың маусымына байланысты болады. Мысалы, Севан көлінде, ол көктемде және жазда жоғары болады, ал Уиндермир көлінде (Англия) циклоптар маусымда сәуірге қарағанда үлкен тереңдікке мекен ауыстырады.

Мекен ауыстырудың өзгеру шегі температуралық градиенттерімен шектеледі. Мысалы, *Sida cristallina* көлдегі судың жылылық стратификациясы кезінде кешке қарай және түнде 0-10 м қабатта жиналаса, ал күндіз 15-20 м тереңдікке түседі. Гомотермия кезінде олар күндіз 25-35 м-ге дейін төмендейді.

Жануарлардың тәуліктік тік бағытта мекен ауыстыруының себептері осы уақытқа дейін толықтай анықталған емес. Миграцияның механизмі жайында ұсынылған барлық теорияларды негізінен 3 топқа біріктіруге болады. 1) кейбір ғалымдар миграцияны судың тік бағытта қозғалуының нәтижесінде организмдердің орын ауыстыру жылдамдығының мезгіл-мезгіл өзгеруіне байланысты жүзеге асатын пассивті процесс деп есептейді. Ол судың температурасы мен тығыздығының өзгеруіне немесе ішкі толқындардың әсерлерінен жүзеге асады. 2) басқа авторлардың пайымдауынша миграция судың күндізгі және түнгі температурасының циклдық алмасуы нәтижесінде организмдердің судың тереңіне қарай пассивті

қозғалу жылдамдығының өзгеруі салдарынан және осыған байланысты судың тығыздығы мен тұтқырлығының өзгеруіне байланысты болатындығына көңіл аударады. 3) келесі авторлар бойынша миграция әртүрлі сыртқы орта факторларының, ең алдымен, жарық пен температураның әсер етуімен мезгіл-мезгіл жүзеге асатын қозғалыс қызметінің нәтижесінде орындалатын процесс деп түсіндіреді. Бұл кезде төменге түсу пассивті, ал көтерілу белсенді қозғалыс нәтижесінде активті түрде орындалады деп пайымдайды. Соңғы болжамды алдыңғы екеуіне қарағанда көп зерттеушілер қолдайды. Деседе көптеген гидробионттар – балықтардың төменге түсуі активті түрде жүзеге асатынын естен шығармау керек.

Ал М.М.Кожов, Б.П.Мантейфель және басқа ғалымдар тәуліктік тік бағыттағы миграцияны қорғаныш-қоректік маңызы зор деген ұғым қалыптастырған. Өйткені түнде өсімдікқоректі жануарлар- фитофагтар көптеп жиналатын судың жоғарғы қабатында қоректенсе, күндіз тереңге қарай қоныс аударады, сонымен өздерін зоопланктофаг-балықтарға ең алдымен жем болмауына қол жеткізеді.

Ғалымдар арасында судың температуралық стратификациясы жағдайында тәуліктік миграция энергетикалық жағынан тиымды, өйткені су температурасы төмен болатын тереңдік жағдайында өсуге және дамуға энергияның шығыны да аз болады деген Ж.Макарен болжамын қолдайтындар да баршылық. Мигранттардың суық суда мекендеуі олардың дене мөлшері және өсімталдылығын арттыруға көмектеседі. Бұл теорияны тік миграцияның ендік және маусымдық өзгеру қарқындылығын, көлдерде кері температуралық стратификация жағдайында жүретін инвертирленген миграциялардың себептерін түсіндіруге қолдануға болады. Бірақ Ж.Макарен теориясы бойынша бірқатар тік бағытта жүретін миграция себептерін түсіндіруге болмайды. Мысалы, антарктикалық суларда көптеген интерзоналды түрер қондану үшін біршама суық беткі қабатқа көтеріліп, семірген соң біршама жылы болатын терең қабатқа түседі.

Маусымдық және жас құрамдық тік бағыттағы миграциялар әртүрлі гидрологиялық көрсеткіштердің және организмдердің өздерінің физиологиялық жағдайындағы маусымдық өзгерістеріне сәйкес болады. Мысалы, Байкал көлінде мекендейтін *Epischura baicalensis* шаяндары мамырдың басынан маусымның соңына дейін науплиустердің өсуіне қарай олардың саны артады, жыныстық жағынан жетілген особтар біршама терең қабатқа түседі, бұл жерлерде жаңа жаздық ұрпақтың жастары өсе бастайды. Жазда шаяндар жоғарғы қабатта (25 м-ге дейін) көптеп жиналады. Күз бен қыста күздік гомотермияның түсуіне байланысты *эпишуралардың* су

кабатына таралуы жүзеге асады және ересек копеподиттер тереңге қарай (трофикалық қабаттан төмен) түседі. Бұл жерлерде ересек особьтар қыстық-көктемдік ұрпақтардың бастамасын береді. Эпишуралардың қыстық-көктемдік ұрпақтарының жаппай пайда болуы жоғарғы қабаттарда байқалса, көктемнің соңғы айларында (мамыр-маусым) шаяндар 200-300 м тереңдікке дейін шашырап орналасады.

Көптеген мизидалар маусымдық және тік бағытта миграциялар жасайды. *Neomysis*, *Mesopodopsis* және *Paranus* мизидаларының көптеген өкілдері күзде жағалаудан көшеді, қыста біршама тереңдікте қыстайды ал күзде қайтадан саяз суларға қайтады. Эвфаузидалар Баренц теңізінде қыста саяз суларға өтіп, өте көп болып сутүбіне жиналады. Көктемде жыныстық жағынан жетілген шаяндар көбею үшін судың үстіңгі қабатына көтеріледі.

Көлденең бағытта мекен ауыстыру. Көлденең бағытта белсенді мекен ауыстыру көбіне нектондар өкілдерінің, әсіресе балықтардың және сүтқоректілердің арасында байқалады. Теңіздің ашық айдынынан оның жағалауларына және өзендерге бағытталған мекен ауыстыру **анадромды** (*ana*-жоғары, *dromeion* – жүгіру), ал қарама-қарсы бағытта мекен ауыстыру **катадромды** (*kata* – төмен, *dromeion* – жүгіру) миграция деп аталады. Көп балықтар (бекірелер, албырттар және т.б.) теңізден өзендерге уылдырық шашуға шығады. Мысалы, мұхиттық майшабақтар, трескалар (жұмсаққанаттылар) мезгіл-мезгіл теңіз жағалауына жақын келеді. Жыланбалықтар өзеннен теңізге қарай уылдырық шашуға мекен ауыстырады.

Мекен ауыстыру биологиялық маңызы бойынша қоректену, уылдырық шашу және қыстау деп бөлінеді. Бұлар жиі бір-бірімен құрамдас болады. Мысалы, хамсаның өте үлкен үйірлері көктемде қоректенуге Қара теңізден Азов теңізіне өтеді, күзде қыстауға жылы суларға қайтады. Атлантика майшабағы ақпан-наурыз айларында уылдырық шашу үшін ашық теңізден Норвегияның жағалауларына келеді. Одан соң қарқынды түрде қоректеніп қайтадан келген жағына қайтады. *Panaeus plebeznai* асшаяны (креветка) осы мақсатта мыңдаған шақырым жерлерге барады. *Жүндесаяқ краб* Батыс Еуропаның өзендерімен жоғары көтеріліп, көбею үшін ащылау сулардың сағасына қоныс аударады. Көбеюі үшін теңізге дәл осылай *Panaeidae* тұқымдасының кейбір өкілдері қоныстарын алмастырады, қалған уақыттарын тұздылау немесе тұщысуларда өткізеді.

Кейбір өткінші балықтар өте үлкен қашықтыққа миграция жасайды. Мысалы, нерка мен чавыча балықтары Беринг теңізінің шығыс аудандарынан Юкон өзенінің бастауына уылдырық шашу үшін 3-4 мың км аралықты жүзіп өтеді. Осындай үлкен қашықтыққа жыланбалықтар (угорлар), кета,

құнысбалық (горбуша), бекіретелер миграция жасайды. Тіпті жыланбалықтар Солтүстік Еуропаның өзендерінен Саргасс теңізіне 7-8 мың км қашықтықты жүзіп өтеді, ол жерде уылдырық шашқаннан кейін өледі.

Миграция кезінде жануарлар өте үлкен арақашықтықты басып өтіп керемет бағдарлау (навигациялық) қабілеттілігін көрсетеді. Мысалы, балықтар уылдырық шашуға бір жерге ғана барады, ондаған және жүздеген өзен салаларының арасында тек өздері дүниеге келген орнын таңдап алады.

Бентос және перифитон. Суқоймалардың түбінде мекендейтін жануарларды *бентос* деп атайды. Егер олар грунттың үстіңгі қабатында мекендейтін болса *эпибентос* не *эпифауна*, ал топырақтың ішінде өмір сүрсе *эндобентос*, не *инфауна* деп бөледі. Дене мөлшері бойынша *микробентос* (0,1 мм-ден кіші), *мейо-* немесе *мезобентос* (2 мм-ге дейін) және *макробентос* (2 мм-ден үлкен) деп ажыратылады. Бентостың құрамына көптеген бактериялар, актиномицеттер, балдырлар мен саңырауқұлақтар, қарапайымдылар, губкалар, маржандар, полиптер, буылтық құрттар, шаянтәрізділер, насекомдардың дернәсілдері, моллюскалар, тікентерілілер жатады.

Перифитонға (қаптап өсушілер) әдетте судың түпкі қабатынан тысқары орналасқан қатты субстратта (тастарда, өсімдік сабақтарында, ағаш қалдықтарында) мекендейтін организмдер жатады. Сол сияқты перифитондар әртүрлі гидротехникалық құрылыстарда, кемелердің түбінде және басқа да нысандарда мекендейді.

Кейбір жағдайларда бентос пен перифитонның арасында нақтылы шекараны өткізу мүмкін емес (мысалы, жартастағы, судың түбіндегі әртүрлі заттардағы қаптап өскен организмдер). Перифитонның құрамына бактериялар, актиномициттер, балдырлар мен саңырауқұлақтар, қарапайымдылар, губкалар, мшанкалар, құрттар, төменгі сатыдағы шаянтәрізділер (әсіресе мұртаяқтылар), қосжақтаулы моллюскалар және басқа омыртқасыздар кіреді. Бос орындарды ең алдымен бактериялар, саңырауқұлақтар және балдырлар, сонан кейін насекомдардың дернәсілдері және омыртқасыздардың ересек формалары иеленеді. Кедірлі-бұдырлы субстраттарды тегістеріне қарағанда тез әрі көп болып иемденеді. Олардың көлденең бетінде тік бетіне қарағанда қарқынды қоныстанады.

Гидробионттардың бентосты және перифитонды тіршілік етуіне бірқатар бейімдеушіліктері болады. Олар: 1-катты субстратқа бекіну тәсілдерінің дамуы, 2-тұнған түйіршіктерден көмілуден қорғануы, 3-ен тиімді жылжу тәсілдерінің жүзеге асырылуы. Бентостарға және перифитондарға планктонда уақытша өмір сүру бейімдеушіліктері де тән.

Бұлар жай жылжитын формалардың таралуын және биотоптардың ауысуын қамтамасыз етеді.

Қатты субстратқа бекінуі. Бентос организмдері ауыр әрі салмақты қаңқаға ие болуға, субстратқа бекінуге, грунтқа жартылай не түгел көмілуге қабілетті болуы мүмкін. Ауыр әрі салмақты қаңқасы бар гидробионттар субстрат бойымен қатты ағыста да орын ауыстыра алмайды. Бұлардың қатарына құрсақаяқты және қосжақтаулы моллюскалардың бақалшақтары, крабтардың карапаксы және басқалары жатады. Субстратқа бекіну көптеген карапайымдыларда, губкаларда ішекқуыстыларда, құрттарда, моллюскаларда, шаянтәрізділерде және басқаларында байқалады.

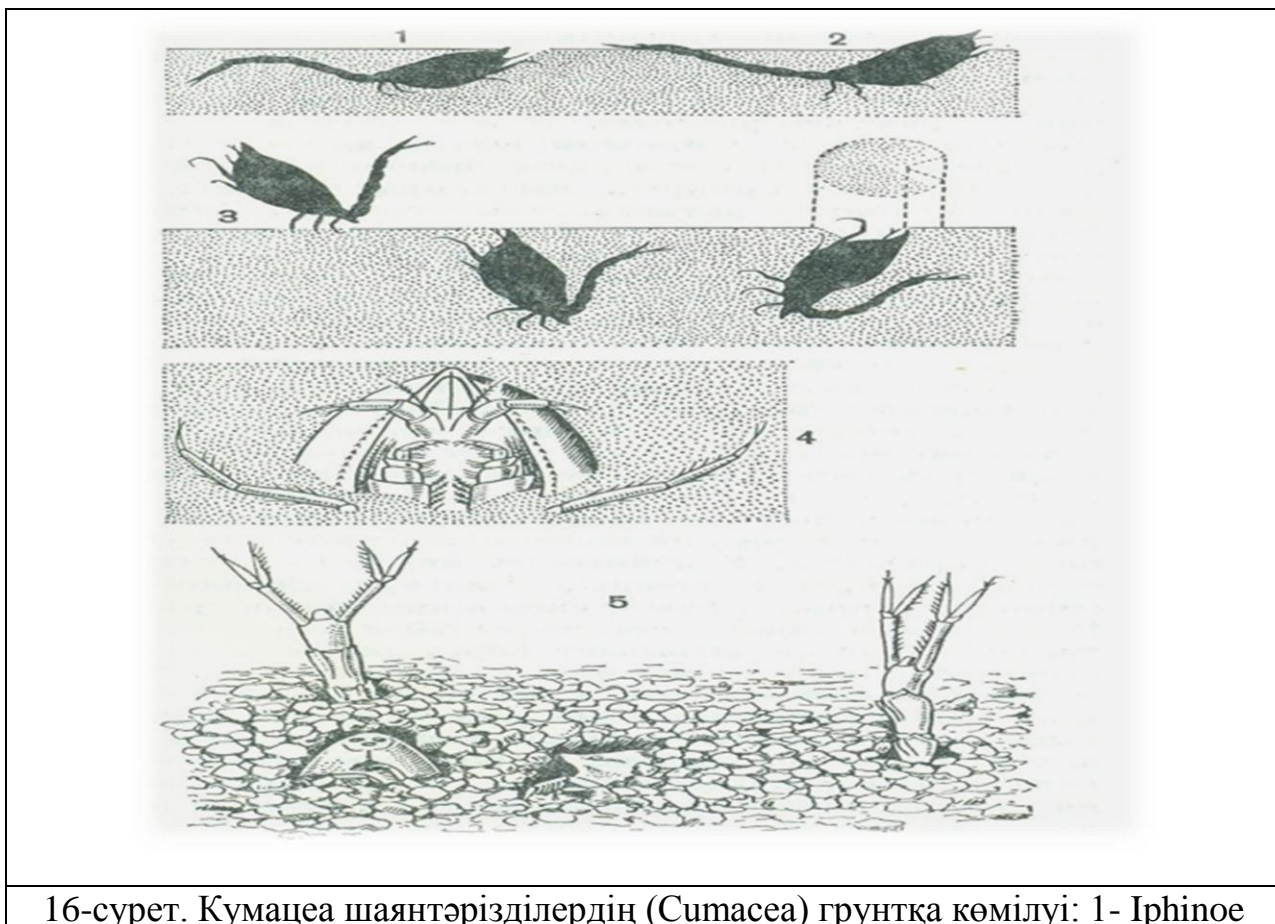
Бекіну морфологиялық жағынан жаппай қаптау түрінде болатын *пневматикалық* және жіпшелер көмегімен бекінетін *тамыртекмес* болып бөлінеді. Пневматикалық бекіну, мысалы, *Ancylus* моллюскаларында, бүйірнервтілер, сүліктердің көптеген өкілдерінде байқалады. Жаппай қаптау *известі* (жеке басты кораллдар, мұртаяқты шаяндар, устрицалар және басқалары), *хитинді* немесе *мүйізтекмес* (известі негізсіз мұртаяқты шаяндар, *Anomia* моллюскалары және басқалары) болуы мүмкін. Мұртаяқтылар тек теңіздерде ғана (теңіз үйрекшелері-*Lepas* мен теңіз жаңғақшалары-*Balanus*) кездеседі. Теңіз үйрекшелері ұзын әрі етті сабақшаларымен бекінсе, теңіз жаңғақшалары сутүбіне жалпақ келген табанымен бекінеді (15-сурет).



15 - сурет. Теңіз жаңғақшасы (*Balanus rostratus*) – бауыраяқтылардың бақалшағына бекінген мұртаяқты шаянтәрізділер

Тамыр және ризоидтар көмегімен бекіну көптеген балдырларға және жоғарғы сатыдағы өсімдіктерге тән. Тамырсияқты өсімдіктерімен мөлдір губкалар, гидроидтар, иықаяқтылар және теңіз лилиялары бекінеді. Биссуса жіпшелерімен бекіну көптеген моллюскаларға, олардың ішінде мидиялар мен дрейссенге тән.

Субстратқа тереңдеп ену грунтқа жартылай немесе толықтай көмілу арқылы, сол сияқты қатты субстратты бұрғылау және тесу түрінде жүзеге асады. *Интербионттар*-сутүбі шөгінділерінде, лайда, құмда немесе грунттың бөлшектерінің арасындағы майда қуыстарда мекендеушілер. Интербионттар қазуға арналған арнайы бейімдеушіліктері бар *белсенді қазушылар* және ондай бейімдеушіліктері жоқ *интеростициалдар* деп бөлінеді. Грунтқа көмілуге көптеген полихеттер мен олигохеттер, шаянтәрізділер, көптеген насекомдардың дернәсілдері, көптеген моллюскалар (*Venus*, *Mya* және басқалар) және кейбір балықтар қабілетті. Мысалы, нереидалар өздері қазып жасайтын індерде тұрады. Кейбір шаянтәрізділер, мысалы, *Cumacea* өкілдері тіршілігінің көп уақытын грунтқа көміліп өткізеді, бұл кезде оның денесінің алдыңғы бөлімі ғана грунттан сәл ғана шығып жатады (16-сурет).



16-сурет. Кумацеа шаянтәрізділердің (*Cumacea*) грунтқа көмілуі: 1- *Irhinoe*

trispinosa; 2- *Leucon nasica*; 3- *Diastylis rathkei*; кумацеа қорегін ұстау барысында алдыңғы денесімен грунтқа көмілген; 4- *D. rathkei*; 5- *Pterocuma pectinata* (Жизнь животных, Т.1.-М., 1988)

Гидробионттар қатты субстратқа оларды механикалық немесе химиялық жолмен бұзу арқылы да ене алады. Мысалы, бұрғылағыш губкалар (*Clion*) қатты известі субстратты-моллюскалардың бақалшықтары, маржандардың алып қаңқасы немесе теңіз түбіндегі известі жыныстарды тесіп жол жасай алады. Клиондардың дернәсілдері субстратқа бекінеді және жаңарып жалпақ кішкентай губкаға айналған соң известі материалды бұрғылап теседі. Бұрғылау механизмі губка клеткалары бөлетін көмірқышқыл газының көмегімен және осы клеткалардың жиырылуы арқасында жүзеге асады деп пайымдайды. *Теңіз бұрғышылары* немесе *фоладиндер* деп аталатын моллюскалар жартастарды тесіп салған қуыстарда, ағаш қуыстарында тіршілік етуге бейімделген. Әсіресе *Teredo* туысының өкілдері ағаш бұрғылауға маманданған. Олардың денесі құртсияқты («кеме құрты» аталуы осыдан), бақалшығы кішкентай, бар-жоғы дене ұзындығының 1/20-1/40 бөлігін құрайды және бұрғылау құралы болып табылады (17 - сурет).



Бентонттар кейбір жағдайларда, егерде грунттың қаттылық консистенциясы жеткілікті болмаса, субстратқа бекіне алмайды. Осыған орай, жартылай ылғал грунта тіршілік ететін бентонттарда оған алдын-ала батудан сақтайтын әртүрлі бейімдеушіліктері болады. Оларға: моллюскалар

мен иінаяқтылардың бақалшықтарының жұқаруы, денесінің бір бөлігінің грунттың қатты қабатына дейін батуы, денесінің жалпақтануы және дене мөлшерінің кішіреюі жатады.

Қалқыма заттармен көмілуден қорғану. Грунтқа бекініп отыратын барлық организмдер судың қабатында болатын минералдық және басқа да тұнба түйіршіктерімен көміліп қалуы мүмкін. Сондықтан қорғаныш қасиеті ретінде бентонттардың грунттан жоғары көтеріліп тұруы байқалады. Оған дене, сабақшаларының пішіні және сутүбінен жоғары көтеріліп тұрған субстратқа (тірі және өлі) орналасуы көмектеседі. Бекініп тіршілік ететін сутүбі организмдердің тән кең тараған дене пішіндері конустәрізді, шұңғыл, саңырауқұлақсияқты болады. Барлық жағдайларда да олардың негізі жіңішке болып келеді. Мұндай пішіндер көптеген губкаларға, жеке басты кораллдарға, бірқатар моллюскаларға, иінаяқтыларға және теңіз лилияларына тән болады.

Ұзын сабақшаларының көмегімен де қалқыма заттармен көміліп қалуға қарсы бейімділіктер теңіз лилияларына, тұғыры бағанатәрізді болып денесінің қалған бөліктері диаметрі бойынша үлкен болып келген (мысалы, *Coeloptychiium* губкалары), саңырауқұлақ тәрізді пішінділер де (*Aclgonidium* мшанкалары) көмілуден қорғалады. Кейбір бекінген жануарлардың пішіндері созылған түтіксияқты, мысалы *Euplectella* мөлдір шыны денелі губкалары, *Vermetidae* моллюскалары, *Protura* туысына жататын құрттар және басқалары. Осылармен қатар қалқыма заттармен көмілуден қорғану су түбінен биікте орналасқан субстратқа бекіну арқылы да жүзеге асады. Ол мұртаяқты шаяндарға, дрейссенаға және басқаларына тән.

Қозғалысы. Зообентостардың арасында қозғалу дәрежесі бойынша кезбе не *вагилды* (крабтар, сегізаяқтар және басқалары), *седентарлы* - олар грунттың үстінде жатып, алысқа орын ауыстырмайтындар (көптеген моллюскалар, теңіз кірпілері, голотуриялар) және бекінетіндер немесе *сесилды* (губкалар, мшанкалар, маржан полиптері) формаларды ажыратады. Әдетте көптеген ересек бентонттар мен перифитондарға аз қозғалу тән, бұл олардың дернәсілдерінің пелагиалда тіршілік етіп, өте жоғары қозғалмалы болуымен толықтырылады. Биотопты ауыстыру мақсатында бентонттар грунтты тастап, бірнеше уақыт судың қабатында қалқып, оның беткі қабатына көтеріледі немесе көлденең бағытта аяқтарының көмегімен немесе денесін ирелендетіп қозғалып жүреді.

Жануарлардың қатты субстратта қозғалуы – *жүру не жүгіру, жер бауырлап қозғалу, секіру, өрмелеу* арқылы жүзеге асады. Грунттың үстінде *жүгіру және жүру* көптеген шаянтәрізділерге, су насекомдарына, олардың дернәсілдеріне тән. *Жер бауырлау* амебасияқты қозғалу (тамыраяқтылар),

дененің жиырылуы (кұрттар), аяқтары (бірқатар насекомдардың дернәсілдері) және кірпікшелері (инфузориялар, әртүрлі құрттар, *Caecum* моллюскалары және басқалары) көмегімен жүзеге асады. Әртүрлі аяқты шаяндардың қозғалысы ерекше – олардың көпшілігі кеуде аяқтарын пайдаланып су түбінде және өсімдіктер бойымен жер бауырлап қозғалса, алдыңғы аяқтарының көмегімен жүзе алады және артқы құрсақ аяқтарымен субстратты итеріп, секіре де алады. Ауызаяқты шаянтәрізділер (*Stomatopoda*) уақытының көбін інде өткізеді. Сыртқа шыққан соң олар грунтпен жер бауырлап жүреді, біршама шапшаң жүзеді, сонымен қатар шаяндар денесін жыйып әрі иіп алға-артқа секіре алады. Мысалы, *Pectinta* қосжақтаулы моллюскалар секіру қабілетіне ие. Қалыпты жүзгенде бұлар жақтауларын жиі-жиі қағып, құрсағының шетімен алға қарай қозғалады. Аяқ астынан қауып-кәтер төнгенде жануарлар жақтауларын күрт қағып арқа шетімен алға қарай ұзын секіріс жасайды. *Өрмелеу* негізінен насекомдардың (*Plecoptera*, *Ephemeroptera*) реофилді дернәсілдеріне тән. Бұлар аяқтарымен жабысып тау өзендерінде ағысқа қарсы қозғала алады.

Миграциялар. Бентондардың тұрақты түрде жаппай орын ауыстыруы судың түбінде грунт ішінде және судың қабатына көтерілуі арқылы жүзеге асады. Ірі шаянтәрізділер грунттың үстімен бірталай көлденең бағытта миграция жасайды. Қоректену және қондану үшін теңіздің ашық бөлігінен жағалауға көптеген креветкалар, крабтар, омарлар, лангустар қоныс ауыстырады. Мысалы, камшат крабы *Paralithodes camtschatica* өмір бойы бір орында тұрақтамай, ылғи қозғалыста болады және жылма-жыл бір бағытта орын ауыстырып отырады. Олар қыстаудан кейін көктемде жағалаудан теңізге қарай 200 км-ге дейін жылжиды, күзде осы жолмен теңіз жағалауына қайтады. Бұлардың миграциясы температура өзгерісіне және қоректік нысандардың азды-көпті болуына байланысты. Егер температура қалыпты жағдайдан жоғарыласа не төмендесе, олар температурасы оңтайлы аудандарға қоныс ауарады. Миграцияның екінші себебі қоректік организмдердің орналасуы болып табылады: бұлар жемтіктерінің артынан көшіп жүреді. Крабтардың қоныс аудару жылдамдығы аса үлкен емес. Олар тәулігіне бар-жоғы тік бағытта 5-7 миль шамасында орын ауыстырады. Қыстаудан бұлардың аталықтары мен аналықтары жеке-жеке үйірлермен оралады. Миграциядан бір ай өткен соң аталықтары мен аналықтарының үйірлері саяз жерлерде (5-30 м) кездесіп, 3-7 күн бірге болады. Осы жерде аталығы аналығының жүретін аяқтарына сперматофораларын бекітеді. Жұптасып болған соң бұлар тағы да жеке-жеке қондану жерлеріне миграция жасайды. Осылайша олар күзге дейін қонданып, қыстауға кетеді. Қытай крабы *Erichiocheire sinesus* қоректенуге өзеннің ағысына қарсы жүздеген

километр жүзіп барады, ал көбеюге өзеннен теңізге мекен ауыстырады. *Crangon crangon* көбею үшін теңіздің ашық айдынына жол тартады.

Грунттың қабатында тік бағытта миграция жасау тәуліктік не маусымдық сипатқа ие. Тәуліктік орын ауыстыру жыртқыштан қорғану, жан-жаққа таралу, қоректену және оттек мол жерге барумен байланысты. Теңіздің құмды литоралында инфаунаның тік бағытта орын ауыстыруы судың көтерілуі мен қайтуының алмасуына байланысты. Құмдағы қалған моллюскалар, тағы басқа жануарлар судың қайту кезіндегі грунтқа 10-15см-ге дейін көміледі. Судың көтерілуі кезінде олар қайтадан грунттың жоғарғы қабатына орын алмастырады.

Қыста көл бентосының көптеген өкілдері, мысалы олигохеттер мен хирономидтердің дернәсілдері грунттың үстіңгі қабатына көтеріледі. Бұл оттектік режим мен бентофагтардың қоректік белсенділігінің төмендеуімен байланысты.

Пелагобентос, нейстон және плейстон. Гидробионттардың көптеген топтары судың қатты және газтәрізді фазалары бөлінген шекарасында тіршілік етуге бейімделген. Сутүбі және су қабаты шекарасының аймағында бірде жүзіп, бірде грунтта жылжып тіршілік ететін *пелагобентостардың* өкілдері мекендейді. Судың жоғарғы жұқа қабатының маңы нейстондар мен плейстондар үшін биотоп болып табылады. Пелагобентостардың өкілдері – мөлшері мен қозғалысына қарай *нектобентос* және *планктобентос* деп бөлінеді. *Нектобентос* өкілдерінің арасында жоғары сатыдағы шаянтәрізділер мен балықтар болады. Мысалы, көптеген жер бауырлап қозғалатын онаяқтылар (креветкалар мен крабтар) қауіпсіздық үшін грунтқа көміледі. *Penaeidae* тұқымдасына жататын түптік креветкалар күндіз грунтқа көміліп, түнде қоректенуге шығады.

Нағыз планктобентонтарға суда және грунтта кезектесіп өмір сүретін *Chaoborus* масалардың дернәсілдері, ескекаяқты және бұтақмұртты шаянтәрізділер және басқалары жатады. Бақалшақты шаяндар әдетте су түбінде мекендейді, деседе жиі грунт үстіндегі суда да кездеседі, яғни бұлар нағыз планктобентондар болып табылады. Судың қабатында және грунтта кезектесіп өмір сүретін планктобентондар мен нектобентондарда арнайы бейімдеушіліктері пайда болады. Олар бір жағынан грунтқа енуге, ал екінші жағынан қалқып тұруға мүмкіндік береді. Екі жағдайда да олар белсенді өмір сүреді.

Нейстон - судың жоғарғы жұқа қабатында беткі тартылыс күшінің әсерінен оның үстіңгі бетінде еркін қозғалып тіршілік ететін майда организмдердің жиынтығы. Ол *эпинейстон* (үстіңгі жұқа қабаттағы организмдер) және *гипонейстон* (жұқа қабаттың астында) деп бөлінеді.

Организмдердің судың беткі жұқа қабаты өзінің серпімділігіне орай нейстонды организмдерге ерекше тірек бола алады. Организмдердің судың беткі жұқа қабатының үстінде тіршілік ету жағдайы оның төменгі жағында тіршілік жағдайынан өзгеше болады. Судың беткі жұқа қабатының маңында әртүрлі аэробиялардың қалдықтарының жиылуы нәтижесінде органикалық заттар көптеп жиналады. Сол сияқты төменгі қабаттан да өлген гидробионттардың қалдықтары су бетіне қарай көтеріледі. Осы қабатта органикалық заттардың көп болуы мекендеушілерге қолайлы жағдай жасайды. Нейстон күрделі биотикалық жағдайларда тіршілік етеді және бұларға аэробиялар-эпинеялар мен гидробионттар-гипонейстондар екі жақты қысым көрсетеді. Біріншілерінің тіршілігі үнемі судың үстінгі жұқа қабатымен байланысты болса, екіншілері ол жерде дамудың жекеленген сатыларында ғана мекендейді. Көптеген жануарлар гипонейстонда тек түнде, ал күндіз тереңге қоныс аударады. Түнде 5 см-лік үстінгі қабатта *Gammarus*, *Dexamine*, *Aphenusa* шаяндары, *Palaemon* креветкалары, *Grastrosaccus* мизидалары кездеседі.

Эпинеялар. Тұщы суқоймаларында судың үстінгі жұқа қабатының бетімен суаршындар-қандағалар (*Gerris және Hydrometra*), қоңыздар-айналмалар (*Gyrinus*), шыбындар (*Ephydra*), ал мұхит суларында қаптаған қандағалар-суаршындар (*Halobates*) жүгіріп жүреді. Жүгіргіш насекомдардың аяқтарының астындағы жұқа қабат иіледі, бірақ жыртылмайды, бұл олардың денесінің суланбауына әсерін тигізеді.

Эпинеялардың тіршілік жағдайлары сәуле радиациясының күштілігімен, ауаның жоғары ылғалдылығымен, судың жұқа қабатының қозғалмалығымен сипатталады. Судың беткі жұқа қабатының үстінде және оның астында органикалық заттар көптеп жиналады. Бұл эпинеялардың қоректенуіне қолайлы жағдайлар жасайды. Деседе бұлардың өздері де жаулары үшін осал болады, өйткені оларға судан да, ауадан да қауып төнеді.

Гипонейстон. Судың жоғарғы 5 см-дейінгі қабатында өмір сүретін организмдер гипонейстонға жатады. Судың үстінгі жұқа қабаты өзінің серпімділігіне орай гипонейстон организмдеріне тірек болып табылады. Осыған байланысты бұл қабат әрі организмдердің ілініп тұруына әрі астынан сүйеніш болуына көмектеседі. Гипонейстонның құрамына бактериялар, қарапайымдылар, шаянтәрізділер, моллюскалар, насекомдар және басқа да топтардың өкілдері кіреді. Гипонейстонда гетеротопты организмдер басым болады және олар үшін уақыт бойынша өзгергіштік тән. Өйткені көптеген гидробионттар нейстонда тәулік бойынша және маусым бойынша мезгіл-мезгіл ауысады. Гипонейстонда көптеген гидробионттардың, әсіресе балықтардың, жұмыртқалары, уылдырықтары мен шабақтары жиі кездеседі.

Себебі әрі жылы әрі оттекке бай үстіңгі қабат өзіндік «инкубатор» қызметін атқарады. Гипнонейстонның кейбір организмдері тірек ретінде үстіңгі жұқа қабаттың астыңғы бетін пайдаланады. Тұщы суларда оның бойымен моллюскалар (*Limnaea*, *Physa*), қоңыздар-сусүйгіштер, қандалалар (*Natonecta*) жүгіріп қозғалады.

Плейстон - денесінің бір жағы суға батып, ал екінші жағы одан шығып тұратын ірі не орта денелі организмдер, яғни бұлар денесі жартылай суға батқан су мен ауа шекарасында мекендейтін өсімдіктер (*фитоплейстон*) мен жануарлардың (*зооплейстон*) жиынтығы. Плейстонды өсімдіктердің тынысалуы атмосферадағы және суда еріген оттек есебінен жүзеге асады. Плейстондық омыртқасыздардың арасында сифонофоралар атмосфералық ауамен тыныс алады.

Фитоплейстонның ең көп болатын жері ақпайтын суқоймалары-тоғандар, көлтабандар және кішірек көлдер. Зооплейстон тек теңіздер мен мұхиттарда кездеседі және ондаған әртүрлі формаларда, негізінен сифонофоралар, басаяқты моллюскалар түрінде кездеседі. Көптеген плейстонды организмдерге резервуарлар түзу (мысалы сифонофоралар-*Physalia*) немесе көпіршікті қалқымалар бөлу (моллюскалар, актиниялар - *Mynyas*, *Janthina* моллюскалары және басқалары) тән.

Плейстонды организмдерге сифонофора веллела (*Vellela*) жатады, оны желкенші деп те атайды. Веллеланың желкені биік үшбұрышты өсінді, ол ассиметриялы құрылысты және аздап S-тәрізді имиген болып келеді. Желкеншілер және олардың арасында мекендейтін басқа да жануарлар ашық теңізде байланысқан ерекше тіршілік-плейстонды биоценоз түзейді. Бұлар ағыс пен желдің күшімен мұхитта үнемі жүзіп жүреді. Веллела басқа да ішекқуыстылар сияқты жыртқыш: ол планктонмен қоректенеді, қорек құрамында шаяндар, әртүрлі омыртқасыздардың дернәсілдері, балықтардың шабақтары болады. Жүзіп жүретін биоценоздың құрамындағы басқа жануарлар не желкеншілердің өздерімен қоректенеді, не болмаса оларды тұрақты не уақытша бекінетін субстрат ретінде пайдаланады. Мысалы, веллеланың дискасының үстіңгі жағында майда планес (*Planes*) крабтары көшіп жүреді. Осы жерде олар жауларынан қорғанады, сонымен қатар қорек табады. Кейде аш қалған крабтар желкеншінің дискісінің астыңғы жағына түсіп, оның ұстаған планктонды шаяндарын тартып алады. Қарны тойған краб қайтадан үстіңгі жаққа көтеріліп желкеннің астына орналасады. Краб өз кемесін ешуақытта толықтай жеп қоймайды. Желкеншінің астыңғы жағында басаяқты моллюска янтина (*Janthina*) мекендейді. Янтиналар желкеншінің жұмсақ тканымен қоректенеді, кейде оның хитинді қаңқасы ғана қалады. Бірақ янтина суға батпайды. Желкенші бата бастағанда янтина көп шырыш

бөліп, іші ауаға толы көпіршік түзейді. Шырыш лезде қатып тамаша қалытқы пайда болады. Осылайша ол бір желкеншіден екінші желкеншіге жүзіп бара алады. Желкеншілерде басқа да жыртқыш моллюскалар-*жсалаңаш желбезекті эолистер, глаукостар, кейбір креветкалар, кірпікшелі құрттар* және басқа да бірқатар жануарлар мекендейді.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробионттардың тіршілік формалары және олардың ерекшеліктерін түсіндіріңіз
2. Планктон және оның түрлері, планктонға жататын организмдердің тіршілік ерекшеліктерін сипаттаңыз
3. Нектон және оның түрлері, нектонға жататын организмдердің тіршілік ерекшеліктерін сипаттаңыз
4. Гидробионттардың субстратқа бекіну ерекшеліктері және қалқыма заттардан көмілуден қорғану тәсілдерін түсіндіріңіз
5. Гидробионттардың қозғалысы және миграциясы. Бұлардың гидробионттар тіршілігінде алатын орнын түсіндіріңіз
6. Нейстон және оның түрлері, нейстонға жататын организмдердің тіршілік ерекшеліктерін сипаттаңыз
7. Плейстон және оның түрлері, плейстонға жататын организмдердің тіршілік ерекшеліктерін сипаттаңыз
8. Оқытушының тапсырмасы бойынша Қазақстан суқоймаларында кездесетін негізгі гидробионттар жайында реферат жазыңыз және оны тыңдаушылар алдында қорғаңыз

2-бөлім. Гидробионттардың тіршілігінің экологиялық негіздері

4-тарау. Гидробионттардың қоректенуі

Азықтық заттардың организмге түсу, қорытылу, өңделу және сіңірілу процестерінің жиынтығын *қоректену* деп атайды. Қоректену барысында организмдер өсуге, тіршілік әрекеттеріне және көбеюіне қажетті түрлі химиялық заттарды алады. Яғни қоректену организмнің зат және энергия алмасуының қоршаған ортамен құрамдас бөлігі болып табылады. Биологиялық маңызына қарай қоректенуді екі түрлі тұрғыдан қарастыруға болады. Қорек, бір жағынан, клеткалар мен ткандарды қоректендіру (қайта қалпына келтіру) және олардың химиялық құрамы мен метаболизм процестерін тұрақты ұстап тұру үшін қажет болса, екінші жағынан, организмнің әртүрлі тіршілік формаларына керекті энергия алу үшін де қажет.

Қоректену процесі екі құрамдас бөліктен: *жемді іздеу мен оны ұстау* (қоректену) және оны *химиялық өңдеу* (асқорыту) процестерінен – тұрады. Бірінші процесс-экологиялық. Ол қоректің молдылығына, оның орналасуы мен биологиялық қасиеттеріне, морфологиялық алуантүрлілігінің бейімделуі және мінез-құлқының ерекшеліктеріне байланысты болады. Асқорыту таза физиологиялық процесс, ол әртүрлі жануарлардың организмінде ұқсас жүреді, ал әртүрлі түрдегі асқорыту физиологиясының аздаған айырмашылығы ең алдымен белгілі түр үшін қорек нысандарының химиялық құрамының ерекшелігіне байланысты.

Гидробионттардың қоректенуі *автотрофты*, *гетеротрофты* және *миксотрофты* болып бөлінеді. Автотрофтылар-дайын органикалық заттармен қоректенетіндер. Бұлардың қоректенуі фототрофия және хемосинтез түрінде болады. Фототрофтыларға фотосинтездеуші өсімдіктер мен бактериялар, күн сәулесі арқылы әртүрлі органикалық заттарды қалпына келтіретін фотосинтездеуші микроорганизмдер мен бактериялар жатады. Автотрофты бактериялар арасында хемолитоавтотрофты, фотолито - және хемоорганавтотрофтарды ажыратады. Олардың барлығы денесін құрау үшін көміртектің көзі ретінде CO_2 пайдаланады, бірақ энергияны табу әдістері әр түрлі. Хемолитоавтотрофтылар NH_3 , NO_2 , H_2 , H_2S тотығу энергиясын немесе басқа тотықсыздандырғыш заттарды пайдаланады. Фотолитоавтотрофтылар (цианобактериялар, жасыл, қызғылт және күкіртті

бактериялар) күн сәулесінің энергиясын, ал хемоорганотрофтылар метанолдың, оксалаттардың және басқа да органикалық заттардың тотығу энергиясын жұмсайды.

Гетеротрофтылар арасында тірі организмдермен не органикалық заттардың бөліктерімен қоректенетіндер (фаготрофтар), осмосты түрде ыдыраған органикалық заттармен қоректенетіндер және басқа организмдердің метаболиттерімен қоректенетіндер-сапрофиттер (осмотрофтылар) деп бөлінеді. Саңырауқұлақтар мен гетеротрофты бактериялар біршама сапрофиттік жолмен қоректенеді, деседе барлық гидробионттарға аз мөлшерде болса да осмостық қоректену тән.

Миксотрофты қоректену-автотрофты организмдердің азды-көпті болсада дайын органикалық заттармен қоректенуі болып табылады.

Гидробионттардың қорегі. Гетеротрофты гидробионттардың негізгі қорегі тірі не өлі организмдер, сонымен бірге олардың ыдыраған және тіршілік әрекеттерінің өнімдері болып табылады. Қорек ең алдымен химиялық құрамы жағынан толық құнды және пайдалы заттарға бай болуы керек. Бір химиялық заттардың сапасы кем болса, ол басқа қорек заттарды пайдалану нәтижесінде толығыуы мүмкін. Барлық химиялық заттар қорек құрамында болса да, оны толық қорек деп есептеуге болмайды. Өйткені организм барлық химиялық заттарды қабылдағанменде, оның жеке ферменттері ғана қорытылады. Ал қоректік заттар энергетикалық жағынан пайдасыз болса, олар көп пайдаланылмайды. Кейбір гидробионттарға химиялық құрамы толық қоректерді табу өте қиын болады, өйткені қоректік организмдердің өздері де қозғалыста болады, олар да қорғанады және басқа да ерекшеліктерімен сипатталады. Егер қорегін ұстауға және қорытуға жұмсайтын энергия қорытылатын заттардан кем болса, онда мұндай объектілер биологиялық пайдасыз деп есептелінеді.

Суқоймалардың трофикалық жағдайын бағалау үшін әдетте *қорек ресурстары, қоректік база, қоректілік және қорекпен қамтамасыз етілу* ұғымдары пайдаланылады.

Суқоймаларының қоректік ресурстары - гидробионттар үшін қорек болып табылатын барлық организмдердің, олардың ыдыраған өнімдері мен басқа да органикалық заттардың жиынтығы. Гидробионттардың қорегі тірі организмдер мен судың қабаты және грунттың беткі қабатында болатын суда еріген органикалық заттар (ЕОЗ) болып табылады. Еріген органикалық заттардың қоры гидробионттардың, әсіресе балдырлардың, тіршілік әрекеттері мен ыдырауы нәтижесінде бөлінген заттармен байып отырады. Өйткені фитопланктон клеткаларда синтезделген органикалық заттың 30-40%-н (орташа 15%) суға бөледі.

Суда қалқыған өлі органикалық заттардың мөлшері салыстырмалы түрде аз. Деседе осы заттардың біраз мөлшері жақсы сіңіретін материалға айналған, сондықтан да олар гидробионттардың қоректенуінде маңызды рөл атқарады. Қалқыған органикалық зат *детрит* болып саналады, онда өлі компоненттермен бірге көп мөлшерде көптеген организмдер үшін қорек болып табылатын бактерияларда болады. Суқойманың грунттына органикалық заттардың көп мөлшері жиналады. Оның үлкен үлесі қиын сіңірілетін күйде болады және гидробионттар, бактериялардан басқа, болмайтын өте тереңдікте жатады. Яғни грунттың органикалық заттары гидросфераның үлкен, бірақ әлсіз жүзеге асырылатын трофикалық потенциалын түзейді.

Гидробионттардың қоректенуінде тірі органикалық заттар (олар өлі заттарға қарағанда бірнеше есе аз) басты маңызға ие болады. Ол негізінен *планктон*, *бентос* және *нектон* сияқты организмдерден тұрады.

Қоректік база - организмдердің пайдаланатын қоректік компоненттердің жиынтығы, яғни суқойманың қорек ресурстарының бір бөлігі. Гидробионттардың қорек құрамы белгілі организмнің қандай қорек затын синтездеуіне, қайсыларының сырттан келуіне, қандай қоректік заттарды қорыта алуына, қайсысын қорыта алмауына, қандай нысандарды ұстай алатындығына байланысты әр түрлі болады.

Еріген органикалық заттарды негізінен бактериялар мен саңырауқұлақтар қорек ретінде пайдаланады, ал гетеротрофты қоректенуде оның адсорбциясы газ көпіршіктерінің қабырғасында, детрит бөлшектерінде жүзеге асырылады, мұнда микрофлора өте жақсы дамиды. Жануарлар арасында көптеген омыртқасыздардың кластарының, балықтардың, қосмекенділердің өкілдерінің дамуының ерте сатысында еріген органикалық заттарды сіңіру қабілеті анықталған. Тек қана ішегі болмайтын погонофоралар, көптеген қарапайымдылар, түссіз талшықтылар мен басқа да жануарлар тек еріген органикалық заттармен қоректенеді.

Қатты органикалық заттар негізінен суда қалқыған және грунтқа тұнған детрит бөлшектерінде болады. Детритті қалыптастыруда органикалық заттардан басқа минералды қоспалар да үлкен рөл атқарады. Детрит бөлшектерінде көп мөлшерде бактериялар шоғырланады, олар тек қана беткі қабатта дамып қоймай, тереңірек енеді. Сүзгіш – гидробионттар, коловраткалар, шаянтәрізділер, моллюскалар және басқа да организмдер қалқыған детриттермен қоректенеді. Грунтқа тұнған детритпен пелагобентостың көптеген өкілдері-жәндіктердің (насекомдардың) дернәсілдері, моллюскалар, тікентерілілер қоректенеді. Ал бактериялармен жануарлардың барлық типтерінің өкілдері қоректенеді, десе де олар

грунтқоректілер мен сестофагтардың қорегінде үлкен маңызға ие. Шаянтәрізділер мен моллюскалардың, сүзу арқылы қоректенетіндерінде, олардың рөлі өте үлкен.

Көптеген қарапайымдылар, тақтажелбезекті моллюскалар-сүзгіштер мен төменгі сатыдағы шаянтәрізділер планктондағы балдырлармен (фитопланктонмен) қоректенеді. Балықтар арасында тынықмұхиттық сардина, ақ дөңмаңдай және т.б. фитопланктонмен қоректенетіндерге жатады.

Шаянтәрізділердің, тікентерілілердің, тақтажелбезектілердің, моллюскалар мен балықтардың қорегі фитобентос болып табылады. Макрофиттердің органикалық заттары олар өлгеннен кейін трофодинамикалық процестерге кең көлемде қатысады, нәтижесінде детрит пайда болады.

Зоопланктоннан гидробионттардың қоректік базасында маңызды орында қарапайымдылар, коловраткалар, ескекаяқты және шашакмұртты шаяндар, эфваузиидтер мен басқа да жоғарғы сатыдағы шаянтәрізділер, көптеген түптік жануарлардың дернәсілдері тұрады. Қоректік бентофаунаның негізгі компоненттеріне олигохеттер, полихеттер, қосжақтаулы және құрсақаяқты моллюскалар, кейбір жоғарғы сатыдағы шаянтәрізділер мен жәндіктердің дернәсілдері жатады.

Суқоймалардың қоректілігі тұтынушылар пайдаланатын қоректік компоненттердің санымен бағаланады. Қорекпен қамтамасыз ету деп белгілі бір суқоймасындағы түрдің популяциясының пайдаланған қорегінің қажетті толық қанағаттандыру мөлшеріне қатынасын айтады.

Қоректі тұтынушылар мінез-құлқы өзінің жемтігіне иелік етумен және сонымен қатар өзін жыртқыштардың жойып жіберуінен сақтауға негізделінеді. Тірі организмдермен қоректенетіндерде эволюция барысында жемтігін меңгеруге әртүрлі бейімделушіліктер қалыптасса, ал жемтік болатын организмдерде желінуді азайтатын бейімделушіліктер жетілген. Оған *жасырыну, тығылу, нағыз қорғаныштық* (организмнің жалпы құрылысы) жатады.

Жасырыну (маскировка) дене түсінің қоршаған ортаға сәйкестенуі, пішіні туралы жалған ақпарат, мимикрия, реңінде мөлдірліктің дамуы мен басқа да кейбір тәсілдер арқылы жүзеге асады. Мысалы, сегізаяқтар өте тез қоршаған орта түсіне сәйкес түске ене алады. Жасырыну шеберлігі сегізаяққа қарағанда каракатицада өте күшті жетілген. Ол кез-келген грунт түсіне еш қиындықсыз бейімделе алады. Олар жаңа ғана зебра сияқты жолақ болса, құмға түссе аяқ астынан сарғыш түстес, ал ақ мрамор тақтайының үстінен жүзіп өтсе, аппақ бола алады. Гидробионттардың жасырыну құралы

мөлдірлік көптеген моллюскалардың, шаянтәрізділердің, полихеттер мен балықтардың пелагикалық дернәсілдеріне де тән болып келеді.

Тығылу (укрытие) субстратқа жасырынуымен сипатталады. Бұл кезде пана ретінде бос бақалшақтарды, үйшіктерді, басқа организмдерді пайдаланады. Тығылудың жиі тараған түрі - *грунтқа көмілу*, бірақ оның тереңдігі жауының іздеу қабілеттілігіне байланысты болады. Мысалы, *Marcantaria* моллюскалары *Asteriasrubens* теңіз жұлдызының жақындағанын тактильді не хеморецепторы арқылы сезгенде, грунтқа тереңірек көміледі, өйткені жұлдыздар грунтты қазып, амбулакралды аяқтарымен бақалшағына жабысып, грунттан шығарып алуы мүмкін, тек өте терең көмілу ғана оларды жыртқыштардан құтқарады.

Нағыз қорғаныштық дене көлемінің үлкендігімен, тері жамылғысының мықтылығы және қаруланғандығымен, ұлпаларының жеуге жарамсыздығымен, жылдам қозғалуымен қамтамасыз етіледі. Ірі диатомды балдырлардың арасына ұсақтарына қарағанда шаянтәрізділер аз енеді. Балықтардың денесінің биік болуы оларды жыртқыштардан қорғайды, олар ірі моллюскаларды майда моллюскалармен салыстырғанда аз жейді. Жануарлардың жылдам жылжуы жаудан қорғанудың тиімді түрі болып табылады.

Қорғаныштық бейімделушіліктердің ең бір таңғажайып көрінісі-басаяқты моллюскаларда сия бездерінің болуы. Қауіп төнген уақытта басаяқты моллюскалар воронка (шұңғыма) арқылы мантия қуысындағы сұйықтықты шығарады. Бояу суға қалың бұлт түрінде таралады, осының арқасында моллюскалар жыртқыштан қашып үлгереді.

Қоректі табу әдістері. Гидробионттардың қоректенуі көпшілік жағдайда экзогенді болады, ал эндогенді түрі сирек кездеседі. Сырттай қоректенуге көшкенге дейін қоректену тәсілі - эндогенді. Көп омыртқасыз жануарларға және балықтардың дернәсілдеріне аралас қоректену тән, бұл кезде белгілі уақыт аралығында дернәсілдер сары уыздың қалдығымен және жемді сырттан алу жолымен қоректенеді. Эндогенді қоректену өзінің денесіндегі заттарды пайдалану арқылы жүреді. Ол көптеген гидробионттардың тіршілік циклінде, мысалы, қыстағанда, мекен ауыстыру кезінде (миграция), жазғы ұйқыға кеткенде және басқа кездерде жүзеге асады. Осындай жағдай жем жоқ кезде және ол жеткіліксіз болғанда байқалады. Гидробионттар сыртқы қоректенуге өткенге дейін денесіне резервті заттар, бірінші кезекте майлы заттарды, жинап алады. Өйткені олардың энергия сыйымдылығы үлкен және дененің тұрақты әлі бейтарап құрамы болып табылады. Кездейсоқ қоректенетін жануарларға қарағанда

корегін үнемі қабылдайтындар (мысалы, фильтраторлар) аз мерзімге ашығуға шыдай алуы мүмкін.

Иесінің клеткаларының ішінде не басқа дене құрылымында кездесетін эндосимбионттар—автотрофтылар (әдетте жасыл және пироксидті балдырлар, цианобактериялар, сауытты жіпшелілер, хемосинтездеуші бактериялар) арқылы гидробионттар эндогенді әдіспен қоректенеді. Осындай өзіндік симбиотрофты қоректену көптеген инфузориялар мен фораминифераларда, губкаларда, гидроидтарда, сифонофораларда, бірқатар қосқабаттыларда, кірпікшелі құрттарда және моллюскаларда кездеседі.

Иесінің қоректенуіне автотрофты эндосимбионттардың үлесі бірдей емес. Мысалы, қорек құрамында зоохлореллалар болмаған жағдайларда *Spongilla lacustris* губкалары симбионттары бар организмдерге қарағанда 60-80% нашар өседі. Бірқатар маржандар тек симбионтты балдырлар-*зооксантелла* арқылы қаңқасын түзеді. Жалпақ құрттар *Tridacna* моллюскаларының *зооксантелла* балдырлары арқылы қоректеніп, симбиозды тіршілік етеді. Моллюскалардың мантиясына қоныстанған симбионттарға жарық түсуге кедергі келтірмеу үшін ол бақалшағын ашық ұстап тұруға тырысады. Погонофоралар күкіртті сутектегі сутекті тотықтыратын автотрофты бактериялар есебінен қоректенеді. Босанған энергия хемосинтез процесіне пайдаланылады. Бұл кезде денедегі бактериялардың қатысуымен неорганикалық заттардан органикалық заттар түзіледі.

Гидробионттардың экзогенді қоректенуі негізінде голозойлы сипатта болады, бірақ көптеген гидробионттар өзінің қоректік қажеттілігін осмос қысымы есебінде еріген органикалық заттар арқылы қанағаттандыруға қабілетті. Олардың концентрациясының өсуімен осмостық жолмен қоректенудің қарқындылығы да өседі. Гидробионттардың еріген органикалық заттарды тиімді пайдалануы үшін бірқатар арнайы бейімделушіліктер организмде биохимиялыққа құрылымдыққа дейін қалыптасады. Олар - дене өсінділері және микробүршіктері арқылы белсенді тасымалдаушыны пайдалану, беткі адсорбцияның өсуі, денесіне іргелес су қабатын араластыру, еріген органикалық заттардың гетерогенді компоненттерін ерекше сіңіру болып табылады. Сонымен бірге, еріген органикалық заттарды пайдалану мөлшері гидробионттардың тері қабаты арқылы асқорытуға қабілеттілігіне, суды араластырғандағы дене қозғалысына және т.т. тәуелді болып келеді.

Голозойлы қоректену кезінде салыстырмалы түрде ірі объектілер таңдап не таңдамай ұсталады, олар жеке тексеруге ұшырайды және қоректі ұстау тактикасы олардың ерекше қасиеттеріне сәйкес келеді. Екінші жағдайда қоректік объектілер майда түйіршіктер түрінде болады, олар тұтас

жұтылады және оларды ұстау әдісінің тактикасы топтардың қасиетіне қарай құрылады.

Грунттан және қатты субстраттардан қоректі талғамай ұстау грунтты жұтатын, детритті су түбінен жинайтын немесе қатты субстраттарға жабысқан бактерияларды және балдырларды қырып алатын жануарларда байқалады. Су қабатында қоректі ұстаудың бұл түрі қоректік затты сүзу және седиментациялау түрінде іске асады. Сүзгілеу арнайы сүзу аппаратының көмегімен су ағысы арқылы ұсталған қоректік материалды жеумен сипатталады. Седиментация қандайда бір беткі қабатта қалқығыш бөлшектердің тұнуы үшін жағдай жасалуымен және сүзгілеу мен седиментация үйлесімдікпен жиі жүзеге асады. Қоректік объектілерді талдау, жайылу және қорегін аулау кезінде байқалады. Жайылу ірі өсімдіктермен және баяу қозғалатын жануарлармен қоректенгенде, ал аулау көлемі бойынша ірі, жылдам қозғалатын объектілерді және мөлшері жағынан жыртқыштан сәл кіші жемтіктерді ұстағанда байқалады.

Грунтты жұту және детритті жинау. Зообентос өкілдерінің көп түрлеріне грунтпен қоректену тән. Олар грунттың ішіндегі органикалық заттармен, бактериялармен және қарапайымдылармен қоректенеді. Осындай типпен қоректену теңіздегі бентоста тіршілік ететін сипункулидтерге- *Phascolosoma*, көпқылтандылар (*Nereidae*), голотуриялар, теңіз жұлдыздарына тән. Көптеген тікентерілілер- грунтпен қоректенушілер. Олар грунтта көміліп, грунтты таңдамай жұта береді. Тұщы суларда детритпен қоректенетіндер азқылтанды құрттар *Limnodrilus*, хирономидтердің *Chironomus* личинкалары мен басқа да омыртқасыздар болып табылады. Кейбір жануарлар, мысалы, теңіз кірпілері, голотуриялар, моллюскалар және хирономидтер грунттың жоғарғы қабатын жинап қоректенсе, басқалары, мысалы, азқылтанды құрттар *Limnodrilus*, тереңірек бірнеше см-ге дейін қазып барып қоректенді.

Жануарлар детритті қармалауыштарымен және тұмсықтарындағы кірпікшелі сайшаларының көмегімен грунттың сыртқы қабатындағы детрит бөлшектерін жинап алып, оларды ауыз тесігіне қарай тасымалдайды. Тақтажелбезекті моллюскалар (*Nuculidae*, *Zedidae*), хирономидтердің личинкалары да детритті жинап қоректенеді. Құрсақаяқты моллюскалар қатты субстраттағы қаптап өсетіндерді қырып алады. Негізінен олар ірі өсімдіктердегі, тастардағы және басқа қатты субстраттардағы балдырлардың шөгінділерін пайдаланады.

Сүзу – белсенді және пассивті болуы мүмкін. Пассивті сүзу-жануарлардың судың табиғи ағысымен келген қорегін сүзіп алуы. Мысалы, *Polycentropic* жылғалықтарының дернәсілдері ашық жағы судың ағысына

қарсы тұратын жібек жіптерден жасалған дорбасияқты үйшік ішінде тұрады. Дорбадағы торға су ағысымен түскен қорек түйіршіктер, балдырлар сүзіледі. Дернәсілдер оларды қапшық толған сайын жеп отырады.

Теңіздерде су түбінде, судың көтерілуі мен қайтуы аймақтарында тіршілік ететін жануарларда да пассивті сүзу кең дамыған. Мысалы, судың көтерілу-қайту ағыстары пайда болғанда офиура- *Ophiocoma scolopendrina* сәулелерін көтеріп, амбулакралды аяқтарын созып, тарақшаларды құрайды, олардың арасынан су сүзіледі. Осы сияқты теңіз лалагүлдері сәулелерін желпуіш тәрізді кең жайып, ағынды суды сүзіп планктонды ұстап алады.

Белсенді сүзгіштерге жататын жануарлар суды сүзгіш аппаратынан өздері шығарып отырады. Шаянтәрізділердің арасында белсенді сүзгіштер көп. Шашақмұртты шаянтәрізділердің *Daphnidae*, *Bosminidae* және *Chidoridae* тұқымдастарының сүзгіш өкілдерінде аппараттары насос тәрізді жұмыс істейді. Бұлардың көкірек аяқтары алдынан артқа қарай ырғақты қозғалу арқылы бақалшақтың ішінде су ағысын тудырады және олармен бірге әкелінген қорек түйіршіктері алдыңғы аяқтардағы қылтандармен сүзіліп отырады. Сүзілген түйіршіктер құрсақ науашығына түсіп, ауыз тесігіне қарай жылжытылады. Сүзудің тиімділігін көтеру үшін жапырақаяқтылар отрядының көптеген өкілдері мен мизидалар оқтын-оқтын батпақты лайлап, пайда болған қалқымаларды сүзіп алады. Грунттың жоғарғы қабатында көп органикалық заттар болғандықтан батпақты лайлату, сүзгіштердің қоректенуіне қосымша мүмкіндік туғызады.

Қосжақтаулы моллюскаларда сүзгіштілік тұнбалаумен біріккен кезде үлкен нәтиже береді. Микроскопиялық кірпікшелі эпителийдің жұмысының есебінен мантия қуысы мен желбезектері тұрақты түрде сумен шайылады. Мантия қуысына су ағынымен бірге қалқыма заттар келеді. Мантия қуысынан өткен кезінде судағы қалқып тұрған түйіршіктер желбезектер мен ауыз қуысының қалақтарының үстінде тұнып қалады. Моллюскалардың бөлетін мол шырышы түйіршіктерді коагуляциялауға көмектеседі. Қоректік түйіршіктер ауыз тесігіне қарай кірпікшелер көмегімен жылжып отырады, ал қоректік құны болмайтын бөлшектер псевдофекалий түрінде сыртқа шығарылады. Тақтажелбезектілер суды тазалайтын және түссіздендіретін өте күшті биосүзгіштер болып табылады. Сонымен қатар, олар қорытылмаған заттарды (қи мен жалған қи) шығарып, түптік лайдың түзілуіне белсенді қатысады.

Тұнбалау (седиментация) . Көптеген қарапайымдыларға, губкаларға, құрттарға, моллюскаларға, насекомдардың дернәсілдеріне және басқа омыртқасыздарға қоректік қалқымаларды тұндыру тән.

Губкалар қоректік заттарды тек қана тұнбалау арқылы қабылдайды. Хоаноцит клеткаларының талшықтары бір бағытта қозғалып су түтіктер арқылы парагастралды қуысына қарай ағып келеді, бұл жерде қалқымалы түйіршіктер тұнып тұрады. Коловраткалар айналмалы аппарат арқылы су ағысымен келген қоректік заттарды тұндырады. Көптеген отырып тіршілік ететін құрттар, мшанкалар, иінаяқтылар қармалауыштарын қозғалту арқылы қоректік қалқымаларды тұндырады.

Хириноидтердің арасында да тұнбалаушылар көптеп кездеседі. Дернәсілдер түтік – үйшігінің ішін тормен астарлайды. Бірнеше минуттай денесімен толқын тәрізді қозғалып түтік арқылы суды ағызады, сонан кейін сумен келген, жіпшелерге жабысып қалған түйіршіктерді жинап алады. Кейіннен жыртылған үйшіктің астары мен желінген жіпшелері қалпына келеді, қайтадан толқын тәрізді қозғалады.

Жайылу. Өсімдіктердің және бекініп отырған не көп қозғалмайтын жануарлардың жиналған жерлерінде бір қатар гидробионттардың жайылуы байқалады. Жағалауда мекендейтін құрсақаяқты моллюскалар (*Patella*, *Fisurella*) ірі қызыл және қоңыр балдырларда жайылады. Кейбір тұщысу құрсақаяқты моллюскалар *Lymnaea* және *Planorbis* тұңғық шіліктерінде, суасты мүйізжапырақтардың арасында, олардың жапырақтарын жеп қоректенеді. *Gammarus* және *Orchestia* бүйіржүзгіштері теңіз өсімдігі зостерамен қоректенеді. Су макрофиттердің арасында ақ амур жайылады. Бекініп отырған не көп қозғалмайтын жануарлармен кейбір моллюскалар, тікентерілілер, шаянтәрізділер, құрттар және балықтар қоректенеді. Мысалы, көп қылтанды құрттар *Hermodice carunculata* және шаянтәрізділер *Carpelidae* маржан полиптерде жайылып жүріп гидранттарды жейді. Тақтажелбезекті моллюскалардың және басқа да көп қозғалмайтын жануарлардың топтасқан жерлерінде көптеген балықтар жайылады.

Аулау олжасын қуу не аңду арқылы жүзеге асырылады және осыған сәйкес жыртқыштардың арасында аулаушылармен бірге тосқауылшыларды ажыратады. Кашалоттар, акулалар, кальмарлар, жыртқыш шаянтәрізділер, көптеген насекомдардың дернәсілдері – аулаушылардың өкілдері. Көптеген онаяқты шаянтәрізділер – жыртқыштар тосқауылшылар болып табылады.

Теңіз түбінде жорғалап тіршілік ететін әртүрлі жануарлардың – көпқылтандылардың, тікентерілілердің, басқа шаянтәрізділердің өкілдері жемтігін қысқыштармен ұстап оларды бөледі немесе бөлшектейді, тақтайшалармен үгітеді және жейді. Кейбір крабтар мен креветкалар (асшаяндар) қорғану үшін грунтқа көміледі, ал жемтігін аулауға тек түнде шығады.

Бекініп тіршілік ететін көптеген ішекқуыстылар, шаянтәрізділер, жартаста бекініп отыратын сегізаяқтылар, грунтқа көмілетін балықтар жемтігін тасадан тығылып аулайды. Шыртылдақ шаяндар (*Aepheidae тұқымдасы*) – тасалағыштар, бұлар өз жемтігін інде немесе басқа жасырын орында отырып ұстайды. Олардың қысқыштарының біреуі үлкен әрі қозғалмалы. Жемтігін жақындағанда қозғалмалы саусағы шапшаң қозғалады және оны қозғалмайтын қысқышына жақындатып, қос саусақпен қысады. Сегізаяқтылардың басым көпшілігі тасты грунтты ұнатады, тастардың арасында және жарықшақтарда отырып өз жемтігін күтеді.

Кейбір тосқауылшылар жемтігін өзіне қарай еліктіреді. Мысалы, Еуропа қармақшы балығы *Lophius piscatorius* арқа жүзу қанатының бірінші сәулесі “қармаққа” өзгеріп кеткен. Ол басының алдыңғы жағында орналасқан, ұзын және ұшында қармақсияқты өсіндісі болады. Олжасын күту кезінде қармақшы мүлдем қозғалмайды және тек ұшында орналасқан “қармақ жем” ғана жабылып тұрған ауыз үстінде дірілдейді. Барлық немесе қандайда да бір жануар жақындай қалса, сол сәтте–ақ жемтігін ұстайды. Бір жағдайда жыртқыштар алдын – ала жансыздандырылған жемтігін өлтіріп не есінен тандырып жесе, ал басқа жағдайда тірідей жей береді. Тынықмұхиттық сегізаяқ *Appolion* шанақ (воронка) арқылы улы сұйықтықты крабтарға бағыттап, оларды өлімге ұшыратады. Басқа жағдайларда сегізаяқтар крабтарды тістеп, жарақатқа улы сұйықтықты енгізу арқылы оларды жансыздандырады. Кит жиі судан секіреді және құлаған кезде ұсақ балықтарды есеңгіретеді, содан соң жейді. Кейбір балықтардың, мысалы, сүйелді балықтардың арқа жүзбеқанатының тікені өте күшті улы безбен жабдықталған. Сәл қимылдың өзінде сүйелді балық арқа жүзбе қанатын көтереді, ал үшкір әлі мықты тікенектер жемтігіне қадалады және удың әсерінен ол өледі. Көптеген балықтар жемтігін өздерінің денесінде болатын электр тоғымен соғады. Электрлі жыланбалықта (*Electrophorus electricus*) өте үлкен электрлі мүшесі болады, ол денесінің 4/5 бөлігін алып жатады. Бұл батареяның оң полюсі жыланбалықтың денесінің алдыңғы жағында, ал терісі – артына қарай орналасады. Ұзындығы 1 метр болатын балықта тоқтың кернеуі орта есеппен алғанда 350 В-тай болады. Бұл мүшелер жауларынан қорғану үшін де пайдаланылады. *Torpedo* скатының бас бөлігінде 220 В-тауатты батареяны түзетін екі электрлік мүшесі бар. Бұл аз қозғалатын скаттар, әдетте олар құмға немесе лайға көміліп су түбінде жатады. Олар шаянтәрізділермен, моллюскалармен және балықтармен қоректенеді. Кейбір скат жемтігін өзінің кеуде жүзбеқанаттарына басып алады да, оны ток разрядымен соғып, жансыздандырады.

Қоректену спектрлері және қоректік талғампаздылық. Қоректену спектрі дегеніміз бір жағынан қоректік тұтынылатын жемнің құрамын, екінші жағынан оның санын көрсететін қоректің компоненттік құрамы. Жануарлардың қоректену спектрлері өзгермелі. Осыған сәйкес жастық, мерзімдік және басқа да қоректену спектрлерін ажыратады. Барлық жағдайларда жануарлар қоректік нысандарға қоректік таңдаушылық немесе таңдампаздық көрсете алады. Бір жағынан, таңдаушылық жемдік объектілердің қоректік құндылығымен анықталса, екінші жағынан, оған қолжетімділік деңгейімен және тұтынушының қоректену белсенділігімен анықталады.

Қоректену спектрлері. Тұтынылатын қоректің алуантүрлілігінің деңгейі бойынша гидробионттар көптеген объектілермен қоректенетін *эврифагтар (полифагтар)* және аздаған қорек құрамы есебінен тіршілік ететін *стенофагтар* деп ажыратылады. Стенофагия кезінде қоректену өте маманданған және соған байланысты қоректі табуға кететін энергия шығындары мен оны сіңіру экономикалық жағынан тиімді, яғни үнемді болады. Экологиялық жағынан әр түрлі қоректік объектілерді тұтыну есебінен қоректену спектрінің кеңеюінен олардың пайдаға асырылуының коэффициенті төмендейді. Сонымен қоса, стенофагия қорек базаның жоғары тұрақтылығы бар жағдайларда ғана жүзеге асады және ол тіршілігі қысқа циклды жануарларда мерзімдік өзгерістерге тәуелді болмайды. Тіршілік циклі ұзақ жануарлар арасында стенофагия көбінесе қоректік база тұрақты болып келетін төменгі ендіктердегі суқоймаларында кездеседі.

Қоректің маңыздылығына байланысты гидробионттар арасында *грунтқоректілерді, детритофагтарды, зоофагтарды* және *фитозоофагтарды* ажыратады. Қоректенудегі маңызы бойынша қорек асқорыту жолының басым бөлігін толтырылатын *негізгі*, үнемі, бірақ аздаған мөлшерде ғана кездесетін *екінші деңгейдегі*, аз мөлшерде сирек желінетін *кездейсоқ* қорек деп ажыратады.

Онтогенездегі қоректену спектрі тұрақты болмайды. Мысалы, су түбі жануарларының пелагикалық дернәсілдері негізінен фитопланктонмен, ал ересек организмдер—детриттермен және бентос өкілдерімен қоректенеді. Ересек особьтар тұтынатын жемдер ассортименті бойынша жас организмдерге қарағанда кең. Қоректену спектрінің кеңеюі—особь түрлерінің қорекпен қамтамасыз етілуінің жоғарылауына деген бейімдеушіліктің бірі. Кейбір жағдайларда қоректену спектрі жас келген сайын тарылады. Бұл кезде жануарлар қоректің көптеген түрлермен қоректенудің орнына көп санды болатын қоректің бір түрімен ғана қоректенеді, яғни жасы ұлғайған сайын түрдің қорекпен қамтамасыз етілуі артады. Жемдік база мен қоректі табу

жағдайларының ауытқуы қоректену спектрінің тәуліктік және мерзімдік өзгерулеріне байланысты болады. Мысалы, *перкарина* күндіз планктонмен, ал түнде – тюлькамен қоректенеді. Күндіз ол планктонмен қоректенуге мәжбүр, себебі тюлькаға қарағанда оның көруі нашар, осыған орай тюльканы ұстап алу мүмкін емес. Түнде тюлькаға қарағанда сейсмо сенсорлық сезімталдығы жақсы дамыған перкарина керісінше алғашқысын оңай ұстайды. *Нәлім* түнде ғана жақсы көре алатындықтан *бетшабақтарды* ұстайды, ал күндіз ол су түбінде қозғалатын жемді жөн көреді. Негізінен қоректену сипатындағы тәуліктік өзгерістер қоректік (жемдік) организмдердің орын ауыстыруына байланысты. Қоректену спектрлерінің мерзімді өзгеруі негізінен жемдік базадағы өзгерістермен, яғни балдырлардың түрлік құрамының ауысуы, зоопланктон мен зообентос дамуының мерзімділігіне байланысты анықталады.

Қоректік талғампаздық. Қоректенудің талғамдылығы қарапайымдылардан бастап сүтқоректілерге дейінгі гидробионттарда байқалады. Қарапайымдылар арасында қоректі таңдаушылық инфузорияларда анықталған. Губкалардың тесіктері су ағыны қажетсіз заттарды алып келгенде жиырылып, саңылауларды жабуға қабілетті клеткалармен қоршалған. Грунттармен қоректенетін құрттарда қоректік таңдаушылық органикалық заттарды концентрациясы жоғары болатын үстіңгі қабатынан ұстау кезінде пайда болады. Моллюскаларда қоректік таңдаушылық ең жоғары трофикалық эффектіні қамтамасыз ететін қоректену тәсілін таңдағанда пайда болады. Мысалы, *Bithynia tentaculata* және *Valvata piscinalis* қатты субстратта мекендейді, қарқынды түрде балдырларды сүзеді, ал су қабатында сүзгіштер сияқты қоректенбейді. Моллюска - сүзгіштер бөлшектерді сұрыптап, жарамсыздарын тастайды, ал егер олар сестонда өте көп болса онда сифонды жауып, қоректенуді доғарады. Бөлшектерді сұрыптау бұл моллюскаларда тек псевдофекалиялар қалыптасқан кезде ғана жүреді. Егер концентрация аз болса, псевдофекалий түзілмейді, желбезектер арқылы сүзілген барлық бөлшектер тұтастай жұтылады. Жарамсыз бөліктер шырышпен қапталады, ал жұтылатындар қапталмайды. Төменгі сатыдағы шаяндарда қоректенудің таңдамалылығы объектілердің қоректік сапаға қатысымен ғана емес, сонымен қатар, олардың өлшемдеріне де қатысты пайда болады. Мысалы, ескекаяқты шаяндар мөлшері 4-40 мкм, ал шашақмұрттылыр 20-30 мкм болатын қоректік объектілерді жейді. Жоғары сатыдағы шаяндарда қоректік таңдаушылығы жоғары. *Palaemonetes* және *Palaemon* креветкалары оларға ұсынылған макрофиттердің ішінен шылаң және су мүгін көбірек жейді, одан сәл аздау – қарақұмықты, валлиснерияны және кербезгүлді жейді, мүйізжапырақты, егеушөпті, элодеяны, балдыршөпті

мүлдем жемейді. *Callinectes sapidus* көгілдір крабы қосжақтаулы моллюскалармен қоректенген кезде өте тез өлтіре алатын ұсақ особьтармен қоректенгенді жөн көреді. Жыртқыштық жолмен қоректенгенде, жемді жинағанда және сүзгенде тікентерілілерде талғампаздылықтың жоғары дәрежесі байқалады.

Astropecten теңіз жұлдыздары ұсақ моллюскалармен көптеп қоректенгеннен соң жақтауларын жауып алады және бірнеше тәулік бойы қорытылатын ірі объектілерді аз пайдаланады. Грунтты жұтатын теңіз кірпілері оның органикалық заттары өте көп телімдерін таңдайды. Әсіресе, хордалыларда, соның ішінде омыртқалыларда, қандай жеммен қоректенседе, оларда талғамдылық жақсы жетілген.

Сонымен, қоректік талғамдылық бір жағдайларда жануарлардың бағалау және әр түрлі объектілерді жіктеп ұстау қабілеттілігін, ал екінші жағдайларда уақыт пен жемді таңдау қабілеттілігі мен соған байланысты қажетті жемді жіктемей-ақ тұтынуы дәрежесінің жоғары болуын қамтамасыз етеді. Барлық жағдайларда трофикалық талғампаздық организмдерді талап етілетін мөлшерге сәйкес сапалы қорекпен қамтамасыз етудің оңтайлығына бағытталған бейімдеушіліктер жүйесі болып табылады.

Таңдап қоректенуді сандық бағалау. Қоректік талғамдылықтың дәрежесі зерттелетін жануардың қорегіндегі және оның жемдік базасындағы белгілі бір нысанның салыстырмалы мәнімен анықталады. А.А.Шорыгин (1940) таңдамалық индекс (J) ретінде ішектегі (a) және жемдік базадағы (b) компоненттердің қатынасын қолдануды ұсынды: $J = a:b$, мұндағы *a* және *b* пайызды мағынада беріледі. Осылай есептелген индекстер өте көрнекі және берілген нысан басқа нысандарға қарағанда неше есе көбірек таңдалатынын анықтауға мүмкіндік береді. В.С. Ивлев (1955) таңдамалы индекстерді анықтау үшін мына формуланы ұсынды: $J = (a - b):(a + b)$. Индекстердің шамасы + 1 ден -1- ге дейін ауытқиды. Олар оңай есептелінеді, бірақ ол бойынша кез-келген қоректік талғампаздық дәрежесін және бір нысанның басқаларынан қандай артықшылығы бар екенін айту қиын.

Таңдамалық индекстер қандай да бір қорекке қатысты особь түрлері үшін тұрақты болып келмейді. Мысалы, аш актиния *Adamasia* жеуге жарамсызын да, жарамдысын да жей береді. Аздап қана ашыққаны барлығын жейді, бірақ кейіннен жарамсызын шығарып тастайды, ал тоқ актиния қоректің құнды болуына көңіл бөледі. Яғни қоректік талғампаздық тоқ дараларда нақтылы байқалады, ал аштарының жемге деген талабы төмен. Мысалы, тұқы балығын оған қажетті қоректі бөліп-бөліп бергенде, (қоректер- хирономид дернәсілдері, шаянтәрізділерден - тақайлары мен моллюскалар) хирономидті таңдау индексі үздіксіз артқан, су тақайларында

– төмендеген, ал моллюскалармен қоректенуден тәжірибе соңында тұқы балығы қашқан. Таңдау индекстері әр уақытта белгілі бір тұтынушы үшін нысанның қоректік құндылығын сипаттамайды. Мысалы, ақ дөңмандайдың майда көк-жасыл балдырларды таңдау индекстері өте төмен, бірақ ол қоректің толық құндылығымен емес, ол балықтың сүзгіш аппаратының үлкен мөлшердегі бөліктерді сүзе алмауына байланысты.

В.С.Ивлев талғамдылықты (бұл таңдау индекстерінің көмегімен сандық бағалау) және ұнайтындықты (бұл жемнің толықтай қол жетімді болуы жағдайларында жоғарыдағы индекстермен анықталған) бөлуді ұсынады. Бұл екеуінің айырмасы жемнің қолжетімділігінің мөлшерін сипаттайды.

Тұтынушылардың белсенділігіне қарай қорек *ұнайтын* нысандардан немесе *ұнамайтындардан* тұрады, бірақ қолжетімділік үлкен болғандықтан соңғыларын да қорек ретінде пайдаланылады. Өте жоғары немесе өте төмен қоректік белсенділікте *монофагия* байқалады. Ол жемнің бір түрімен (тұтынушы ерекше ұнататын қорегін іздеуде өте белсенді болғанда) және оңай қолжетімді, бірақ құнсыз қорекпен қоректенгенде жүзеге асады. Жыртқыштарда қоректену белсенділігі жоғары болады, ал жыртқыштық дәрежесі төмендеген сайын, ол азаяды.

Жануардың белгілі бір қоректік нысанды тұтынуы басқа жемдік нысандардың арасында қуаттылығы жағынан біршама құнды болатындарының абсолюттік санына тәуелді. Қоректің жалпы санының артуына қарай қорек құрамынан қоректік құндылығына кері бағытта жеке құрама бөліктері түсіп қалады. Гидробионттардың қоректену қарқындылығын олардың қорекпен қамтамасыз етілуі сипаттайды, ал оның өзі асқорыту жолын толтыру индексімен анықталады. Ол дегеніміз асқорыту жолындағы бар қорек массасының жануардың толық массасына қатынасы.

Қоректену қарқындылығы және қоректің қорытылуы. Гидробионттардың қоректену қарқындылығы деп - тұтынушы салмағына қатысты және уақыт бірлігінде тұтынылған қорек мөлшерін түсінеді. Қоректі тұтынудың мөлшері деп тәуліктік рацион шамасын, яғни жануардың бір тәулікте жейтін азық мөлшерін айтады. Тұтынатын жемнің мөлшері қоректену қарқындылығын сипаттайды. Егер белгілі бір гидробионт қорек ретінде пайдаланып жүрген жемді басқа мөлшерде тұтынса, онда қоректену қарқындылығында өзгеріс болады. Қоректену қарқындылығын дәл сипаттау үшін оның жеген жемінің барлық массасын емес, жемнің құрамындағы нәрлі заттардың немесе оның энергия сиымдылығын есепке алу керек.

Қоректі тұтыну қарқындылығы. Тәуліктік рацион мөлшері желінген қорек есебімен жануарлар пайдаланған азық концентрациясының өзгеруі

бойынша анықталуы мүмкін. Тәуліктік рационды есептеу үшін асқорыту жолының толу индексін және оның ішектен өтетін уақытты ескеру қажет. Неғұрлым жануарлардың өсу қарқыны мен энергия шығыны жоғарылаған сайын, соғұрлым олардың тәуліктік рационы жоғары болуы керек. Оның шамасы тұтынылатын жемнің қоректік құндылығына байланысты. Әсіресе, грунтқоректі формаларда қоректік рацион жоғары. Ол дене массасынан бірнеше мыңдаған пайызға жетеді. Фитофагтарда қоректік индекс ондаған және жүздеген пайызбен, етқоректілерде-бірліктермен және ондық пайыздармен көрсетіледі. Қоректік рацион шамасы жануарлардың жасымен байланысты азаяды. Мұндай заңдылық әр түрлі гидробионттарда-қарапайымдыларда, құрттарда, шаянтәрізділерде, моллюскаларда, балықтарда байқалады. Л.М.Суцен бойынша шаянтәрізділерде әр түрдің шегінде осы байланыс мына теңдеу бойынша анықталынады: $R = pWh$, мұндағы R -тәуліктік рацион мөлшері, W - жануар салмағы, p және k - коэффициенттер. Қорек көп болған жағдайда тәуліктік рацион жануарлардың өздерінің салмақтарынан да асып түседі және тұтынған қоректегі энергия басқа да тіршілікке қатысты процестерге жұмсалатын энергияға қарағанда айтарлықтай көп шығынға ұшырайды.

Қоректену қарқындылығына температура да әсер етеді. Ол жоғарылағанда қоректі тұтыну жоғарылайды, сосын қайтадан төмендейді. Температуралық оптимум жануарлар түріне, олардың жасына, мөлшеріне, жыл мезгіліне және басқа да факторларға байланысты.

Қоректің қорытылуы. Қоректің қорытылу деңгейі оның қасиеттеріне, тәуліктік рацион шамасына, жануарлардың түрлік ерекшеліктеріне тәуелді. Салыстырмалы түрде су омыртқасыздары құрамында полисахаридтерді, соның ішінде целлюлоза бар өсімдіктекті қоректер нашар қорытылады және сіңіріледі. Олардың ішектерінде целлюлоза симбионттарымен-бактериялармен, саңырауқұлақтармен және қарапайымдылармен синтезделеді. Көптеген балдырлар олардың қабықшаларының мықтылығына байланысты нашар немесе мүлдем қорытылмайды.

Грунттың органикалық заттары нашар қорытылатындығы белгілі. Бактериялардың, саңырауқұлақтардың мицелиялары, шіріген өсімдіктердің қорытылуы мен сіңірілуі салыстырмалы түрде жоғары. Мысалы, бактериялар *Nais* құртымен толықтай қорытылады.

Көптеген гидробионттарда тәуліктік рацион мен қоректің концентрациясы артқан сайын оның қорытылуы төмендейді. Бұл әсіресе тәуліктік рационды нашар реттейтін сүзгіштерге тән болады. Мысалы, шашақмұртты шаянтәрізділердің қоректенуі мен тыныс алудың бір уақытта қамтамасыз етілуі аяқтарының үздіксіз жұмысының арқасында жүзеге асады.

Жемтіктің концентрациясы жоғары болған жағдайда тәулік рационы өте жоғары болады, бірақ қоректің сіңірілуінің төмендеуі байқалады. Десе де, тәуліктік рационның мөлшерін реттеп отыратын сүзгіш шаянтәрізділердің жемтіктерінің шоғырлануының артуы қоректің сіңірілуін аса төмендетпейді. Онтогенездің бастапқы сатыларында, яғни организмде ферменттік жүйе әлі толық қалыптаспаған кезде, қоректі сіңіру салыстырмалы түрде төмен болып келеді. Мысалы, шортан мен бекіренің шабақтары жас особьтарға қарағанда қоректі 1,5 есе нашар қорытады.

Ассимиляция қарқындылығының көрсеткіші-белгілі уақыт бірлігінде организммен сіңірілген органикалық заттардың мөлшерінің олардың денесінің мөлшеріне қатынасының көрсеткіші. Организмдегі органикалық заттардың жұмсалуды сипаттайтын оның айналым жылдамдығы мен ассимиляция қарқындылығы ірі жануарларға қарағанда майдаларында жоғары болып келеді. Бір клеткалы балдырлар мен қарапайымдыларға қарағанда бактерияларда жоғары, ал қарапайымдыларда көп клеткалылардан жоғары болады. Ассимиляцияның қарқындылығы температура жағдайларына да тәуелді болады.

Қоректену ырғақтары. Көптеген гидробионттарда қоректену қарқындылығы әр уақытта үнемі өзгеріп тұрады. Ол қоректену жағдайларының сәттілігін немесе қорекке қажеттіліктің заңды түрде ауытқуына байланысты. Судың тасуы мен қайтуына қарай қоректену қарқындылығының өзгеруі бірқатар литоралды жануарларға тән болады. Мысалы, құрсақаяқты моллюскалар (*Patella*) теңіздегі судың тасуы мен қайтуы кезінде ғана қоректенеді. Олар теңіздің жағалауындағы жартастарға бекініп тұрады.

Көптеген шаянтәрізділерге, моллюскаларға, тікентерілілерге, балықтарға күн мен түннің алмасуымен байланысты болатын тәуліктік ырғақтылық тән. Мысалы, Қара теңізде *Centropages* шаянтәрізділердің түнге қарағанда күндіз асқорыту жолындағы балдырлар саны төмен болады. Ал *Leptomysus* мизидаларында қоректену қарқындылығы, керісінше, түнгі уақытта төмен болады.

Қыс мезгілінде температура төмендеуіне байланысты көптеген шаянтәрізділердің, балықтар мен басқа жануарлардың қоректенуі төмендейді не толығымен тоқтайды. Қоректену қарқындылығының маусымдық өзгерістерінің дәрежесі көп жағдайда қорек базасында әртүрлі нысандардың алма-кезек пайда болуымен анықталады. Мысалы, Қара теңізде перидиналармен қоректенетін *Centropages* перидиналардың саны ең көп шілде айында шаянның асқорыту жолының толтырылуы индексі ең жоғары болады. Уылдырық шашу кезінде көптеген балықтар қоректенбейді. Теңіз

балықтары жыныс өнімдері пісіп-жетілу кезінде айлап қоректенбесе, ал албырт балықтары уылдырық шашу барысында мүлдем қоректенбейді. Өйткені жыныс өнімдері пісіп-жетілу кезінде үлкейген гонадалар қарынды қысады және организмде көбеюге байланысты физиологиялық процестер жүреді. Теңіз жұлдыздары бір айға дейін, аналық сегізаяқтар ұзақ уақыт қоректенбейді, бұл кезде олар тек жұмыртқаларын қорғайды. Жоғары сатыдағы шаянтәрізділер түлеуден кейін жабындары мен ауыз мүшелері катайғанша қоректенбейді.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробионттардың қоректену тәсілдері, түрлері және қоректену ерекшеліктерін түсіндіріңіз
2. Суқоймаларының қоректік ресурстары мен базасын сипаттаңыз
3. Суқоймаларының қоректілігі және оларды гидробионттардың табу тәсілдерін түсіндіріңіз
4. Гидробионттардың қоректену спектрлері және қоректену талғампаздығын түсіндіріңіз
5. Гидробионттардың қоректену қарқындылығы және қоректің қорытылу ерекшеліктерін түсіндіріңіз
6. Гидробионттардың тәуліктік және маусымдық қоректену ырғақтарының ерекшеліктерін түсіндіріңіз

5-тарау. Гидробионттардың тынысалуы

Тынысалу - тіршілік көзінің негізгілерінің бірі, ол организмге O_2 – тің түсуін қамтамасыз ету, оны тотығу-тотықсыздандыру әрекеттерінде пайдалану, организмнен CO_2 және зат алмасудың басқа да соңғы өнімдерін шығару процестерінің жиынтығы. Тынысалу үшін қолданылатын алғашқы заттар энергияға бай органикалық молекулалар мен оттегі болып табылады, ал оның жанама өнімдеріне энергияға кедейлеу болатын қосылыстар - көміртектің қостотығы мен су жатады. Тынысалу ішкі және сыртқы тынысалу деп бөлінеді. Бірінші жағдайда клеткалар мен қанның арасындағы газ алмасу жайында сөз болса, екіншісінде қан мен сыртқы орта арасындағы газалмасуды айтады. Экологиялық жағынан сыртқы тынысалу үлкен қызығушылық танытады, өйткені бұл қызмет организмді оттегімен қамтамасыз ететін сыртқы ортаның алуантүрлі жағдайларына максимум тәуелді болады.

Тотықтырғыш ретінде молекулалық оттегі (аэробты тынысалу) пайдалануы мүмкін. Анаэробты тынысалу оттектің қатысуынсыз жүреді. Бұл кезде электрондар акцепторы ретінде (тотықтырғыш) оттегі емес, басқа бір неорганикалық немесе органикалық қосылыстар пайдаланылады. Тынысалудың бірінші типі (аэробты) су экосистемасының энергетикасында үлкен маңызға ие. Гидробионттарда бұл түр «сульфаттық» және «нитраттық» түрде байқалады, яғни электрондар акцепторы ретінде SO_4^{2-} және NO_3^- иондарындағы оттегі қолданылады. Анаэробты тынысалудың (фотосинтезге кері процесс) гидробионттар тіршілігінде маңызы шамалы. Бұл процесте пайда болған органикалық зат (CH_2O) қайтадан CO_2 мен H_2O -ға ыдырайды.

Тынысалудың биологиялық тотығудан босап шығатын кез-келген энергия ретіндегі кең көлемді түсінігінен басқа тек оттекті сіңірумен байланысты процестерге ғана тән тар мағыналы түсінігі де бар. Аэробты тынысалу құрлыққа қарағанда суда қиындау. Өйткені алғашқы сулық жануарлар тынысалу үшін суда еріген оттекті пайдаланады. Ал оттектің ерігіштігі аса жоғары емес. Мысалы, $15^{\circ}C$ -да және су бетіндегі атмосфералық газдың қысымы 1 атм болғанда 1 л суда 34 мл-ге жуық O_2 ғана ериді. Құрлық жануарларының тынысалу жолдарының бетіндегі ылғалдың құрамында еріген оттегі қалыпты немесе біршама аздау болады. Егер гидробионттардың тынысалу құрылымдарының беттерін жуып өтетін су оттегімен қаныққан болса, онда олардың тыныс алу жағдайы құрлықтық формаларынан кем болмайды, тіпті

одан да жақсы. Бірақ суда оттектің мөлшері көбіне қалыпты жағдайдан біршама төмен болып келеді, бұл гидробионттардың тынысалу жағдайын нашарлатады. Судағы респираторлық (тынысалу) жағдайдың қиындығы гидробионттарға тыныс алу қарқынының қажетті деңгейін қамтамасыз ету үшін бір қатар морфологиялық, физиологиялық және биохимиялық бейімдеушіліктерінің болуына әкеледі. Газ алмасудың, яғни энергия шығынының қарқынын реттей отырып гидробионттар өзінің энергиясын оңтайландырады, еріген оттектің көп жетіспеушілігі кезінде гидробионттар өздерінің белсенділігін төмендетеді және бірнеше уақыт анаэробты жолмен босанатын энергияның ең аз мөлшерін қолдану арқылы тіршілігін сақтайды. Гидробионттардың кейбіреулері еріген оттектен жоқ кезде де оны химиялық байланыстардан немесе басқа тәсілдермен ала отырып тұрақты тіршілік ете алады.

Гидробионттардың газалмасуға бейімдеушілігі. Гидробионттарда газалмасу тиімділігі ең алдымен тынысалу бетінің ауданының ұлғаюы арқылы және сондай-ақ, газдар өтетін жабындардың жіңішкеуі және қопсуы арқылы жүзеге асады. Тынысалуды қамтамасыз ететін бейімдеушіліктің тағы бір жолы тынысалу құрылымдарының аэрациясын күшейтумен байланысты. Үшінші типке оттектің және көмірқышқыл газының организм ішінде тиімді тасымалдануына бейімделуі жатады. Жоғарыда аталған бейімдеушіліктердің белгілі бір үйлесімі аэробты тыныс алатын гидробионттардың эвриоксидтік деңгейін, олардың түрлі тынысалу жағдайларында гидросфераның қолайсыз аймақтарына орналасу мүмкіншіліктерін анықтайды.

Тынысалу беттерінің ауданы мен газөткізгіштігінің үлкеюі. Гидробионттардағы газалмасу не дененің бүкіл бетімен, не оның арнайы тынысалу мүшелеріне (желбезек, кеңірдек (трахея), өкпе және басқа түзілістер) айналған жекелеген учаскелері арқылы жүзеге асады. Арнаулы тынысалу мүшелерінен айырылған гидробионттарда әдетте денесінің беті үлкен болады. Оны үлкейтудің ең бір қарапайым тәсілі-организмнің көлемінің кішіреюі. Дененің шағын көлемді болуы арнаулы тынысалу мүшелері болмайтын қарапайымдылар, коловраткалар, остракодтар, максиподтар және басқа да организмдер үшін тән. Дене бетінің ұлғаюы көбіне оның қалыңдауы, созылуы, әртүрлі өсінділердің, қармалауыштардың және тағы да басқалардың түзілуімен жүзеге асады.

Тынысалу беттерінің даму деңгейі көбіне суқойманың оттектік жағдайларына тығыз тәуелді. Мысалы, ақпайтын суқоймаларында тіршілік ететін *Baetis tricoudatus* біркүндіктердің дернәсілдерінің оттекті жағдайы жақсы болып келетін өзендерде мекендейтін *B.bricoudatus* мерге қарағанда желбезектерінің беті үлкен болып келеді. Ауада оттектен көп болатын жағаға жиі

шығатын теңіз шаяндарында (крабтарда) нағыз теңіз мекендеушілеріне карағанда желбезектерінің саны мен көлемі аз болатыны байқалған.

Кейде жануарлар өздерінің дене формасын өзгерте отырып тынысалу бетін ұлғайтады. Мысалы, тынысалудың қолайсыз жағдайында олигохеттер денесін ұзыннан қатты созып, жіңішкереді, осының есебінен денесінің беті ұлғаяды. Гидра мен актиниялар оттектен жетіспеген жағдайда өздерінің денесі мен қармалауыштарын, ал тікентерілілер амбулякралды аяқтарын өте күшті созады.

Тынысалу бетінің даму дәрежесі біршама белсенді формаларда жоғары болады. Белсенді тіршілік ететін пелагикалық *Callinectes* теңіз шаяндарының (таңқы шаяндар) желбезектерінің салыстырмалы бетінің ауданы ($14 \text{ см}^2/\text{г}$) қозғалғыштығы біршама төмен болатын литоралдық *Usa* таңқы шаяндарына карағанда ($6 \text{ см}^2\text{-г}$) әлде-қайда жоғары болады.

Газдар диффузиясының жылдамдығы тек тынысалу беттерінің үлкенділігіне ғана емес, сол сияқты газалмасу жүретін жамылғының қалыңдығына да байланысты болады. Тынысалу бетінің жамылғыларының жұқаруы газалмасуға бейімделудің негізгілерінің бірі болып табылады. Желбезектердің, өкпенің және басқа да тынысалу органдары болып саналатын арнайы туындылардың жамылғысы өте жұқа болып келеді. Егер тынысалудың арнайы мүшелері болмаса, онда дененің барлық жабындысы жұқарады. Мысалы, тынысалу үшін суда еріген оттекті пайдаланатын насекомдардың дернәсілдерінің газалмасуға барынша кедергі келтіретін эпикутикуласы не мүлдем болмайды (біркүндіктер, көктемдіктер және басқаларының дернәсілдері), болған күнде ол тек үстіңгі учаскелерінде орналасады.

Тынысалу беттерінің ауамен қанығуы (аэрациясы). Тынысалу беттерінің ауамен жақсы қаныққан сумен жанасуы ең алдымен оттектен қаныққан суы бар тіршілік ортасын таңдап алуымен және судың дененің айналасында жиі-жиі жаңаруымен байланысты. Тынысалу ортасының күрт нашарлауы жағдайында көптеген организмдер өздеріне тіпті тән емес биотоптарға орын ауыстырады. Мысалы, көпқылтанды *Nereis құрттары*, *Chironomus* хирономидтерінің дернәсілдері және бірқатар басқа жануарлар тынысалуы жағдайлары күрт нашарлаған кезде топырақ бетіне жорғалап шығады.

Гидробионттардың тынысалу бетінің ауаға қанығуының әмбебаптық бейімдеушілігі онымен жанасушы сумен жаңаруы арқылы жүзеге асады. Бұл жаңару судың табиғи ағысымен, оның қабатында организмдердің қозғалуымен, не болмаса арнайы тынысалу қозғалыстарымен жүзеге асады. Ағын суда мекендеу организм айналасындағы судың жаңаруының ең тиімді тәсілі болып табылады. Осындай тәсілді өзендерде мекендейтін реофилдер-біркүндіктердің, көктемдіктердің, жылғалықтардың, қосқанаттылардың дернәсілері және басқа да организмдер қолданады. Судың жаңаруының организмнің өзінің қозғалуы

арқылы жүзеге асуы бірқатар шаянтәрізділерде, құрттарда, насекомдардың дернәсілдері мен басқа да көптеген жануарларда кездеседі.

Оттекті сіңіретін беттің маңында судың алмасуы жануарлар типінің барлық өкілдерінде кездеседі. Денесінің барлық бөлігімен тынысалу қозғалысын жасау көптеген құрттарға, насекомдардың дернәсілеріне және кейбір балықтарға тән. Бұл қозғалыстар көптеген жағдайларда бір жағынан қоректі сүзу үшін де қызмет жасайды. Мысалы, көптеген полихеталар, грунтта U-тәрізді салынған түтікшелерде мекендеп, ирелендеп қозғалу арқылы суды үйшігі арқылы айдайды. Мұның өзі жануардың әрі тынысалуын әрі қоректенуін қамтамасыз етеді. Бірқатар құрттарда, жылғалықтардың, инеліктердің және қосқанаттылардың дернәсілдерінде судағы оттегі мөлшері азайғанда тынысалу қозғалысының қарқыны артады. Бұл газалмасудың қажетті деңгейін ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Кейбір жағдайларда тынысалу бетінің оттегімен қанығуы оны атмосферадан қармау арқылы, өсімдіктердің ауа таситын ұлпалары арқылы, су қабатында пайда болатын көпіршіктер арқылы жүзеге асады. Атмосферадан оттегі жұту жануарлардың не мезгіл-мезгіл су бетіне шығу арқылы (насекомдардың дернәсілдері мен имаголары, моллюскалар), не болмаса ауаға арнайы тынысалу түтіктерін шығару арқылы орындалады. *Culicidae* масаларының дернәсілдері су бетіне су өтпейтін түтікшелері бар сифонының ұшын шығарып, кеңірдек жүйесіне ауаны толтырып алады. Тұщысулық өкпесі бар моллюскалар атмосфералық ауамен тынысалады. Осыған орай олар мезгіл-мезгіл су бетіне көтеріліп, кішкентай тынысалу саңылаулары- пневмастомдар арқылы мантия қуысына ауа қорын жинап алады. Суда пневмастом қабырғалары жабылады, осылайша өкпеге су баруына кедергі келтіреді.

Кейде жануарлар өсімдіктер бөлетін оттегі тікелей пайдаланады. Мысалы, инеліктердің нимфалары жіпшелі балдырларға оранып, олар бөлетін оттегі сіңіреді. Көптеген қарапайымдылар, ішекқуыстылар, құрттар, моллюскалар симбиозды жолмен өсетін балдырлар бөліп шығаратын оттегімен тыныс алады. Мысалы, денесінде көптеген симбиозды балдырлар бекініп тұратын актиния *Aiptasia diaphana* күндіз оттегі пайдаланады. Осылайша пайдаланатын оттегінің жартысына жуығын турбелляриялар симбиозды зоохлореллалардан алады.

Көптеген гидробионттар әртүрлі тынысалу жағдайларында қолдануға мүмкіндік беретін сулық және құрлықтық тынысалуудың екеуін де пайдаланады. Судың тасу-қайту жағдайында жағалаумаңында мекендейтін *Lymnae ovate* өкпесі бар моллюскалар ауа жұту үшін субетіне көтеріле алмайды. Осыған орай олар өкпе қуысын суға толтырып алып сулық тынысалу типіне көшеді. Ауалық әрі сулық жолмен тынысалу көптеген құрлықтық онаяқты шаяндарға, соның

ішінде пальма шаянына (*Birgus latro*) тән. *Aeschna* инелігінің дернәсілі суда оттектің концентрациясы күрт төмендегенде, оның бетіне көтеріліп, артқы шегіне ауа көпіршіктерін жинап алады.

Гидробионттардың кейбіреулерінде сулық және ауалық тынысалуы бірге пайдалану тынысалу жағдайы бойынша мезгіл-мезгіл немесе тұрақты түрде өзгеріп отыратын ортада тіршілік етуге бейімдеушілік болса, ал басқаларында ол қоректену және жан-жаққа тарау үшін сулы ортадан шығуға мүмкіндік береді. Гидробионттардың осындай түрлері (әрі сулық әрі ауалық жолмен тынысалушылар) тропикалық және субтропикалық облыстарда мекендейді, өйткені ауа ылғалдылығының жоғары болуы судан тыс жерде болу мүмкіндігін жеңілдетеді.

Оттектің пен көмірқышқыл газдарының организм ішінде тасымалдануы. Көпклеткалы гидробионттардың барлық клеткалары мен ұлпалары сыртқы ортамен жанаспайды және олардың оттекке деген сұранысы оны жеткізетін арнаулы жүйелердің көмегімен қанағаттандырылады. Көмірқышқыл газының бөлінуі де дәл осылай. Газдардың алмасуы дене қозғалысы және диффузия арқылы жүзеге асады. Көпклеткалы гидробионттарда газдардың тасымалдануы негізінен организмдегі әртүрлі сұйықтар арқылы, әсіресе олардың құрамында арнайы тыныс алу пигменттері болса, жүзеге асады.

Тыныс алу пигменттерінің ішінде гидробионттарда ең көп таралғаны *гемоглобин* (эритроцит). Ол барлық омыртқалыларға, көптеген тікентерілілерге, шаяндарға, аннелидтерге, немертиндерге тән. Барлық тұщы су омыртқасыздарында гемоглобин тек қана еріген түрде, ал теңізде тіршілік ететіндерінде қан денешіктерінде кездеседі. Гемоглобині бар омыртқасыздардың басым көпшілігі тұщы суларда мекендейді, олар теңізде сирек кездеседі және түптік организмдерден тұрады. Гидробионттарда гемоглобинге қарағанда құрамында мысы (Cu) бар көк түсті пигмент *гемоцианин* аз кездеседі. Ол басаяқты моллюскаларда, көптеген жоғары сатыдағы шаяндардан табылған.

Оттектен ерекше көміртектің қостотығының басым бөлігі қанда еріген күйінде тасымалданады, тек шамалы бөлігі ғана қанның гемоглобинімен және басқа белоктармен байланыста болады. Гидробионттардың тынысалу бейімдеушілігі тек газдарды тасымалдау үшін сұйықтықтардың ағынын жылдамдату ғана емес, сонымен қатар тынысалу пигменттерінің концентрациясын өзгертуге де бағытталған. Әсіресе газдарды тасымалдауды реттеу тынысалу жағдайы күрт өзгергенде, мысалы температура тез өзгергенде, гидробионттардың тік бағытта орын ауыстырған кезде O_2 пен CO_2 концентрациясы өзгергенде немесе қозғалыс барысында газалмасу біршама күшейгенде, күрделенеді. Әртүрлі бейімдеушіліктердің жиыны гидробионттарға

суқоймаларын және олардың тынысалу жағдайлары әртүрлі болатын учаскелерін меңгеруге көмектеседі.

Гидробионттардың тынысалуға бейімдеушілігі газдарды тасымалдауды жылдамдату ғана емес, сол сияқты оны тежеуге де бағытталған. Оттектің «биологиялық кереметтілігі» сол, ол бір жағынан организмге өте қажет болса, екіншіден ол түрлі ұлпалар үшін өте улы да болады. Өйткені ұлпаларда әруақытта тотығудың екі типі – ферменттік және бос радикалдық- типтері бір мезгілде жүреді. Оттектің жоғары концентрациясы бос радикалдар (мысалы ОН), сутектің асқын қостотығы және басқа липоасқын қостотықтарын түзеді, кейбір ферменттердің белсенділігін төмендетеді. Оттек концентрациясының артуы бос радикалды тотығуды күшейтеді, ал ол тіршілік үшін өте қауіпті болады. Сол себепті ұлпаларға оттектің қажеттіліктен артық түсуін шектеу тынысалу бейімдеушілігінің маңыздыларының қатарына жатады.

Организм ішіндегі газдардың тасымалдануына клеткалық және одан жоғары ұйымдасқан деңгейде жүзеге асатын бейімдеушіліктер, соның ішінде физиологиялық бейімдеушіліктер маңызды орын алады.

Физиологиялық бейімдеушілік айналымдағы сұйықтың ағысының жылдамдығын реттеу, тынысалу пигменттерінің денешіктерінің көлемі мен санының өзгеруі түрінде жүзеге асады. Тынысалу жағдайы нашарлаған кезде қан ағысының жылдамдығын ұлғайту балықтарда жақсы зерттелген. Мысалы жыланбалықтарда (угорларда) температура 10°–н 20°–қа және 30°С–қа көтерілгенде жүрек қағысы сәйкесінше минутына 15-тен 35-ке және 45-ке дейін жиілейді. *Daphnia magna* шаянының 8°, 18° және 30°С-та жүрек қағысы секундына тиісінше 1.7; 4.2 және 6.8 болған. Газдар тасымалдаудың көлемі қандағы пигменттер концентрациясының көтерілуі нәтижесінде қанның оттектік сиымдылығының жоғарылауы арқылы ұлғаяды. Мысалы, оттекке бай судан ұсталатын дафниялардың түсі аз газдалған ортада тіршілік ететіндерге қарағанда сұрлау болып келеді. Гемоглобин концентрациясының өзгеруінің судың оттекке баю дәрежесіне тәуелділігі басқа да шаянтәрізділерде жақсы байқалады. Өте тұзды суда тіршілік ететін *Artemia* шаянының түсі ауаға жақсы қаныққан суқоймаларына қарағанда ашық қызыл (оттектің ерігіштігі өте төмен) және қанның құрамында гемоглобин 20 есе көп болады. Оттектік жағдайлары нашарлаған су түбінде мекендейтін хирономидтердің дернәсілдері біршама қызыл түсті болады. Әдетте тынысалу пигменттерінің концентрациясы гидробионттардың дене мөлшеріне (жасына қарай) қарай артады, яғни бұл дене бетінің салыстырмалы кішіреюімен байланысты. Хирономидтің жаңа ғана жұмыртқадан шыққан дернәсілінде гемоглобин жоқ. Бірінші түлеуге дейін дернәсілдер су қабатында болады және бірте-бірте қызара бастайды. Қызарғаннан кейін тайыз сулардың түбіне түсіп, оттек жетіспейтін грунтты

бірте-бірте меңгеріп ары қарай қызарады, өйткені ол жерде оттегі аз. Көптеген олигохеттер, полихеттер және шаянтәрізділер біршама қызыл түске боялады.

Тынысалудың қарқындылығы мен тиімділігі. Тынысалу қарқындылығы деп организмдердің уақыт бірлігінде қолданылатын оттектің мөлшерін (тынысалу жылдамдығы) оның массаның бірлігіне шаққандағы қатынасын айтады. Массаның бірлігін организмнің тұтастай ылғалды немесе құрғақ затының, немесе барлық жұмсақ ұлпалардың массасын (сыртқы қаңқасының массасын қоспай) өлшеу арқылы есептейді. Дененің энергия сыйымдылығына оттекті тұтыну қатынасы арқылы анықталатын тынысалу қарқындылығы жайындағы деректердің маңызы үлкен. Осы арқылы газалмасу көлемі бойынша аэробты организмдердің энергия шығынын дәл есептеуге болады.

Шартты түрде газалмасуды *негізгі, белсенді және жалпы(орташа)* деп бөледі. *Негізгі алмасу* деп оңтайлыға (оптималға) жақын абиотикалық орта жағдайындағы аш организмдердің тыныштық кездеріндегі энергия шығынын айтады. *Белсенді алмасудың* бірлігіне жануарлардың қозғалыс белсенділігін қамтамасыз етуге жұмсалған энергия шығыны айтады. Негізгі және белсенді алмасу бірігіп *жалпы немесе орташа алмасуды* береді.

Газалмасудың тиімділігі деп организмдердің тыныс алу беттерінің судан оттектің толық сіңіру, тынысалу процесіндегі оттегісіздендіру қабілетін түсінеді. Әртүрлі гидробионттарда газалмасудың қарқыны мен тиімділігі бірдей емес. Олар гидробионттардың түріне, жасына және физиологиялық күй-жағдайына тәуелді. Түрлі гидробионттарда газалмасу қарқындылығының айырмашылығы олардың дене мөлшеріне байланысты. Денесі ірі болған сайын олардағы газалмасудың орташа шамасы төмен болады. Кейбір жағдайларда жануарлардың газалмасу шамасы мен тынысалу бетінің даму дәрежесінің арасында тығыз корреляция байқалады. Мысалы, денесінің барлық бетімен оттекті қабылдайтын көптеген хирономидтердің дернәсілдері үшін газалмасу денесінің мөлшеріне тура пропорционалды болып келеді. Көптеген балықтарда да тынысалу бетінің мөлшерінің арасында байланыстар болатыны байқалады.

Тынысалу қарқындылығы тек организмнің түріне ғана тәуелді емес, ол оның жасына, даму сатыларына және мінез-құлқының сипатына да тәуелді. Мысалы, оттекті белсенді тұтынатын балықтарда тынысалу қарқындылығы аз қозғалып тіршілік ететін балықтарға қарағанда жоғары болады. Жасының ұлғаюына қарай оттекті тұтынудың салыстырмалы мөлшері төмендейді. Даму сатыларына да газалмасудың тәуелділігі анық байқалады. Өзен шаянының ұрығында газалмасу жұмыртқадан дернәсіл шыққанша аздап болса да өседі, ал одан шығар алдында күрт артады.

Гидробионттардың газалмасу қарқындылығы температура мен судағы оттектің концентрациясына өте жоғары дәрежеде тәуелді. *Температура* жоғарылаған сайын тынысалу қарқындылығы белгілі бір шекке дейін өседі, сонан соң бір температура шегінде біршама тұрақты болады, содан соң әр түрге тән болатын белгілі температурада ол ары қарай көтеріледі. Белгілі бір температура шегінде тынысалу шамасы салыстырмалы түрде тұрақты болатын кезеңін Н.С.Строганов «температураның бейімдеушілік аймағы» деп атаған. Бұл аймақ (зона) организмдердің реттеуші тетіктер арқылы мекендеу ортасының температуралық жағдайларының өзгеруіне қарамастан энергетикалық тепе-теңдікті сақтап қалуға қабілетті аймағы болуы да мүмкін. Тынысалу жылдамдығына суда еріген *оттек концентрациясы* да әсер етеді. Газалмасудың судағы оттектің мөлшеріне тәуелділігі әсіресе тынысалу пигменттері жоқ гидробионттарға тән. Пигменттері бар жануарлар әдетте тынысалу жылдамдығын оттек мөлшері критикалық деңгейден төмен түскенге дейін реттейді. Оттек қысымының ары қарай құлдырауы газалмасудың қарқындылығының біршама төмендеуі арқылы жүзеге асады.

Гипоксиялық ортада мекендейтін гидробионттар оксифилді формаларға қарағанда оттек қысымының кең көлемде ауытқу кезінде оны тұтынуды реттейді. Мысалы, терең сулық эвфаузидтер газалмасу деңгейіне оттектің қысымы 1гПа және одан да төмен болғанда оған тәуелді болмайды, ал судың беткі қабатында оттекке бай суда мекендейтін шаяндар, егер оттек қысымы 10-11 гПа-ға дейін төмендесе, тынысалу жылдамдығын реттеуді тоқтатады.

Бірқатар жағдайларда газалмасуға *тұздылықтың* да әсері байқалады, бірақ ол екі түрлі болуы мүмкін. Бір жағынан ортаның тұздылығының организм үшін біршама қолайлы жағдайынан ауытқуы осмос қысымын реттеуші тетіктердің жұмыстарын арттыру есебі арқылы жүреді, ол өз кезегінде тынысалуды жиілетеді. Екінші жағынан тұздылықтың өзгеруі организмдердің тіршілігіне кері әсер етеді, бұл кезде газалмасу дәрежесі төмендейді. Мысалы, *Helice crassa* эстуарлық таңқы шаяндардың тынысалу қарқындылығы тұздылығы 17‰ болатын суда тұздылығы 33 және 3‰ болатын суға қарағанда біршама төмен болады. Өйткені ішкі және сыртқы ортаның арасындағы осмостық градиент үлкен, осыған орай оны ұстап тұруға жұмсалатын энергия да жоғары болады.

Жалпы тұздылықтан басқа газалмасуға жекелеген *иондардың* концентрациясы да әсерін тигізеді. Мысалы, клетка қабықшасын тығыздайтын Ca^{2+} ионының концентрациясы артқан кезде *Monodacna colorata* моллюскасы мен *Pontogammarus robustoides* шаянында газалмасудың біршама төмендегені бақыланған. Осы сияқты Арал теңізінде мекендейтін моллюскалар мен шаяндарда Азов теңізіне қарағанда газалмасу төмен болады.

Тынысалудың тиімділігі. Газалмасудың қажетті деңгейі оттектің белгілі-бір мөлшерінің сыртқы ортадан ішкі ортаға ауысуы нәтижесінде қамтамасыз етіледі. Мұның нәтижелілігіне тынысалу үшін пайдаланылатын су мөлшерінің артуымен және ондағы оттекті пайдалану дәрежесі бойынша қол жеткізіледі. Орта жағдайларына және морфофизиологиялық ерекшеліктеріне тәуелділігіне қарай гидробионттар жоғарыда көрсетілген екі жолдың біреуін немесе екеуін бір мезгілде қолданады. Суды оттексіздендіру дәрежесі орта жағдайлары мен жануардың эколого-физиологиялық ерекшеліктеріне тәуелді кең көлемде өзгереді. Мысалы, қатты субстратта мекендейтін *Terebilidae* полихеттерінде оттексіздендіру дәрежесі 5-10%-ға тең болса, түтікше-үйшіктерде мекендейтін құмдауықтарда (пескожилы) 30-35% болады.

Гидробионттардың оттеқ жетіспеуіне және тұншығу құбылысына төзімділігі. Организмдердің оттеқ концентрациясы аз суларда тіршілік ету қабілеті қай түрге жатуына, олардың физиологиялық күйіне және сыртқы орта жағдайына тәуелді. Гидробионттар шыдай алатын оттектің минималді немесе шекті концентрациясы әлсіз газдалған табиғи ортада тіршілік ететін организмдерден төмен. Осыған орай оттектің төмен концентрациясына бентостық формаларға қарағанда пелагикалық формалар шыдамсыз болып келеді. Сутүбіндегі лайда мекендеушілер арасында құмды, сазды немесе тасты мекендеушілер шыдамды формаларға жатады. Дәл осы жағдайдағыдай өзендік формалар көлдіктерге қарағанда оттекті көп талап етушілер, ал суықсулылар күшті жылынатын суларды мекендеушілермен салыстырғанда оксифилді болып келеді. Мысалы, эвтрофтық суқоймаларының түпкі лайларында мекендейтін *Tubifex tubifex* құрттары, *Chaborus* және *Chironomus* масаларының дернәсілдері үшін оттектің 1 литрдегі минималды концентрациясы миллиграмның ондық және жүздік бөліктерімен өлшенеді. Тәуліктік миграция кезінде оттеқ мөлшері өте аз болатын терең қабаттарға түсетін *Euphausia mucronata* планктонды шаяны тіпті оттеқ концентрациясы 0 жақындаған жағдайға да төзімді болады.

Оттектің жетіспеуіне сезімталдылық дамудың жекелеген кезеңдерінде өзгеріп отырады. Мысалы, албырт балығының (лосось) шабақтары үшін уылдырықты жарып шыққаннан кейінгі 40 күнде оттектің мөлшері 1,5 мг/л-ге дейін болса жеткілікті, 50-ші күні бұл көрсеткіш 3-ке дейін көтеріледі, ал 107-ші күні 1,3 мг/л-ге дейін төмендейді. Оттектің жетіспеуіне шыдамдылар аз қозғалыста болатын жануарлар болып табылады. Гидробионттардың аноксия кездерінде ұзақ болуы және өміршеңдігі олардың қай түрге жататынына, физиологиялық күйіне және сыртқы орта жағдайына тәуелді. Гликолиз кезінде сүт қышқылы (лактат) жинамайтын формалар сүт қышқылы жиналатындарға қарағанда оттеқ жоқ кезде тіршілік етуге қабілетті болады. Соңғылары (сүт қышқылын жинайтындар) аэробты жағдайға көшкен соң олардың оттекті

тұтынуы артады («үстеме тынысалу»), өйткені ол жиналып қалған тотықпаған қосылыстарды тотықтыруға байланысты. Бірінші формаларында «үстеме тынысалу» байқалмайды, «оттектік қарыз болу» туындамайды, және олар аздаған энергия жұмсау арқылы оттектен бірнеше ай тіршілік ете алады.

Аноксибиоз кезінде тотықпаған өнімдерді жинақтайтын жануарлар оттектің ұзақ уақыт болмауына шыдамсыздар болып келеді. Су қайту кезінде бақалшықтарын жауып алатын устрицалар және басқа да моллюскалар гликолиз өнімдерін жинақтап, бірнеше сағат бойы аноксияға шыдайды. Гликолиз есебінен тақтажелбезекті моллюскалар жұмсалған энергияның 30%-н қайтара алады. Гидробионттар белсенді тіршілік етуден пассивті тіршілік етуге көшетін оттектің концентрациясының төменгі шегі түрдің ерекшеліктеріне, оның дене мөлшеріне және басқа да факторларға байланысты болады. Әдетте оттектің аз ортада тіршілік ететін формалар оттектің әліде жеткілікті болса да аноксибиозға ертерек түседі. Жас организмдер әдетте оттекті біршама көп жұмсайды, олар ересектерге қарағанда белсенділігін ерте бәсеңдетеді.

Аноксибиозға қабілеттілік оттектің концентрациясы мезгіл-мезгіл өзгеріп тұратын, тіпті 0-ге жақындайтын жағдайда тіршілік ететін түптік фаунаға біршама тән болады. Аноксибиоз кезінде олар қоректенбейді, қимыл-қозғалысын жоғалтады, өсуін және дамуын тоқтатады.

Тұншығу. Табиға су қоймаларында гидробионттардың асфиксиялардан жаппай қырылуы жиі байқалады. Олар оттекті жетіспеуінен ғана емес, сонымен қатар суда көмір диоксидінің, күкіртті сутектің және метанның айтарлықтай мөлшерінің жиналуының нәтижесінде пайда болды. Бұл газдардың болуы судағы оттектің төмендеуіне әкеп соғады. Сондықтан да бұл өте қауіпті. Тұншығу кезінде, ең алдымен, оттекті жетіспеушілігіне төзімділігі төмен формалар өледі, содан соң тынысалу жағдайлары ұзақ мерзімге апатты түрде нашарлаған кезде тұншығуға біршама тұрақты формалар өлім-жітімге ұшырайды.

Жаздық тұншығулар әдетте тоспа суларда, әсіресе, балдырлар жаппай пайда болған кезде, жүреді. Күндіз фотосинтездің нәтижесінде оттекті көп болады. Түнде оның концентрациясы күрт төмендейді де тұншығу құбылысы пайда болуы мүмкін. Жаздық тұншығулар тек қана тоғандар мен көлдерде ғана емес, сондай-ақ теңіздерде де болады. Мысалы, Азов және Балтық теңіздерінде осындай құбылыстардың болып тұратыны анықталған. Азов теңізінде тұншығулар ауа-райы тынық болатын мамырдан тамызға дейін байқалады. Өйткені су айналымы болмайды, нәтижесінде су қабатында, әсіресе түбінде оттектің мөлшері бір литрде миллиграмның ондық бөліктеріне дейін азаяды. Сутүбінде оттектің концентрациясының азаюы мұндағы балдырлардың өліп, олардың ыдырауына алып келеді. Тұншығу кезінде балықтар және басқа да

гидробионттар, әсіресе моллюскалар, жаппай қырылады. Тұншығу процесі сәуір-мамыр айларында тоқтайды, өйткені бұл айларда өзен-көлдер атмосферадан жауын-шашынмен және қар суымен толығады. Жаз айларында гидробионттардың тұншығудан жаппай қырылуы Қазақстанның суқоймаларында сирек те болса кездесетін құбылыс.

Қысқы тұншығулар жоғары ендік суқоймаларында пайда болады, осы кезде мұз ауадан оттектің суға өтуіне кедергі келтіреді. Тұншығу құбылысы әсіресе қыста көптеп кездеседі, ол тоспа суқоймаларында ғана емес, тіпті өзендерде де байқалады. Мысалы, Обь өзенінде жыл сайын болатын өте үлкен аумақтағы тұншығулар белгілі. Өйткені бұл өзен қоректенетін грунттық суларда оттек мөлшері аз және гуминдық заттар көп. Су бетін жаппай мұз жапқанда судың атмосфералық аэрациясы мүлдем тоқтайды, оттектің аз мөлшері гумин қышқылдарының тотығуына жұмсалады және тұншығу пайда болады. Мұз қату кезінде оттек мөлшері қалыптыдан 2—3% дейін азаяды, көптеген гидробионттар, әсіресе балықтар, тұншығып қырылады. Өзендер суы атмосферадан сыртқы сулармен толатын мамыр–шілдеде тұншығу тоқтайды.

Қазақстанның суқоймаларында да қысқы тұншығулар болып тұрады. Әсіресе бұл құбылыс далалы, шөлді аймақтардағы өзендер мен көлдерде жиі байқалады.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробионттардың газалмасуға бейімдеушілік ерекшеліктерін түсіндіріңіз
2. Оттек пен көмірқышқыл газының организм ішінде тасымалдану ерекшеліктерін түсіндіріңіз
3. Гидробионттардың тынысалуға физиологиялық бейімдеушілік ерекшеліктерін түсіндіріңіз
4. Гидробионттардың тынысалу қарқындылығы мен оның тиімділігін түсіндіріңіз
5. Гидробионттардың оттек жетіспеуіне және тұншығу құбылыстарына төзімділік ерекшеліктерін сипаттаңыз

6-тарау. Гидробионттардағы су-тұз алмасу

Организмнің қоршаған ортамен су алмасуы қарама-қарсы екі процесс-судың *организмге түсу* және оны *сыртқы ортаға беру*- арқылы жүзеге асады. Жануарлар ылғалды тек суды ішу арқылы ғана алмайды, сонымен қатар, көптеген түрлер, тіпті сулы ортада мекендейтіндер де, оны терісі немесе суды өткізуге қабілетті ткандардың маманданған учаскелері арқылы да алады. Су алмасумен тұз алмасу бір-бірімен байланысты. Өйткені тұздардың (иондардың) белгілі бір жиынтығы организмнің қалыпты қызмет жасауына қажетті жағдай тудырады, себебі тұздар көптеген ткандардың құрамына кіріп, клеткалардың алмасу механизмдерінде маңызды рөл атқарады. Судың, сол сияқты тұздың мөлшерінің өзгеруі осмос процестерін және иондық тепе-теңдікті бұзады, өйткені жануардың дене ткандары мен сұйықтықтарының иондық құрамы және концентрациясы белсенді түрде үнемі реттеліп отырады. Әсіресе су-тұз алмасу гидробионттар үшін өте маңызды, оларда осмостық процестер тек суборганизм деңгейінде ғана емес, сонымен қатар оларды қоршаған сулы ортада да жүзеге асады.

Алғашқы су жануарларында желбезек, ішек, кейде жабынды эпителий тұрақты түрде сумен жанасады, осыған орай егер организмдегі тұз (басқа заттардың) концентрациясының қоршаған су ортасынан айырмашылығы болса, онда олардың тері жабыны арқылы осмостық жолмен тұрақты түрде су өтіп тұрады.

Су-тұз алмасу жануарлардың ішкі ортасының сұйығының қышқыл-сілтілік тепе-теңдігін, иондар құрамының концентрациясының осмостық тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Организмдердің сыртқы орта жағдайының өзгеруін және ішкі ортаның салыстырмалы тұрақтылығын сақтау қабілеті *гомеостаз* болып табылады.

Гидробионттардың жабындысы жартылай өткізгіш, ол зат алмасудың тұрақтылығына әсер ететін су мен тұздың гомеостазын сақтау үшін біраз қиыншылықтар туғызады. Гидробионттар суда тіршілік еткендіктен олар осмостық қысым мен тұздылық градиентін теңестірудің физико-химиялық күштеріне қарсы тұруы керек, сондай-ақ уақытша құрлыққа шыққанда көп ылғалды жоғалтпау үшін төзімді болуы да керек. Осындай теңесу күштеріне қарсы тұру үшін суда өмір сүретін организмдер бірқатар бейімдеушіліктерге ие болады. Олар-біріншіден керекті градиенттерді белсенді түрде ұстап тұру, екіншіден физико-химиялық әсерлерді барынша төмендету. Бұл айтылғандар

су организмдерінің клеткаларға механикалық зақымдану қатерін тудыратын осмостық сусызданудан және шамадан тыс суланудан қорғануды қамтамасыз етеді. Су мен тұздың алмасуын реттеу процестері зәр шығару жүйесінің жұмысымен тығыз байланысты. Ылғалды бөлуді төмендетуге бейімделу және басқада жағдайлар гидробионттарды суы жоқ жерде кеуіп немесе өліп қалудан сақтайды. Осымен бір мезгілде дене клеткаларындағы жекелеген иондардың концентрациясын реттеу міндетін де шешеді. Су және тұз алмасудың тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталған бейімдеушіліктерді жетілдіру гидробионттардың *эвригалиндігінің дәрежесі*, олардың *әртүрлі тұздылықтағы суларда тіршілік ете алуы және осмос қысымы тұрақсыз ортада тірі қалуы* бойынша анықталады.

Су алмасу. Жағалаумаңында тіршілік ететін гидробионттар су деңгейі күрт төмендегенде одан тыс қалады және дегидратация қаупіне ұшырайды. Судан тыс кезде одан қорғану бір жағынан сусыздану қаупі төнетін жағдайлардан қашу немесе ылғал бөлуді азайту болып табылады. Егер сусыздану әдеттегідей жүрсе және ұзаққа созылса бірқатар организмдерде қолайсыз жағдайларға бейімделу анабиоз түрінде жүзеге асады.

Сусызданудан (кеуіп қалудан) құтылу. Көптеген гидробионттар үшін сусызданудан алдын-ала сақтану үшін бір орыннан уақытша кету керек. Тұщы суларда судың деңгейі төмендеген кезде насекомдардың дернәсілдері және басқа да жануарлар, грунттың үстіңгі қабатында мекендейтіндер жағалаумаңынан кетеді. Мысалы, теңіздік литораль жануарлары су қайтқан соң астында су қалған тастардың астына тығылады, ал күн түспейтін жерлерде булану төмендейді. Басқа жағдайларда олар құмға көміледі, немесе бақалшақтарының жақтауларын жауып (*моллюскалар, мұртаяқты шаяндар*) су қорын келесі судың көтерілуіне дейін сақтайды. Әсіресе грунтқа көмілу сусыз жерде қалған тұщы су жануарлары арасында көптеп кездеседі. Қазу тереңдіктері бірнеше см-ден 30-40 см-ге дейін жетеді. Грунтқа көмілу *Gomphus* инеліктерінің дернәсілдеріне, қосқанаттылардың (*Heleidae* және *Chironomidae*) дернәсілдеріне, *Tubifex* және *Limnodrilus* олигохеттеріне, құрсақаяқты (*Planorbis* және *Limnodrilus*) және қос жақтаулы моллюскаларға (*Anodontides, Pisidium*) тән.

Кейбір жануарлар құрғақшылықтан сақтануға өте бейім келеді. Мысалы, кеуіп қалатын суқоймаларда тіршілік ететін *Limnaea stagnalis* моллюскалары сусызданған грунтта тірі қалуға өте тамаша бейімделген. Мұндай жағдайда оларда тыныс алу тесігін жауып тұратын қорғаныш жарғақша түзіледі. Тұрақты суқоймаларында бұл түрдің өкілдерінде су жоқ кезде тірі қалуға бейімделмеген. Теңіз деңгейінен 2-4 метр биіктікте супралиторалда тіршілік ететін *Nerita* туысына жататын кейбір моллюскалар

(*N.tesselata*, *N.versicolor* және *N.perlodonta*) сусыз тиісінше 13, 36 және 77 күн өмір сүре алады. Құрғақшылыққа қарсы тұра алу қабілеті грунттың кебу жылдамдығына байланысты. Мысалы, *Ancylus fluviatilis* моллюскалары грунт баяу құрғаған кезде өзінің бойынан шырыш бөліп шығарады, ол субстрат пен аяқ арасындағы кеңістікті толтырады да, өзінің өмірін сусыз жағдайда ұзақ уақыт сақтап қалады. Ал грунт жылдам кебе бастаған жағдайда шырыш жеткілікті мөлшерде бөлінуге үлгермей қалады да, моллюскалар субстратқа толық жабыса алмайды, нәтижесінде бірнеше күннен соң өледі. Температураның жоғарылауынан және ауа ылғалдылығының күрт төмендеуінен сусызданудан қорғану тиімділігі нашарлайды.

Ылғал бөлуді төмендетуге бейімделушіліктер. Сусыз жерде гидробионттардың тірі қалу ұзақтығы, белгілі дәрежеде, олардың денесіне суды ұстап қалуға және эвапорация жағдайында оларды жоғалту минимумына жеткізу арқылы анықталады. Бұл көбінесе олардың морфологиялық бейімдеушіліктері, әсіресе сыртқы жабынының тығыздығына байланысты. Моллюскалардың бақалшақтары, насекомдардың кутикуласы, шаянтәрізділердің және кейбір жануарлардың сауыттары эвапорацияны болдырмайды не күрт баяулатады. Құрғақшылық болар алдында қарапайымдылар тығыз циста түзейді және бірнеше күннен бір жылға дейін тіршілігін сақтайды. Судан тыс жерде мезгіл-мезгіл қалатын су насекомдарының ылғал өткізбейтіндей эпикутикуласы қалындайды.

Моллюскалардың арасында құрғақшылыққа ең төзімділері-желбезекалды қақпақшалары бар құрсақаяқты моллюскалар. Бұлардың бақалшақтарының шеттері қақпақшамен тығыз жабылып, су жоғалту минимум болады. Мысалы, 13 ай грунтта тіршілік ететін *Viviparus contectus* особьтарының арасында буаздары да болған. Суға қайта жібергенде олар туа бастаған. Өкпелілердің кейбір түрлері (*Planorbis corneus* және *Limnaea stagnalis*) жарғақша түзетін шырыш бөлуге қабілетті. Шырышты жарғақша тек бақалшақтың шетін ғана жауып қоймайды, сонымен қатар оны субстратқа бекітеді.

Құрғақшылық кезде су жоғалту қарқыны бірте-бірте төмендейді, Литоралда тіршілік ететін *Nerita* моллюскалары құрлықта өткізген алғашқы күндері тәулігіне жұмсақ ұлпаның массасының 4-10%-н жоғалтса, содан кейін жоғалту қарқыны 1,9-0,6 %-ға төмендейді.

Құрғақшылық жағдайда тірі қалу. Әртүрлі гидробионттардың дегидратацияға шыдайтын деңгейінің шегі өте кең. Ол организмнің сусыз қалған уақытымен тығыз байланысты. Мысалы, тартылмайтын суқоймаларында мекендейтін *Herpobellidae* тұқымдасына жататын сүліктер (*Herpobella osciculata* және *H.testacea*) денесінен 7-10% су жоғалтса өледі, ал

уақытша болатын суқоймаларында тіршілік ететін *H.lineata* сүлігі 20-22%-н жоғалтқанша шыдайды. Организм клеткаларында су бос және байланысқан (гидратты қабықшалардағы су) күйінде кездеседі. Байланысқан судың саны белоктың құрамына байланысты және дегидратациясы кезінде гидробионттардың тірі қалуын анықтайды. Сусызданудың артуы жағдайларында байланысқан су кейбір молекулалармен алмасуы мүмкін, олар клетка жүйесін зақымданудан сақтайды және жануарлардың тірі қалуына көмектеседі.

Кейбір гидробионттарда анабиоз жағдайға көшу кезінде денесіне көп суды сақтап қалу мүмкіншілігіне бейімдеушіліктер пайда болған. Құрғап қалған күйде көптеген қарапайымдылар, коловороткалар, жайбасарлар, жұмыр құрттар, насекомдардың дернәсілдері бірнеше аптаға, айға, тіпті 1 жылға дейін өмір сүре алады. Мысалы, коловороткалар денесіндегі суын жоғалтқан кезде, оның көлемі қалыпты жағдайдағысының 1/3-1/4 бөлігіне дейін кішірейеді. Осындай күйде олар бірнеше айлар мен жылдар бойына тірі қалады. Су жоқ жерде тірі қалу қабілеті әсіресе тартылып қалатын тұщысу қоймаларының мекендеушілеріне тән. Бұл тек құрғақ жағдайда тірі қалуға бейімделу емес, сонымен қатар ол майда суқоймаларда тіршілік ететін жануарлардың кең таралуы үшін өте маңызды бейімдеушіліктер болып табылады. Гидробионттардың цисталары немесе басқа тұрақты стадиялары (шаянтәрізділер мен коловороткалардың жұмыртқаларының тыныштық кезеңі, губкалардың геммула сатысы және т.б.), құрғақшылық жағдайда бірнеше ай, бірнеше жыл бойы сақталып, желдің күшімен құрғап қалған грунттың шаңымен бірге, су құстарымен немесе т.б. тәсілдер арқылы өте алыстағы басқа суқоймаларға түседі.

Осмостық сусызданудан және суланудан қорғану. Гидробионттардың сумен шайылатын клеткалары мен қоршаған судың арасында осмостық градиенттің болуы организм денесінің құрғау немесе шамадан тыс сулану қаупін туғызады. Екі жағдайда да клеткалардың механикалық зақымдануына қауіп төнеді және оларда әртүрлі химиялық компоненттердің концентрациясының өзгеруі, яғни метоболизмнің тұрақсыздығы жүзеге асады. Теңіздік бірклеткалы организмдерде қоршаған ортаға байланысты *изоосматия* байқалады, олардың су балансы судың тұздылығына тәуелді болмайды. Ішкі ортасы болмайтын теңіздік көпклеткалы жануарларда да осмостық гидратация және дегидратация қаупі осылайша реттеледі.

Ішкі ортасы бар көпклеткалы организмдер тұздың қатынасына байланысты 2 топқа: *осмоконтформаторлар* және *осморегуляторлар* (осмореттеушілер) деп бөлінеді. Біріншісінде ішкі ортаның (*лимфа, гемолимфа, целом сұйықтығы, қан және т.б.*) тонусы шамамен қоршаған

судағыдай, яғни бұл *пойкилоосмосты* организмдер. Осморегуляторлар белгілі-бір тұздылық шегінде ішкі ортаның тонусын бақылауға қабілетті, яғни бұлар *гомойосмосты* организмдер болып табылады. Осмоконформаторлар мен осморегуляторлардың арасындағы орташа жағдайда *гидробионттар* тұрады. Бұлар су тұздылығының ауытқуы шамалы болған жағдайда ішкі ортаның тонусын бақылайды.

Теңізде мекендеушілердің басым көпшілігі– осмоконформаторлар, ал барлық тұщы суда тіршілік ететін организмдер – осморегуляторлар. Тұщысулық осморегуляторларда ткандар мен ішкі орта тонусы қоршаған суға қарағанда әлдеқайда жоғары, олар *гипертониялық реттелуді* жүзеге асырады. Теңіздегі гомойосмостық организмдерде ішкі орта тонусы қоршаған суға қарағанда төмен болады, оларға *гипоосмостық осмореттелу* тән. Гидробионттар қандайда бір тонусты реттейтін күшті механизмге ие болмасын, олар әруақытта экстремалды осмостық әсерлерден қашуға ұмтылады. Бұл осмостық жағынан қолайлы ортаны таңдау және өз бетінше жүзеге асатын тонустық градиенттерді теңестіретін физико-химиялық процестердің қарқындылығын төмендететін жартылай осмостық оқшаулануды таңдау арқылы жүзеге асады.

Осмостық ортаны таңдау және осмоизоляция. Гидробионттардың осмостық қолайлы ортаны таңдауы олардың тіршілік ететін орындарының тұздылығына байланысты. Тұщы су формалары тұздылау және теңіз суларынан қашады, ал тұздылау сулы формалары тұщы және теңіз суларына бармайды, теңіздегілер – тұздылау және тұщы суларға қоныс аудармайды. Осы себепті, мысалы, радиоляриялар, басаяқтылар, сифонофорлар және теңіз кірпілері Жерорта теңізінен (35‰) Қара теңізге (17‰) өтпейді, ал Қара теңізде тіршілік ететін көптеген түрлер тұздылығы біршама төмен болатын Азов теңізінде кездеспейді. Соңғы кездегі Азов теңізінің тұздылығының көтерілуі Қара теңізден бірқатар теңіздік формалардың өтуіне ықпал етті. Арал теңізінің тұздылығының көтерілуі барлық осмореттеушілердің (осморегуляторлардың) жойылуына себепші болды.

Тұздылықтың өзгермелі жағдайларына байланысты көптеген организмдер әрқашанда тұрақты осмостық ортада қалуға қарай орын ауыстырады. Теңіздің жоғарғы қабатында тіршілік ететін *Acantharia* радиоляриялары жаңбыр жауған соң 100 метр тереңдікке түседі, дәл осындай әрекет *Calanus* шаяндарында және т.б. бірқатар жануарларда кездеседі. Көптеген литоралді формалар теңіз жағалауындағы сулар қарқынды түрде тұщыланғанда сублиторалға өтеді. Инфаунада тіршілік ететін кейбір түрлер (көптеген көп қылтанды құрттар, моллюскалар және т.б.) тұщыланған судан

кашып, грунтқа тереңдеп көміледі, өйткені ол жерде тұздылық ұзақ уақыт сақталады.

Денеге қажетті суды сақтау сыртқы жабынның өткізгіштігінің төмендеуімен біршама жеңілденеді, бұл осмостық жағдайы тұрақсыздау ортада тіршілік ететін гидробионттарға тән. Ащылау суларда тіршілік етуге қабілетті гидробионттардың жабынының су мен иондар үшін өткізгіштігі нағыз теңіздік формаларға қарағанда төмен. Біріншілерінде олар тұздылығы төмен суларға өткенде мембраналарының өткізгіштігі төмендейді. Мембраналар өткізгіштігінің төмендеуі бірқатар қарапайым осмоконформаторлардан бастап аздаған және арнайы осмоконформаторларға дейін байқалады.

Осмооқшаулануды (осмоизоляцияны) қамтамасыз ететін маңызды орта – шырыш. Мысалы, көп құрттардың жұмыртқалары осморегуляцияға қабілетсіз, олар шырышты қалтада болғандықтан гипотоникалық және гипертоникалық ортада ғана тірі қалады. Осмостық қорғаныш қызметін балықтардың және көптеген басқа организмдердің денесіндегі шырыштары атқарады. Қосжақтаулы моллюскаларда осмоизоляция қолайсыз тұзды ортада бақалшақтарының жабылу арқасында қамтамасыз етіледі. Мидиялар, устрицалар және басқа да теңіз моллюскалары тұщы суға түскен кезде жақтаулары жабылып ұзақ уақыт тірі қалады, өйткені олардың гемолимфасы бірнеше күн сұйылмайды. Моллюскалар сияқты осмоизоляцияның арқасында теңіз шаянтәрізділері-жаңғақшалар мен басқа да бақалшақтары жабылатын жануарлар тұздылықтың күрт өзгеруіне уақытша шыдайды. Теңіз мидиялары, баянустар жақтауларын жауып, бірнеше күн тұщы суда бола алады, бұл кезде мантия сұйықтығының тұздылығы 5-8% деңгейінде сақталады.

Клетка ішілік изоостомия және осмоконформация. Бірқалықтарда және төменгі сатыдағы көп қалықтарда цитоплазмадағы осмостық қысым қоршаған су қысымымен теңеледі. Тығыздылық (тоникалық) градиенттерінің болмауы организмді осмостық суланудан және құрғап қалу қаупінен сақтайды. Цитоплазманың тығыздылығы екі механизммен реттеледі, олар: цитоплазмадағы органикалық осмолиттердің (аминқышқылдары және олардың туындылары, мочевины мен метиламиндер, жартылай сутекті спирттер және т.б.) концентрациясының өзгеруі және ондағы неорганикалық иондардың құрамының модуляциясы, соңғысы клетка ішілік процестерге күшті әсер ететіндіктен белгілі бір шекте жүзеге асады. Органикалық осмолиттер субстраттар және коферменттермен өзара әсерге түспейді, макромолекулалардың қызметі мен барлық құрылымдарына жарамды болатын клетка ішілік ортаны сақтайды. Жекелеген аминқышқылдарынан

тығыздылықты реттеуде ең маңыздылары глицин, аланин және глутамин қышқылдары болып табылады. Плазмадағы бос аминқышқылдарының концентрациясын реттеуде басты рөлді глутаминдегидрогеназа ферменті атқарады.

Цитоплазманың тығыздылығының реттелуі оның органикалық молекулалармен қанығуы немесе оның концентрацияның төмендеу жолымен ғана жүзеге аспай қоймайды, сонымен қатар изоосмосты қамтамасыз етуде клетка мембранасы арқылы иондардың белсенді түрде тасымалануы да өте маңызды болып келеді. Осмостық градиентке қарсы иондардың сіңірілу мен шығарылуға қабілеттілігі барлық клеткаларға тән. Иондардың белсенді тасымалдануы арнайы ферменттермен реттеледі және энергия жұмсалыуы арқылы жүзеге асады.

Орта тұздылығының күрт өзгеруі кезінде изоосмосты қамтамасыз ету механизмдері бірден жұмыс жасамайды. Біраз уақытқа дейін осмостық теңелу бұзылып, клеткадағы су балансы тұрақсызданады. Ортаның гипертоникалық жағдайында клеткалар көлемі (массасы) жағынан біраз кішірейеді, ал керісінше жағдайда ісінеді, осыдан кейін изоосмос процесі реттелгенде клеткалар бұрынғы қалпына қайта келеді. Клетканың қалпына келу процесін – *гидробионттардың көлемінің (массасының) реттелуі* деп атайды.

Гидробионттардың көлемінің реттелуі тиімділігі табиғи мекендеу жағдайында олардың осмостық ортасының тұрақсыздық дәрежесіне сәйкес келеді. Медуза, ескектілер, кораллдар, тікентерілер, басаяқты моллюскалар және көптеген басқа тұзға қаныққан теңіз суларында тіршілік ететіндер көлемдерін өте нашар реттейді. Бұл жануарларда изоосмосты қамтамасыз ететін механизмі тұздылығы шамалы ауытқитын ортада қызмет жасайды, олардың көлемін реттеу тек орта тығыздылығының шамалы ғана ауытқыған кезде жүзеге асуы мүмкін. Тығыздылығы тұрақсыз ортада мекендейтін пойкилоосмостық организмдердің көлемін реттеу қабілеті біршама жоғары болады. Литоралдық моллюскаларда, полихеталарда және басқа да осмостық қысымы тұрақсыз ортада мекендейтін жануарларда көлем реттелуі біршама тиімді жүзеге асады. Мысалы, *Modiolus* моллюскасы тұздылығы 36-27‰ болған жерде 2 сағаттан кейін барып өзінің көлемін 6%-ке өсіреді, ал 4 сағаттан соң толық қалпына жеткізеді, судың тұздылығы 18‰-ге немесе тұздылығы 48‰ болған жағдайда көлем реттеу бұзылады.

Клетка ішілік изоосмостық реттелуі тек ішкі сұйықтық орталығы жоқ эвригалинді организмдерде (губкаларда, ішекқуыстыларда) ғана емес, сондай-ақ жоғары дамыған организмдерде де (көптеген құрттар, моллюскалар, шаянтәрізілер, тікентерілілер, т.б.) анық байқалады. Ішкі орта

көптеген клеткаларды сыртқы осмостық ортаның тікелей әсерлерінен аман алып шығады. Ол өз кезегінде пойкилоосмостық гидробионттарға эвригалиндікті қамтамасыз етуге, ткандарға осмостық гидротация мен дегидротацияға қарсы тұруға қосымша мүмкіндіктер береді.

Осморегуляция. Барлық тұщы су организмдері қоршаған ортаға байланысты гипертоникалық, сондықтан олар осмостық суланудан қорғануға қабілетті. Бұл осмоизиоляцияға бейімдеушіліктен ғана емес сонымен қатар, клетка орта тығыздығының төмен болуынан және көп мөлшерде гипотоникалық зәрдің бөлінуінен болады. Тұз тепе-теңдігінің жетіспеушілігінің пайда болуына иондардың сырттан белсенді сорылуы кедергі келтіреді, яғни мұндай осмотикалық градиентке қарсы жұмыс көп энергияны қажет етеді. Әдетте бұл шығындар тұщы су жануарларының барлық бөлетін энергиясының 1-2%-нан артық болмайды, ал кейбір моллюскаларда ол 10-12%-ға жетеді. Коловраткаларда дене сұйықтығы мен зәр сұйықтығының тығыздылығы (тоникасы) 80 және 42 ммоль/л құрайды. Сүлікте гипертония өте жоғары, оның осмостық концентрациясы 202 ммоль/л, олар 40-50 мкл/г-сағат гипотоникалық зәр шығарады. Өзен шаянының қанының тоникасы 350-400 ммоль/л, ал бөлінетін зәр мөлшері шамалы – 10мкл/г-сағ. Бұл денесін басым бөлігін жауып жататын сауыттың су өткізбейтіндігімен байланысты. Суда тіршілік ететін насекомдардың личинкаларында гемолимфа концентрациясы да сондай болады, бірақ оларда құрттар және моллюскалар сияқты емес, олар хлоридтермен емес, органикалық заттармен, бастысы аминқышқылдарымен қамтамасыз етеді. Қанның тоникасы тек судың тұздылығының ауытқуына бейімдеушілігіне ғана байланысты өзгермейді, ол қатып қалудан қорғану тәсілі де болып табылады. Мысалы, Арктикада тіршілік ететін *сайка балығы* қыста, яғни үсу қаупі төнген кезде, оның қан тоникасы жазбен салыстырғанда жоғарылап кетеді. Бұл кезде қанның Δt 0,9-1,0 және 0,8 аралығында болады.

Осмостық жағынан тұрақсыз ортада немесе тұщы және тұзды суларда кезектесіп тіршілік ететін гомойосмостық жануарларда су алмасуды реттеу өте күрделі. Жағалаумаңында мекендейтін крабтар мен креветкаларда тұздылығы жоғары суда гипотоникалық осмос реттелу жүзеге асады, ал ол тұщыланған кезде ол гипертоникалық реттелумен алмасады. Тұщысу сүйекті балықтардың қан тоникасы ондағы бейорганикалық заттардың болуына, ал шеміршекті балықтарда органикалық және бейорганикалық заттардың деңгейіне байланысты болады. Омыртқасыз жануарларда иондар концентрациясын жоғалту, олардың осмостық градиентке қарсы сорбциясымен қамтамасыз етіледі.

Тұздылығы өте жоғары жерде өмір сүретін теңіз гомоосмотикалық организмдер гипотоникалық реттелуді жүзеге асырады, кейде изотоникалық немесе жеңіл гипертоникалық реттелумен жүреді. Теңіздегі сүйекті балықтарда қан Δt -сы су температурасы $1,5-2^{\circ}\text{C}$ болғанда $0,7-0,8^{\circ}$ аралығында болады. Өткінші балықтарда қанның тоникасы салыстырмалы түрде шамалы өзгереді. Мысалы, жыланбалықта (угорь) қан Δt -сы теңіз суда $0,69-0,75^{\circ}\text{C}$ болса, ал тұщы суда $0,61-0,62^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді. Гипертоникалық ортада балықтар мен шаянтәрізділер осмостық дегидратацияға ұшырайды. Суды жоғалтуды қалпына келтіру үшін олар көптеп су жұтады және зәр бөлуді күрт төмендетеді. Мысалы, гипергалинді суларда мекендейтін артемия шаяндарының (*Artemia salina*) күніне ішетін суының мөлшері дене көлемінің 75%-ын құрайды.

Тұз алмасу. Клетка гомеостазы үшін қажетті жағдайдың бірі – ондағы иондардың белгілі қатынаста болуы. Жеке иондардың тұрақты қатынасы барлық гидробионттар клеткасына тән және олардың денесіндегі тұздың мөлшері қатаң реттеліп отырады. Гидробионттағы әртүрлі иондардың концентрациясын керекті мөлшерде ұстап тұру - иондық реттелу жолымен жүзеге асады. Иондық реттелу барлық жануарлар үшін тән, ал осмостық реттелу болмауы да мүмкін. Яғни иондық реттелудің осмостық реттелуден айырмашылығы – олар үздіксіз бірқалыпты жүзеге асып отырады, өйткені *изотония* табиғи жағдайда гидробионттар үшін қалыпты жағдай, ал *изоиония* ешқашан бақыланбайды.

Организмнің ішкі осмостық реттелуі сыртқы орта қысымының өзгеруімен байланысты болса, мұндай жануарларды *пойкилоосмостық* (осмоконформерлер) жануарлар деп атайды. Осмостық қысымды қоршаған судың қысымына тәуелсіз ішкі қысымды белсенді түрде реттейтін жануарларды *гомойоосмостық* (осмореттегіштер) жануарлар деп атайды.

Алғашқы теңіз омыртқасыздары бірінші топқа жатады. Бұлардың денесіндегі сұйықтардың осмостық қысымы теңіз суының қысымына жақын, ол оның тұздылығының өзгеруімен өзгеріп тұрады. Мұндай жануарлар *изотонды* деп аталады. Абсолютті изотондылық аздаған топтарға – ішекқуыстыларға, тікентерілілерге тән болып келеді. Көптеген омыртқасыздарда дене сұйықтығының осмостық қысымы сыртқа ортаға қарағанда біршама жоғары болатыны байқалады. Бұлар-*гипертонды организмдер*. Бұл организмге тұрақты түрде судың еніп тұруын қамтамасыз етеді.

Клеткадағы иондардың тұрақтылығын реттеу үшін тері жабындысының өткізгіштігі арқылы үздіксіз сыртқы ортамен пассивті тұз алмасу процесі жүріп отырады. Сондықтан гомеостазды бұзатын пассивті тұз

алмасуға организмдер оған қарама–қарсы белсенді, жеке иондардың қатынасы мен концентрация жиынтығын тұрақтандыруға бағытталған тетіктерді қолданады.

Пассивті тұз алмасу. Организмдердің жабынының екі жағында орналасқан иондардың концентрациясын теңестіретін физико-химиялық процестер қарқынды жұмыс жасаса, сыртқы ортадағы иондардан организмнің иондық құрамы күшті болады. Ал егер иондар үшін дене жабынының өткізгіштігі төмен болса, онда организмнің иондық құрамы да нашар болады. Суға қарағанда организмдегі иондардың құрамы өзгеше, бұл гомойосмостық организмдерде ғана емес, пойкилоосмостық организмдерде де байқалады. Мысалы, теңізде K^+ 3,61% болса, *Aurelia flavidula* дене сұйықтығында 5,18% болады. Әдетте теңіз организмдерінде қоршаған сумен салыстырғанда калий 2-3 есе көп болса, натрий, магний және сульфаттар аз болады.

Гидробионттардың дене сұйықтығының белгілі тұз сақтау ең алдымен терінің өткізгіштігіне, яғни ондағы еріген бөлшектердің мөлшері мен поляризация деңгейіне байланысты болады. Бөлшектер кішкене болса, олар теріден тез өтеді, ал полярлығы 0-ге тең бөлшектер мөлшеріне байланыссыз дене жамылғысынан оңай өтіп кетеді. Поляризацияланған молекулалар әрең өтеді. Олардың полярлығы атомдар арасындағы электр зарядына байланысты және ол атомдар арасында біркелкі орналаспайды. Молекуланың бір жағында оң зарядтар басым болса, екінші жағында теріс зарядтар басым болуы мүмкін. Молекуланың полярлық дәрежесі – дипольдық кезеңге тәуелді. Ол дегеніміз әртүрлі зарядтардың бір-бірінен қашықтығының мөлшерінің қосындысы. Дипольдік кезең әсіресе электролиттерде жоғары, сондықтан олар клетка мембранасынан қиын өтеді. Карбоксилді, гидроксилді және амин топтарының полярлығы төмен, осыған орай бұлардың өткізгіштігі жоғары болады. Полярлы емес көмірсутекті топтар (CH_4 , CH_2). Су молекуласы полярлы, өзінің көлемі кішкентай болуына қарай, ол клетка қабығы арқылы тез өтеді. Электролиттер және су молекуласының иондарының теріден өту жылдамдығының әртүрлі болуы судың тұздануынан немесе тұщылануынан кейін жануарлардың салмағының өзгеруімен түсіндіріледі. Қоршаған ортадағы судың тұздылығы күрт өзгерген жағдайда осмостық тепе-теңдік организмге иондардың түсуімен емес, судың сыртқа шығуымен байланысты жануарлар массасының төмендеуімен жүзеге асады.. Ал судың тұщылығы күрт артса, организмдегі осмостық градиенті бірінші кезекте дененің ішіне судың енуі арқылы оның салмағының артуымен теңеседі. Температураның жоғарылауынан жануарлардың клетка мембранасы арқылы иондардың өту жылдамдығы да жоғарылайды. Бұл

жағдайда гидробионттардағы пассивті тұз алмасу біршама артады. Бұның көптеген организмдер үшін экологиялық маңызы зор, өйткені олардың тұздылығы жоғары немесе төмен, ионның тұздық құрамы өзгеріп тұратын орталарда тірі қалуына әсерін тигізеді.

Активті тұз алмасу. Гомойосмостық организмдер үшін ғана емес, пойкилоосмостық гидробионттардың басым көпшілігі үшін де дене сұйықтығындағы тұздың мөлшерін физико – химиялық күшпен теңестіретін механизмдер жұмыс жасайды. Олар организмдегі жеке иондардың ара қатынасы мен концентрациясының тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Көптеген гидробионттарға тән, клетка мембранасы арқылы активті натрий ионын тасымалдайтын «натрий насосы» деп аталатын механизм жұмыс жасайды. Na^+ ионының қарсы бағытқа басқа бір иондармен, әдетте K^+ , NH_4^+ немесе H^+ , тасымалдануы жүзеге асады. Натрий насосының жұмысы осмосреттелуді және дене сұйықтығының иондық құрамын тұрақтандыруды қамтамасыз етеді. NH_4^+ ионының Na^+ ионына алмасуы азот айналымынан шыққан улы заттарды денеден бөліп шығару үшін қажет, яғни зәр шығару қызметін жүзеге асырады. Гидробионттарды ішкі ортасының иондық құрамын ретке келтіретін басқа да механизмдер жұмыс жасайды. Cl^- ионының HCO_3^- ионына алмасуы карбоангидраза ферментінің көмегімен жүзеге асады.

Иондардың активті тасымалдануы арнайы маманданған клеткаларда жүреді. Олар теріде, желбезекте, шығару өзектерінің қабырғаларында, ішекте, тағы басқа жерлерде орналасады. Тасымалдаушы барлық клеткалар клетка мембраналарының бетін ұлғайтатын, соның ішінде терең сайшалар-тұйық аяқталатын өзекшелер сияқты құрылымдарға ие болады. Егер клетка насостары иондарды өзекшелердің қуысына бөлсе, ондағы сұйықтық гипертонды болады және су үздіксіз клеткалардан қуыстарға, одан кейін сыртқа шығарылады. Клеткалық насостар кері бағытта жұмыс жасаса, яғни қуыстардан иондарды шығарса, олардағы сұйықтық гипотонды болады, су клеткаға өтеді. Сонымен иондардың белсенді тасымалдануы су тасымалдануымен тығыз байланыста болады.

Физико-химиялық күштерге қарамастан кейбір клеткалардың судан иондарды алу немесе оларды денелерінен шығару қабілеттілігіне байланысты жүретін белсенді тұз алмасу өсімдіктерге де, жануарларға да тән. Мысалы, планктонды *Halicystis* сифонды балдыры және *Entomodiscus rex* диатомды балдырда клеткалардан Mg^{++} , Ca^{++} және SO_4^- иондарын таңдап шығару қабілеті болады, осыған орай олардың қалқымалылығы артады.

Crandon vulgaris креветкасының гемолимфасында гиперосмостық реттелуді жүзеге асыратын Na^+ , K^+ , Ca^{++} және Cl^- иондарының

концентрациясы суға қарағанда жоғары, ал Mg^{++} төмен болады ал гипосмостық реттелуде Na^+ және Cl^- иондары суға қарағанда төмен, K^+ , Ca^{++} жоғары болады. *Artemia salina* шаяндарында иондарды шығаратын орын алдыңғы 10 жұп желбезектің эпителийі болып табылады. Олардың тұздарды гипотоникалық ортада абсорбцияға қабілеті болады. Желбезек эпителийлерін $KMnO_4$ ерітіндісімен өндегеннен кейін шаяндарда иондық реттелу бұзылады. Иондарды ұстау желбезектерден басқа гипотондық ортада суды жұтып кейіннен ішектен сұйықтықты шығару арқылы да жүзеге асырады. Бұл кезде Na^+ , Cl^- ішек эпителийі арқылы гемолимфаға өтеді. Na^+ концентрациясы ішек сұйығында гемолимфаға қарағанда төмен, осыған орай бұл ион ішек эпителийі арқылы белсенді түрде өтеді.

Сүйекті балықтарда Na^+ ионын ұстау және беру жұмысы желбезектерінде болатын хлоридті клеткаларда жүзеге асады. Теңіз балықтарында ол клеткалар артық тұзды шығарса, тұщысу балықтарында иондарды сыртқы ортадан алады. Балықтардың тұщы судан теңіз суына немесе керісінше өткенде хлоридті клеткалар кері бағытта жұмыс жасайды. Сондай – ақ мұндай құбылыс омыртқасыз жануарларда да өтеді.

Дене жабындысының клеткаларының әртүрлі иондарды белсенді ұстауы көптеген жануарлардың минералдық қоректенуінде маңызды орын алады. Мысалы, жоғарғы сатыдағы шаяндар судан онда еріген Ca^{++} , Zn^{++} , т.б. иондарды жұтады. Балықтар денесінің беткі қабаты арқылы күкірт қосылыстарын қабылдайды. Бұл көбінесе тұқытәрізділерде, бекіре балықтарында көп байқалады. Сол сияқты балықтар фосфор және минералды қоректенудің басқа да элементтерін қабылдайды.

Тұздылықтың және судың тұздық құрамының экологиялық маңызы. Тұщы су мен теңіз суындағы әртүрлі иондардың арақатынасының бір – бірінен айырмашылықтары бар. Сондықтан теңіз суының тұщылдануы, тұщы судың тұздануы сияқты бір мерзімде судың осмостық және тұздық жағдайларын өзгертеді. Иондық қатынастар тек тұздылық көрсеткіші 5-8%₀ – ден жоғары болғанда ғана тұрақты болады. Бұл көрсеткіштен төмен болған жағдайда қосвалентті катиондардың салыстырмалы мөлшері артады. Тұздылығы 42-45%₀ болатын суларда иондық қатынастар біршама бұзылуы мүмкін. Бұл жағдайда хлорид мөлшері бойынша оны анықтау қиынға түседі. Осыған орай, тұздылықтың 5-8%₀ және 42-45%₀ аралықтарында өзгеруі тек осмостық тұздылық фактор ретінде жүзеге асады. Кең көлемде ауытқу басқа рапикалық факторлар қосылғанда жүзеге асады. Бұл судың тұздық құрамының өзгеруінің экологиялық факторы болып табылады.

Тұздылықтың ауытқуына гидробионттардың төзімділігі. Судың тұздануына гидробионттардың төзімділігі бірнеше факторларға және түрге

байланысты. Бір түрге жататын особьтардың арасында тұздылығы қалыпты жағдайда өмір сүретіндерге карағанда тұздылығы ауыспалы суда өмір сүретін особьтар тұздың ауытқуына бейімделген болып келеді. Мысалы, Қара теңізден өте ертеде бөлініп қалған су айдындарында (лагундарда) мекендейтін нереис (*Nereis divirscicol*) полихеталары 62‰ тұздылыққа шыдаса, олар Қара теңіз суында тіршілік ете алмайды, ал Қаратеңіздік особьтар тұзды лагундарда өмір сүре алмайды.

Тұздылықтың өзгеруіне төзімділік жас ұлғайтын сайын жоғарылайды. Нереис екі есе сұйылған Балтық суларында өзін жақсы сезінеді, жыныстық жасқа жетеді, бірақ ұрпақ бермейді. Өйткені бұл тұздылықта ұрық өледі. Көксеркенің, табанның және ақ амурдың дернәсілдері 6-8‰ тұздылыққа шыдайды, шабақтары 8-11, ал ересектері 10-12‰-ге төтеп береді. Гидробионттардың тұщы суға деген сезімталдығы онтогенез кезеңінде жоғарылайды, ол бірқатар бейімдеушіліктерге қол жеткізеді. Олардың қатарына жыныс өнімдерін шашу және дамып келе жатқан жұмыртқаларды ішінде сыртқа карағанда тоникасы жоғары болатын әртүрлі құрылымдарға (түрлі камералар, кокондар, іштей ұрықтану және басқалары) ауыстыру жатады. Жыныс өнімдерінің тұщы суда тірі қалуы оларды шашудың синхронизациясына байланысты болады. Бұл қолайсыз жағдайда гаметалардың ұзақ өмір сүруіне және зигота пайда болғанда оның сыртын өткізгіштігі төмен қабықшаның қаптауына алып келеді.

Гидробионттардың тұздылықтың өзгеруіне төзімділігі осы фактордың өзгеру жылдамдығының кемуіне байланысты артады. Мысалы, *Mercierella enigmatica* полихетасы тұздылық өте тез 40‰ –ге көтерілгенде өледі, ал ол біртіндеп өзгерсе 67‰ –ге дейін шыдайды. Сондай-ақ гидробионттардың судың тұздылығының жылдам өзгеруіне төзімділігі олардың тері жабындысының иондар мен су өткізгіштік қабілетіне байланысты да болады. Егер су тұздылығы тез төмендегенде су организмге шапшаң еніп, организм ісінеді. Егер ортаның жағдайы бірте–бірте төмендесе, иондардың бір бөлігі организмнен сыртқа шығып үлгереді. Осыған орай осмостық градиент жоғарғы дәрежесіне дейін жетпейді және организмнің күрт сулануына жол берілмейді. Бірте –бірте организм ондай жағдайға үйреніп, төзімділік дәрежесі артады.

Тұздылықтың ауытқуына төзімділік әдетте температура көтерілген сайын төмендейді. Мысалы, нереис 0°C температурада 2‰ тұздылыққа шыдаса, температура 5 және 20°C-қа көтерілгенде сәйкесінше тек 1 және 0,59‰-ге ғана шыдамдылық көрсеткен.

Көптеген гидробионттардың эвригалинділігі 5-8‰ аралығында шектелген. Бұл «аумалы (критический) тұздылық» деген атқа ие. Осы

аймақтың екі жағында әртүрлі фаунистикалық кешендер дамиды. Олардың организмдері мен ткандарында алмасу процестері түрліше жүреді. Тұздылық кедергінің болуы теңіздік және тұщысулық формалардың алмасуына жол бермейді.

Гидробионттардың гипертоникалық ортада аман қалуына ерекше бейімдеушілік *тұзды анабиоз* көмектеседі. Тұздық анабиозға қабілеттілік теңіздің шалшық суларында мекендейтін *Harpacticus fulvus* шаяндарында жақсы жетілген. Шалшық сулар тартыла бастағанда судың тұздылығы артады, оның көрсеткіші 120‰-ге жеткенде шаяндар қимыл-қозғалысын жояды, денесі бүрісіп қалады. Осындай күйде олар 20 күндей аман қалады және 139‰-ге шыдайды. Ал жаңбырдан кейін шалшық сулар тұщыланады, шаяндар қайтадан белсенді түрде тіршілік ете бастайды. Коловраткалар тұздық анабиоз жағдайында сауытының астына бұрғылау органы мен құйрық бөлігін жасырып, қозғалыссыз қалады және түссізденеді. Тұздық анабиозға қабілеттілік көптеген тоникалық тұрақсыз ортада, литоралда, мекендеушілерге тән. Мысалы, Қаратеңіздік полихеттер тұздылық 40‰-ден асқанда мүлдем қозғалыссыз қалады, денедегі суды жоғалтады, осындай күйде 2-3 күнге шыдайды. Су тұщыланғаннан соң олардың ткандарына су жиналып, қайтадан белсенді тіршілік етуге көшеді.

Әртүрлі тұздылықты сулардың мекендеушілері. Теңізді, тұщысуды, кермексуды мекендеушілердің бір-бірінен күрт айқындалатын ерешеліктері болады. Гидробионттар генетикалық шығу тегі жағынан теңіз және тұщысу формалары болып бөлінеді. Бұлардан кейіннен кермексу және өте ащысуларды мекендеушілер пайда болған. Соңғыларында эндемик тұқымдастар мен отрядтар жоқ, оның есесіне қанық тұзды және тұщысу мекендеушілерінің арасында эндемик кластар мен типтер де бар. Қаныққан тұзды су мекендеушілері тұздылығы 75-80‰-ге жететін суқоймаларында мекендейтін эвригалинді теңіздік түрлерден тұрады. Теңіз және тұщы су үшін ортақ формалар жоқтың қасы, тек теңіз бен тұщысуда кезек-кезек тіршілік ететін өткінші түрлерді ескермесек. Теңіз бен тұщысу формалары үшін олардың таралу шекарасы тұздылықтың 7-8‰ аралығында жатады. Мысалы, теңіздік түрлердің саны тұздылық 5-7‰-ден кем болғанда, ал тұщысулық түрлер осы шектен тұздылық артқан кезде күрт азаяды. Қарастырылған шектің аралығында мекендеушілер алуандылығы өте аз, негізінен маманданған кермексулы формалардан тұрады. Кейбір тұщысулық формалардың ең көп саны тұздылық 3-5 ‰ болғанда байқалады. Теңіздік формалар тұщыланған суға өткенде олардың мөлшері кішірейеді. Мысалы, тұщысулық *Theodoxus fuviatilis* және *Bithynia tentaculata* Балтық теңізінің моллюскаларының дене мөлшері су тұзданған кезде кішірейеді.

Тұздылықтың қолайсыз жағдайларында гидробионттардың тек мөлшері ғана емес, сонымен қатар өсу қарқыны да баяулайды. Тұщы суға өткен кезде тіршілік жағдайының нашарлауына байланысты гидробионттардың тұқымдылығы да төмендейді. Мысалы, кермексулы *Cordylophora lacustis* тұщысуда тіршілік еткенде 3-6 жұмыртқа салса, тұзды суда 6-12 жұмыртқа салады.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробионттардағы су-тұз алмасудың маңызын түсіндіріңіз
2. Гидробионттардың сусызданудан құтылу бейімдеушіліктерін түсіндіріңіз
3. Суланудан қорғану жолдарын сипаттаңыз
4. Осмостық ортаны таңдау және осмоизоляция түсінігін сипаттаңыз
5. Клетка ішілік изоостомия және осмоконформация дегеніміз не? Түсіндіріңіз
6. Осморегуляцияның мәнін түсіндіріңіз
7. Пассивті және активті тұз алмасу ерекшеліктерін түсіндіріңіз
8. Тұздылықтың ауытқуына гидробионттардың төзімділігін түсіндіріңіз.
9. Әртүрлі тұздылықты сулардың мекендеушілеріндегі су-тұз алмасу ерекшеліктерін түсіндіріңіз.

7 бөлім. Гидробионттардың өсуі, дамуы және энергетикасы

Гидробионттардың өсуі. Особьтардың өсуі—сызықтық өлшемдердің ұлғаюы немесе массаның артуы немесе дамып келе жатқан жануардың массасының өсуі. Осыған орай жануарларда өсудің *сызықтық* және *массалық* өсу түрлерін ажыратады. Бұлардың жылдамдықтары оның даму кезеңдері, физиологиялық күйі және сыртқы ортаның жағдайы арқылы анықталады. Жыныстық жағынан жетілгенге дейін дененің массасы артады, бұл *соматикалық* (soma-гр. дене) өсу. Репродуктивтік жетілуден соң соматикалық өсу бәсеңдейді немесе мүлдем тоқтайды, бірақ жаңа процесс—*генеративтік өсу* - ұрық түріндегі материал қалыптасады.

Өсу ұзақтығына қарай *шексіз* немесе *ассимптотикалық* және *шекті* өсу деп бөлінеді. Шексіз өсу процесі атына сай бүкіл өмір бойы жүрсе, ал шекті өсу организмнің белгілі бір кезеңінде аяқталады. Сол сияқты дене мөлшерінің өзгеруіне қарай *изометриялық* және *анизометриялық* немесе *аллометриялық* өсу де болады. Изометриялық түрде онтогенезде белгілі бір особьтың дене мөлшерінің өсуі геометриялық үлгіде жүзеге асады, ал аллометриялық (анизометриялық) өсу кезінде дене пропорциясы особьтың жасына қарай өзгереді.

Изометриялық өсуде дененің көлемі (W) дене ұзындығының (L) кубына пропорционалды болады немесе басқа сызықтық көрсеткіштер алынады және мына формула бойынша есептелінеді:

$W = a \times L^3$, мұндағы a - пропорционалдық коэффициенті.

Аллометриялық өсу. Жануарлар онтогенезінде жекеленген дене бөліктері бір-біріне қатысты аллометриялық өсудің заңына сәйкес әртүрлі жылдамдықпен өседі. Бұл заңдылықты 1932 жылы Гексли ұсынған және ол мына түрде жазылады: $Y = q X^b$, мұндағы Y, X – зерттеліп отырған дене бөліктері; q, b – теңдеу константалары.

Сызықтық өлшемдер (L) мен массалық (W) өлшемдер қатынасы әр түрлі жануарларда дәрежелік функцияға жақынданған (аппроксималданған) болуы мүмкін: $W = q L^b$, мұндағы q, b - теңдеу константалары; $q \cdot L = 1$ кезіндегі W -ға тең константа. Егер жануардың өсу процесінде дене формасының геометриялық қалпы сақталса, онда $b = 3$. Егер форма өзгерсе, онда $b < 3$ жағдайында кері аллометрия, ал $b > 3$ кезінде оң аллометрия деп

аталады. Кері аллометрияда, L дене ұзындығын білдіргенде, жануар өсу кезінде «ұзарады». Оң аллометрияда жануар өсу процесі кезінде «қысқарады» (массасы жағынан өседі).

Жекелеген ұлпалардың массасының қатынасы өзгеретін өсу процесін – *гетерогенді*, ал кері жағдайда – *гомогенді* өсу деп атайды.

Жануарлар өсуінің типтері. Су жануарлары үшін өсудің үш типін ажыратады: *экспоненциялық*, *параболалық* және *сигмоидалдық* немесе *S-тәрізді* типтер. Бұлардың әрқайсысы белгілі бір жолмен энергетикалық алмасу жылдамдығымен байланыста болады.

Өсудің басты сипаттамасы болып белгілі бір уақыт ішіндегі ($t_2 - t_1$) сызықтық өлшемдердің ($L_2 - L_1$) немесе жануар массасы ($W_2 - W_1$) өсуі болып табылады: $(L_2 - L_1) / (t_2 - t_1) = \Delta L / \Delta t$; $(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) = \Delta W / \Delta t$, мұндағы L_2 және W_2 жануардың сызықтық және массалық өлшемдерінің соңғы сәттегі t_2 мәндері, L_1 және W_1 тағы сол сияқты бірақ бастапқы сәттегі t_1 мәні. $t=0$ болған жағдайда L және W азаяды, ал жылдамдық (L/t және W/t) абсолюттік сызықтық өлшемге (dL/dt) немесе массаның өсу жылдамдығына (dW/dt) жақындайды, ол функцияның бірінші туындысы немесе $L=f(t)$, $W=f(t)$ арқылы жануардың өсуі сипатталады. Сызықтық өлшемнің (C_L) немесе массаның өсуінің (C_W) салыстырмалы немесе меншікті жылдамдығын абсолюттік өсу жылдамдығын сызықтық өлшемге немесе жануар массасының уақыт мезетіндегі t өлшеміне бөлу арқылы алынады:

$$C_L = 1/L \times dL/dt \quad (1)$$

$$C_W = 1/W \times dW/dt \quad (2)$$

Алдында көрсетілген теңдеуді $W = q L^b$ және $d(aL^b) = abL^{(b-1)}$ есепке ала отырып (1) және (2) теңдеулерден маңызды қатынас аламыз: $C_W = {}_b C_L$. Осыған орай жануардың массасының өсуінің меншікті жылдамдығы оның сызықтық өсуінің меншікті жылдамдығынан жоғары болады.

Экспоненциялық өсу. Өсудің мұндай типінде массаның өсуі тұрақты меншікті жылдамдықпен жүреді. Жануар өсуінің мұндай қарапайым типін экспоненциялық өсу деп атайды, себебі оның өлшемдерінің (массасының) өсуін уақыттың экспоненциялық функциясымен көрсетуге болады:

$$W_t = W_0 e^{C_W t}, \quad L_t = L_0 e^{C_L t}$$

Графикте L немесе W –ның t –ға тәуелділігі экспоненциялық өсу шарықтаушы қисықпен өрнектеледі, оның сол бұтақшасы абсцисс өсіне асимптотикалы жақындайды.

Экспоненциялық өсу жануарлардың дамуының эмбрионалды және постэмбрионалды кезеңнің алғашқы сатыларына тән.

Параболалық өсу. Параболалық өсу кезінде дене массасының өсуіне қарай алмасу қарқындылығының төмендеуі кезеңінен бастап өсу жылдамдығы азаяды, бұл дене массасының массаның кейбір дәрежесінде оған пропорционалды өсуіне байланысты (W^{-n}), мұнда n - теңдеу константасы, ол жануардың массасына қарай алмасудың тәуелдігіне байланысты. Сәйкесінше жануардың өсуі мен оның массасының артуына байланысты өсудің меншікті жылдамдығы азаяды. Меншікті жылдамдық W^{-n} –ге пропорционалды өзгерген жағдайда, бұл кезде $C_w = NW^{-n}$, мұнда N және n константалар, бұл W масса бірлігіне тең жағдайда N сан жағынан, жағдайда C_w –ға тең болады.

Параболалық өсу теңдеуін жануардың дамуының жекелеген кезеңдердегі оның өсуін бағалау үшін қолдануға болады. Кейбір жағдайларда ол жануардың онтогенезінің барлық сатыларындағы өсуін жақсы сипаттайды. Бұл белгілі бір жасқа жеткенде өсуін тоқтайтын жануарлараға қатысты, бірақ олар біраз уақыт аралығында ары қарай тіршіліктерін жалғастыра береді. Мысалы, шаянтәрізділердің ішінде мұндай өсу типі ескекәяқтыларға тән болып келеді, оларда денесінің өсуі каподиттерінің бесінші (соңғы) түлеуінен кейін тоқтайды.

Асимптотикалық немесе S-тәрізді өсу. Көпшілік жануарларда параболалық өсу кезіндегімен салыстырғанда өсу жылдамдығы тез төмендейді. Бұл кезде энергия алмасудың меншікті жылдамдығы W^{-n} пропорционал болады. Мұндай жануарлардың өсу жылдамдығы бастапқыда артып, максимумға жетеді, өсудің қисық сызығы бүгілген жерге сәйкес келеді, осыдан кейін жылдамдық төмендейді. Өсудің қисық сызығының оң жағы осы түрге тән асимптотикалыққа жақындайды. Белгілі-бір систематикалық жағдайдағы жануарларға жоғарыда көрсетілген өсу типтерінің бірі тән. Алайда, белгілі бір түрдің онтогенездегі дамудың барлық кезеңдерінде өсу типіндегі сипаттамаларға нақтылы сәйкес келуі міндетті емес. Сол сияқты, эмбрионалды даму кезеңінде нақтылы бір түрдің өсу экспоненциялық функциямен сипатталса, қалған кезеңдерінде жазықтық немесе S-тәрізді функциялармен сипатталуы да мүмкін. Мысалы, шашақмұртты шаяндарда S-тәрізді типке жататын өсу кезеңі жеке дамудың ювенилді кезеңінде параболалық немесе экспоненциялық функциялармен сипатталады (Иванова, 1985).

Өсудің бейімдеушілігі. Өсудің аллометриясы мен гетерогендігінің бейімделу маңызы зор және особьтардың аман қалу мен популяциядағы өлім-жітімге әсер етеді. Омыртқасыздардың өсуінің аллометриясы, әсіресе әртүрлі тікеншелер, өскіншелердің түзілуі өте үлкен қорғаныш рөлін атқарады және бұл жыртқыштардың жоғарғы қысымы кезінде анық көрінеді. Өсудің

гетерогендігінің бейімдеушілік маңызы май жинауда жақсы байқалады. Қоректену жағдайлары жыл бойы ұқсас болып келетін тропиктерде популяциядағы особьтардың майлығының корсеткіші аз ғана шекте ауытқып отырады. Қоректенуге жағдайы жақсы жоғарғы ендіктердегі особьтар денесіне өте көп мөлшерде май жинайды, бұл өз кезегінде олардың қоректенуден кейінгі, үзіліс кезінде тірі қалуына үлкен септігін тигізеді.

Балықтардың өсуінің биологиялық заңдылықтарын талдай келе Г. В. Никольский (1974) өсудің тез жүруі жыныстық жетілуге ерте жетуге және жыртқыштарға азық болмауға септігін тигізетіндігін анықтады. Жыныстық жетілгенге дейін организмге түсіп отыратын негізгі энергетикалық ресурстар белоктық өсуге, особьтардың дене ұзындығының ұзаруына және қор заттардың жиналуына жұмсалады.

Гидробионттардың шекті мөлшерлері барлық түрлік белгілер сияқты бейімді және түрлік ерекшеліктерге ие болып келеді. Кіші мөлшерлер баспаналардың тез табылуын, репродуктивті жетілуге тез жетуін, көп санды ұрпақ қалдыруды жеңілдетеді және ортаның ауытқымалы жағдайын тиімді пайдалуға септігін тигізеді. Үлкен мөлшерлер особьтардың қорек болуын төмендетеді, салыстырмалы көп бөлігіне репродуктивті жасқа жетілуге жағдай жасайды, көптеген ұрпақ қалдыруға, ортаның өткінші өзгерістеріне тәуелділікті азайтады.

Жануарлардың өсуіне әртүрлі факторлардың әсері. Негізгі өсу потенциясына әсер ететін абиотикалық факторларға температура, жарық, газ режимі, суда еріген тұздар, гидродинамика жатады. Биотикалық факторлардан трофикалық фактор үлкен маңызға ие, сонымен қоса жануарларда болатын агонистикалық және иерархиялық қарым-қатынастар да маңызды болып табылады.

Температура оптималды жағдайдың кейбір көрсеткіштеріне жеткенде өсу темпі жоғарылайды, ал содан кейін төмендейді. Мысалы, *Chironomus dorsalis* хиронамидтердің дернәсілдері 15, 20, 25 және 30°C-та 12 мг-дық салмаққа сәйкесінше 17,13, 9 және 13 күнде жетеді. Жоғарғы температура әсерінен өсудің артуынан шекті дене мөлшерінің кемуі байқалады. *Ch.gorsalis* мысалында дернәсілдерінің шекті дене массасы 15, 20, 25 және 30°C-та 11,1; 9,4; 7,4; және 5,4 мг-ға тең болған, яғни дене салмағы екі еседей кеміген. Әдетте температураның өзгеруімен аллометриялық өсуде өзгереді. Мысалы, теңіз кірпілерінің жеке түрлерінің дернәсілдерінде 11-24°C аралығында аналь өсінділерінің ұзындықтары 30 және 27% -ға өскен. Температура дененің биохимиялық құрамына қатты әсер етеді. Табиғи жағдайда балықтарға және көптеген омыртқасыздарға қыстауға байланысты

май жинау тән. Бұл жануарлардың қоректенбейтін кезінде, энергетика тек ішкі қорлардың есебінен қамтамасыз етіледі.

Жануарлардың өсуіне *оттектің* жетіспеушілігі, ал өсімдіктерге оттектің шамадан тыс көп болуы үлкен әсер етеді. Оттек концентрациясының 3-4 мг/л-ге дейін артуы кезінде ортаның аэрациялануының күшеюіне байланысты өсімдіктерде фототыныс алу жүзеге асырылады, ал фотосинтездің өнімділігі күрт төмендейді. Аумағы шектелген суқоймаларда өсудің маусымдық ерекшеліктері байқалады. Гидробионттар жазда қарқынды қоректенудің есебінен шапшаң өседі. Күздің жақындауымен қысқы ашығу кезінде пайдаланылатын липидтерді қордалау процесі жоғарылайды. Күзде гидробионттардың өсу қарқыны (темпі) күрт төмендейді, ал қыста мүлдем тоқтап қалады да, көктем келісімен қайта жанданады.

Трофикалық жағдайдың өсуге тигізер әсері орасан. Оған қорек мөлшері, оның концентрациясы, қол жетімділігі, калориялылығы, биохимиялық құрамы жатады. Қоректік жағдайлардың өзгерімен гидробионттардың өсу темпі ғана емес, олардың дене құрамы да өзгеріске ұшырайды. Мысалы, балықтарды көмірсу құрамды жеммен қоректендіру олардың көп май жинауымен, белоктың күрт азаюымен жүзеге асады. Омыртқасыздар мен балықтарға тән ерекшеліктер олардың энергия шығындарын жабу үшін белоктарды көп мөлшерде жарату болып табылады. Сондықтан қоректің құрамынан олардың азаюы гидробионттардың метаболизмін, биосинтез процестерін күрт өзгертеді, олардың нәтижесі—дененің биохимиялық құрамына әсерін тигізеді. Қоректі табу энергетикалық жағынан тыйымсыз болғанда, өсу күрт баяулайды немесе мүлдем тоқтайды. Осы сияқты жағдай қоректік объектілердің құрылымдық ерекшеліктеріне немесе олардың мінез-құлқына байланысты қол жетімсіз болуы кезінде де байқалады.

Өсуге особьтардың агонистикалық мінез-құлықтарының түрлі формалары арқылы жиі-жиі агрессияға ұшырауына байланысты болатын өзара қарым-қатынас ерекшеліктерінің алуантүрлі әсерлері де ықпал етеді.

Гидробионттардың дамуы. Гидробионттардың дамуы экологиялық тұрғыдан қарағанда ең жоғары дәрежеде құрылымдардың алмасу ерекшеліктері және олардың онтогенездегі функциясымен, әртүрлі факторлардың өсу жылдамдығына әсерімен және әртүрлі стадияларда организмдердің тірі қалуға бейімдеушілігімен сипатталады. Дефинивтік жағдайға дамып келе жатқан особьтардың ресурстық проблемаларын шешетін, өзара орын алмасып отыратын аралық формалардың бірізділігінің арқасында жетеді. Бұл жағдайда, даму темпі екі негізгі тенденциямен анықталады. Бір жағынан, ол талап етілген этапқа тез жету үшін

максималданады, екінші жағынан, ресурстық қажеттіліктердің біркелкілігі мен ортаның мүмкіндіктерінің синхронизациялануы үшін даму темпі төмендейді немесе уақытша тоқтайды. Мысалы, эмбрионалды дамуды тездету және өсімдікқоректі жануарлардың дернәсілдерінің ерте көктемде судағы фитопланктондар көбеймей тұрып пайда болуы, особьтарды жаппай өлуден сақтап қалады.

Даму формалары. Гидробионттарда кұрлық организмдеріне карағанда, тура емес (өзгеріп) даму жиі байқалады. Осыған орай, әртүрлі ортада дамитын гидробионттарда метаморфоз анық байқалады. Мысалы, азқозғалатын немесе қозғалмайтын сутүбі организмдердің пелагикалық дернәсілдері басқа ортада тіршілік етуге бейімделген және өзінің ата-анасының формаларынан ерекшеленеді. Имаголық сатысында ауада мекендейтін гетеротоптарда (көптеген насекомдар) метаморфоз күшті байқалады. Метаморфоздың экологиялық пайдасы суқоймаларда уақытша қорек пайда болғанда өседі, олардың тұрақсыздығынан ересек формалар пайдалана алмайды (мысалы, арктикалық сулардағы фитопланктондардың кенеттен пайда болуы).

Бірқатар гидробионттар үшін дамудың кезектілігі (периодтылығы) тән. Ол мекендеу ортасының циклдық өзгерістерімен байланысты, яғни дамуға қолайлы жағдайдың қолайсыз жағдаймен алмасып тұруы. Орта және жоғары ендіктердегі суқоймаларда жылдың суық кезеңінде көптеген гидробионттардың дамуы тоқтайды. Кеуіп қалған суқоймаларының грунттарына көмілу арқылы көптеген шаянтәрізділер, моллюскалар өздерінің дамуын тоқтатады, яғни диапауза құбылысы жүреді. *Диапауза* – дамудағы және жануарлардың көбеюіндегі уақытша физиологиялық тыныштық кезеңі. Диапауза жануарлардың көптеген кластарының өкілдеріне тән, бұл құбылыс төменгі сатыдағы шаянтәрізділерде (*Daphnia*, *Artemia*) және жұмыр құрттарда (*Rotatoria*) жақсы зерттелген.

Пойкилотермді су жануарларының дамуының *ұзақтығы* табиғи жағдайда кең диапозонда өзгеріп отыратын температураға байланысты. Даму кезеңінің ұзақтығының су температурасына тәуелділігі әдетте, температураның өсуімен кезеңнің ұзақтығының азайғанын көрсететін қисық сызық түрінде болады. Температураның даму ұзақтығына әсерін зерттеу барысында дамудың кері ұзақтығын ($V = 1/D$) (мұндағы D - даму ұзақтығы) көрсететін даму жылдамдығын қолданады. Даму жылдамдығының температураға тәуелділігі S -тәрізді қисық түрінде болады. Экологтар үшін жануарлар шектеусіз ұзақ тіршілік ететін қолайлы температура, яғни *термотолеранттылық диапозоны* және диапозоннан тыс температура да қызығушылық туғызады. Толеранттылық шегінен төмен немесе жоғары

температурада жануарлардың дамуының төмендеуі және олардың өлімге ұшырауы ұлғаяды. Бұл популяцияның сандық құрамын реттеуге үлкен ықпалын тигізеді.

Температураның кейбір оптималды көрсеткіштерге дейін көтерілуі өсу темпін жылдамдатады, содан кейін ол төмендейді. Әдетте орташа температурада даму жылдамдығы оптималдылыққа жақын болады. Қалыпты даму болатын оптималды температураның шектеуші шекарасы болмайды. Тек қана шартты шекаралар болады, мысалы жоғарғы және төменгі температуралар, бұл жағдайда особьтардың 50%-нан астамында даму жүреді.

Температуралық оптимум шектерінде «температуралар суммасы» ережесі әсер етеді, бұған сәйкес түрдің дамудың бір немесе екінші кезеңін өту үшін градус-күн қосындысы тұрақты:

$S = D (T - T_0) = const$, мұнда S – градус-күн қосындысы; D – T температура кезінде дамудың ұзақтығы; T_0 – бастапқы, немесе тиімді, температура, не «биологиялық нөл» жағдайындағы температура немесе төменгі «термиялық шек» температурасы.

«Температуралар қосындысы (суммасы)» ережесіне сай жануарлардың дамуының ұзақтығының температураға тәуелділігі гиперболалық қалыпта болады. Мысалы, хирономид личинкаларының даму ұзақтығы (градус-күн суммасы) 15^0 , 20^0 , 25^0 және 30^0 кезінде әртүрде түрліше болады. Мысалы, *Chironomus dorsalis* үшін – 315, 350, 306 және 384; ал *Ch. plumosus* үшін – 600, 595, 615 және 640.

Күшті дәрежеде дамудың жылдамдығы трофикалық және респираторлық жағдайлармен анықталады. Қоректік дефицит кезінде даму белгісіз уақыт ұзақтығына дейін созылады, дәл осындай жағдай гипоксия кезінде де байқалады. Мысалы, суқоймаларының қыстық және жаздық стагнациясы кезінде, су түбіне жақын жерде оттегі болмағандықтан ондағы жануарлар анабиоз күйіне түседі.

Өсу мен дамудың энергетикасы. Особьтардың дамуы мен өсуін қамтамасыз ететін биосинтез процесі үшін энергетикалық шығындар қажет, оның өлшемі қарқынды газалмасу болып табылады. Ассимиляция мен диссимиляцияның ара-қатынасын энергия трансформациясының тиімділігі, пайдаланған қорегін өсу үшін пайдалану дәрежесі сипаттайды.

Әр түрдің особьтары үшін энергияны түрлендірудің бір немесе екінші жылдамдығы олардың генетикалық ерекшеліктерін және биологиялық потенциалдарын қоршаған ортаның нақты бір жағдайында жүзеге асыру қабілетін көрсетеді. Сондықтан ағынның жалпы қосынды санымен сипатталатын энергия трансформацияның қарқындылығы, особьтың

биомассасында жинақталған энергия, онтогенез барысында өзгеріп отыратын табиғи жағдайларға тәуелді. Энергияны түрлендірудің көрсеткіші ретінде жекелеген дене бөліктерінің компоненттерінің айналу жылдамдығы, яғни олардың диссимиляция өлшемі бола алады. Энергия трансформациясының қарқындылығы жайындағы толық ұғымды оның энтропизациясы мен аккумуляцияның биомасса бірлігіне қатысты суммасы береді.

Әдетте энергияның трансформациясының қарқындылығы особьтың мөлшерінің (массасының) өзгеруімен төмендейді. Бұл онтогенезде де және сол сияқты бір-бірінен дене массасы арқылы ажыратылатын түрлерде де байқалады. Биомассасын бір тәулікте екі есе өсіретін бактериялар, бұл уақытта денесіндегі энергиядан 2-3 есе көп энергияны трансформациялайды. Коловраткалар мен майда шаянтәрізділердің тәуліктік энергия трансформациясы денедегі жинақталған энергияның 50-100%-нан жоғары болмайды, ал біршама ірі шаяндарда ол 15-20% құрайды, құрттар мен моллюскаларда –1-5%, балықтарда, әдетте пайыздың ондық және жүздік бөліктерін ғана құрайды.

Балық өсіруде және су омыртқасыздарын өсірген кезде қоректің өсуге пайдалану тиімділігі *қоректік коэффициентпен* сипатталады. Бұл дегеніміз жануарлар пайдалаған қорек массасының оның қоректің және тұтынушының денесінің химиялық құрамына тәуелсіз өсуінің көрсеткіштерінің қатынасы. Қоректік коэффициент жоғары болған сайын, қоректің өсуге пайдалануы төмен болады. В.С. Ивлев (1938) қоректің өсуге қатысты пайдалану тиімділігін екі трофикалық коэффициенттермен бағалауды ұсынды. Олардың біріншісі (K_1) $K_1=Q_1:Q$ теңдеуімен анықталады, мұндағы, Q_1 – организмде жаңадан пайда болған энергия, Q – тұтынған қорек энергиясы. K_2 келесі қатынаспен өрнектеледі, $K_2=Q_1:(Q-Q_2)$, мұнда Q_2 – өңделмеген қорек энергиясы (Q , Q_1 , және Q_2 энергия бірліктерімен, K – пайызбен өрнектеледі).

Трофикалық коэффициент көрсеткіштері әр түрге жеке байланысты болады ол популяцияның жағдайы мен сыртқы орта жағдайына тәуелді болады. Мысалы, кейбір микрофлагелляттар үшін ол 30 және 60%-ға тең, *Amoeba proteus* үшін 10-11⁰С-та K_1 4-29% құрайды, ал 15-20⁰С-та 16–47% аралығында жатты; дәл осындай жағдайда K_2 49 және 65-82%-ға жеткен.

Жасы өсе келе дене өлшемі дифинитивке жақындаған сайын K_2 нөлге дейін баяу түсе береді. Аш жануарларда ассимиляцияланған қоректі өсуге пайдалану, тоқ жануарларға карағанда жоғары болады. Мысалы, шортан шабақтарының ашығу уақыты 0-ден 10 күнге және 20 күнге дейін ұзарғанда K_2 мөлшері 43-тен 47-50% дейін өскен. K_2 коэффициенті қоректену жағдайының жақсаруымен жоғарылайды, себебі қорек табуға кететін энергия азаяды. Тыныс алу жағдайының температураның көтерілуіне байланысты

нашарлауынан K_2 көрсеткіші күрт төмендейді, себебі тыныс алуға кететін шығын өсуге қарағанда жоғарылайды.

Қоректі пайдаланудың сипаттамаларының бірі—оның сіңірілуі (қортылуы), яғни ассимиляцияланған энергия мен тұтынған энергияның қатынасы. Өсімдікқоректілерде ет қоректілермен салыстырғанда бұл көрсеткіш айтарлықтай төмен. Пайдаланылған қоректің ассимиляциясының дәрежесі оның сапасына, тұтынушылардың физиологиялық ерекшеліктері мен қоректену жағдайына байланысты өзгеріп отырады.

Энергияның энтропизациясы. Гидробионттардың тіршілігі басқа да организмдердегідей энергияның жұмсалыуымен (деградация) ұласып жүреді, бұл тыныс алу кезінде оттекті тұтынудың қарқындылығы мен жылдамдығы түрінде сипатталады.

Биологиялық ашу процесі барысында тұтынған оттегі бірлігіне дәл сол өлшемде энергия бөлінеді. Осыған сай, организмдердің оттекті тұтыну көрсеткіштерін білу арқылы олардың энергетикалық шығындарын дәл анықтай аламыз. Заттың ашуы барысында бөлінетін энергия көлемінің (джоуль) тұтынған оттектің массасына (мг) қатынасы *оксиэнергетикалық* (оксикалориялық) *коэффициент* деп аталады. Оның су организмдері үшін орташа көрсеткіші 14 Дж/мг O_2 -ке тең. Оксиэнергетикалық коэффициенттің көрсеткіші аэробты тыныс алуға тәуелді емес.

Газалмасуды зерттеу гидробионттардың энергетикалық шығындарын білуге ғана емес, сол сияқты энергияның қандай элементтердің есесінен алатынын біле аламыз, яғни қоректің химиялық құрамы жайында айтуға болады. Сол сияқты организм тұтынатын O_2 мен бөліп шығаратын CO_2 көлемі арқылы қоректің химиялық құрамын білуге болады. Егер энергия көмірсулармен қоректенуден табылып отыратын болса, бөлініп шығарылып отырған CO_2 көлемі жұтылып отырған O_2 көлеміне тең болады. Белоктық қоректену барысында бөлініп шығатын CO_2 -нің тұтынылып отырған O_2 –ге қатынасы 0,77-0,82, ал май тұтынған жағдайда 0,7 болады. Тыныс алу процесі кезінде бөлініп шыққан CO_2 көлемінің тұтынған O_2 көлеміне қатынасы *тыныс алу коэффициенті* деп аталады. Кейде ол 1-ден жоғары болады, бұл организмдердің оттектің жетіспеушілігін сезінетін энергияның анаэробты жағдайда табылуымен сипатталады. Толық анаэробияда тыныс алу коэффициенті шексіздікпен өрнектеледі. Тыныс алу коэффициентінің шамасына температура және кейбір факторлар әсер етеді. Особьтардың метаболизмнің маңызды сипаттарының бірі тұтынылған оттектің бөлініп шыққан азотқа қатынасы болып табылады. Ол аз болғанда (< 24), метаболизм белок есебінен жүреді, ал көп болса—энергосығындардың негізгі көзі болып липидтер қызмет етеді.

Особьтардың энергобалансы. Организмдердің активті және ұзақ тіршілік етуі, алып отырған энергияның жұмсалған энергиядан жоғары болса ғана мүмкін болады, яғни энергобаланс оң. Кейде шығындалушы энергия келіп отырған энергиядан жоғары болады, осындай жағдайда кері өсу байқалады (дененің энергосыйымдылығының төмендеуі). Қоректену жағдайы тұрақты болған сайын, организмнің аштыққа төзімділігі төмендейді. Сол себептен орта ендікте мекендейтін организмдер ұзақ мерзімді энергошығындарға төзімді болып келеді. Төменгі ендіктерде мекендейтін гидробионттардың энергобалансы тұрақты, себебі мұндағы маусымдық қоректік өзгерістер аз байқалады.

Энергобаланстың особьтарға пайдалы жағы, энергиялардың пероралды жолмен және де басқа да жолмен, яғни осмотикалық жолмен түсуі болып табылады. Бұл энергия особьтың өзінде аккумуляцияланады (қосылу), ішкі (асқорыту, ыдырау өнімдерін шығару, осморегуляция, жүйке импульстері және т.б.) және сыртқы (қозғалу, судың ағынында жүзу, ін қазу, үйлерін салу және т.б.) жұмыстарға жұмсалады. Ассимиляцияланған энергияның бір бөлігі жыныс өнімдері түрінде, метаболиттер және физиологиялық немесе репаративті регенерация (сауыттар, қабыршақтар, эквизиялар және т.б.) кезінде қайта қалпына келетін құрылымдар түрінде және де әртүрлі қапшықтар мен үйшіктерді түзуге жұмсалады. Паразиттер жұмсайтын энергия да маңызды. Тұтылған қоректің бір бөлігі сіңірілмейді, нәжістермен бірге сыртқа шығады.

Энергобалансты бағалау үшін келесі формуланы пайдаланады: $P=П+T+N$, мұнда, P -рацион энергиясы, $П$ -өсім энергиясы, T - тыныс алуға және N -игеруге кеткен шығын. Шығындалған энергия көлемі тұтытынылған оттек мөлшерімен бағаланады, яғни организмнің толық ішкі және сыртқы жұмысы ескеріледі.

Энергобаланста жинақталатын жекелеген өлшемдер әртүрлі гидробионттарда олардың түрлік қатынасына, физикалық жағдай мен сыртқы орта жағдайына байланысты ауытқып отырады.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробионттардың өсуі мен дамуының түрлерін сипаттаңыз
2. Гидробионттардың өсуге бейімдеушілік ерекшеліктерін түсіндіріңіз
3. Гидробионттардың өсуіне әсер ететін факторларды сипаттаңыз
4. Гидробионттардың дамуы және оның формаларын сипаттаңыз
5. Гидробионттардың өсуі мен дамуының энергетикасы және оның мәнін түсіндіріңіз

6. Гидробионттардың энергиялық энтропизациясы және оның түрлерін сипаттаңыз

7. Гидробионт особьтарының энергобалансы және оны бағалауды түсіндіріңіз

3-бөлім. Гидробионттардың популяциялары және гидробиоценоздар

8-тарау. Гидробионттар популяцияларының құрылымдық және қызметтік ерекшеліктері

Популяция - белгілі бір территорияны алып жататын және орта жағдайларының өзгеруіне ұзақ уақыт өзінің тұрақтылығын ұстап тұра алатын бір түрдің өкілдерінің жиынтығы. Егер түрдің таралу аймағының шегінде тіршілік жағдайлары біртекті болса, онда оның жекелеген учаскелерінде мекендейтін, бір-бірінен экологиялық және морфофизиологиялық факторлары жағына ерекшелінетін даралар популяция түзбейді. Тіршілік жағдайлары дискретті түрде орналасқан және осы дискреттік шегінде салыстырмалы түрде тұрақты болғанда түр бір-бірінен бірқатар ерекшеліктері бар популяцияларға бөлінеді. Биотикалық жағдайлар жайлап ауысса *клиналды* (сына сияқты) деп аталатын өзгергіштік пайда болады. Бұл кезде көрші популяциялардың арасындағы айырмашылықтар шамалы, бірақ оның шетінде орналасқандарда жақсы байқалады.

Егерде түрлер бір-бірінен жақсы ажыратылатын бірнеше популяциялардан тұрса, онда бұлар *полиморфты* немесе *политипті* түрлер деп аталады, ал жекеленген топтарға бөлінбейтін түрлерді *мономорфты* немесе *монотипті* түрлер деп атайды. Монотипия және политипия - түрдің әртүрлі жағдайларда тіршілік етуге бейімделуі болып табылады. Биологиялық полиморфизм көп байқалса және популяция құрамына кіретін даралар алуантүрлі болса, олар мекендеу ортасының циклді және кенеттен болатын өзгерістерге жеңіл бейімделеді.

Егер түрдің өкілдері тұрақты түрде үлкен кеңістікте орын ауыстырса немесе араласса, мұндай түр үлкен популяцияның аздаған санымен сипатталады. Кейбір жағдайларда планктонды және нейстонды организмдердің көптеген түрлерінің жеке популяцияларының болатындығын анықтау өте қиын немесе мүмкін емес. Ағыстармен алыс қашықтықтарға тасымалдану, әсіресе теңіздерде және өзендерде, көптеген планктонды және нейстонды организмдердің тұрақты географиялық орындарда тіршілік етуге

мүмкіндік бермейді, түрдің ареалының шегінде даралардың қарқынды орын алмастыруына алып келеді және жеке дара популяциялардың пайда болуына кедергі жасайды. Көптеген планктонды организмдердің түр таралу шегіндегі жергілікті популяциясының болмауына байланысты географиялық өзгергіштігі де жоқ. Кейде гидробионттардың арасында бір түр дараларының үйлесімділігі болады, өзін-өзі ұдайы өндірмейді және ұзақ уақыт бойы нақты бір биотопта сырттан келген жаңа даралардың арқасында тіршілік етеді.

Организмдердің бір түрінің популяцияға бірігуі сапалы жаңа қасиеттер береді. Жеке организмнің тіршілік ұзақтығымен салыстырғанда популяция өте ұзақ тіршілік ете алуы мүмкін. Ол жекелеген организмдерге тән емес белгілі құрылымға – организмдер арасындағы өзара әрекетіне, туылымына, саны мен биомассасының өсуіне, өлім-жітімге ұшырауға, генофондқа және кейбір басқа сипаттамаларға ие болады. Белгілі популяцияның барлық мүшелерінде болатын гендердің жалпы суммасы оның генофондын құрайды. Белгілі популяцияның генофондында қандай геннің қанша рет кездесетінін есептеп, осы геннің популяциядағы жиілігін анықтауға болады. Келесі ұрпақта осындай есептеуді қайталап, геннің жиілігінің өзгергенін немесе өзгермегенін анықтауға болады. Генофондта кейбір гендердің жиілігінің көптеген ұрпақтар бойы өзгеруі болашақта популяцияларда күрт өзгерулерге алып келуі мүмкін.

Популяциялар көлемі әртүрлі аудандарды алып жатуы және бір популяцияның мекендеу ортасының шегінде мекендеу жағдайлары да әртүрлі болуы да мүмкін. Осы белгісіне қарай популяцияның үш типін: *жергілікті (элементарлы), экологиялық, географиялық* түрлерін ажыратады. *Элементарлы (жергілікті) популяция*-біртекті ауданның кішкентай учаскесін мекендейтін бір түрдің дараларының (особьтарының) жиынтығы. Бұлардың арасында тұрақты түрде генетикалық ақпарат алмасу жүреді. *Экологиялық популяция*-белгілі бір биоценозға тән элементарлы популяциялардың, түршілік топтардың жиынтығы. Бұлардың арасында генетикалық ақпарат біршама жиі жүзеге асады. *Географиялық популяция*-географиялық ұқсас аудандарда мекендейтін экологиялық популяциялардың жиынтығы. Географиялық популяциялар өз бетінше тіршілік етеді, олардың ареалы (таралу аймағы) салыстырмалы түрде оқшауланған, ген алмасу өте сирек жүреді.

Популяциялар арасындағы байланыстарды біртұтас болып саналатын түр жүзеге асырады. Популяциялардың тым ұзаққа созылған және толық оқшаулануы жаңа түрлер мен түршелердің пайда болуына алып келеді. Бұған мысал Каспий және Арал теңіздеріндегі жаңа түрлер мен түршелердің пайда болуы жатады. Жекелеген популяциялар арасындағы айырмашылықтар тек

олардың топтарының сипатына ғана тән емес, сонымен қатар жеке особьтардың физиологиясы, морфологиясы және мінез-құлқының сапалы ерекшеліктеріне де әсері болады. Бұл айырмашылықтар, негізінен, әрбір популяцияның тіршілік етуінің нақтылы жағдайларына бейімделетін табиғи сұрыпталу әсерінен пайда болады.

Популяция құрылымы. Популяция алғашқы организмді биологиялық жүйе ретінде белгілі бір құрылымға және қасиеттерге ие болады. Популяция құрылымын особьтардың саны және кеңістікте олардың орналасуы, жасы мен жынысы бойынша топтың қатынасы, олардың морфологиялық, мінез-құлықтық және басқа ерекшеліктері сияқты көрсеткіштер анықтайды. Осы сапалардың параметрлік ерекшеліктері тіршілік жағдайларының мезгілдік және кезеңдік алмасуларына сәйкес бейімделіп (түрлік мүмкіндіктер шегінде) өзгереді, ең ақырында биосферадағы оның қызметінің жоғарылату мақсатында жүйенің өздігінен дамуын қамтамасыз етеді. Популяциялардың кез-келген бөлімдері әруақытта белгілі бір экологиялық маңызға ие.

Популяция оны құрайтын организмдердің құрамы бойынша және олардың кеңістікте таралуы бойынша біртекті емес. Популяцияны құрайтын даралар жасы, жынысы, жыныстық жетілуі және басқа да биологиялық көрсеткіштері бойынша ерекшеленеді. Әртүрлі жағдайда тұрған топтардың қатынасы белсенді түрде ұсталып тұрады және сәйкес гомеостаз механизмдермен реттелініп отырады. Осыған орай олардың сапалық құрамына қатысты популяцияның жастық, жыныстық, генеративтік немесе басқа құрылымы туралы айтуға болады. Бұлардан басқа популяцияның құрылымы олардың көлемімен, тығыздығымен және кеңістікте орналасу (хорологиялық құрылымы) параметрлерімен сипатталады.

Көлемі және тығыздығы-популяцияның негізгі параметрлері. Популяцияның көлемі оны құрайтын даралардың санымен және массасының суммасымен (биомассасымен) анықталады. Майда организмдердің санын анықтау мүмкін емес. Кейбір жағдайларда популяциядағы даралардың саны майда организмдерді (бактериялар, балдырлар, қарапайымдылар) артық бағалауға, ал биомассасы бойынша ірі организмдерді (ірі моллюскалар, балықтар, сүтқоректілер) асыра бағалауға алып келеді. Популяцияның саны мен биомассасының арасындағы қатынас – оның бірден-бір ерекше белгісі болып табылады. Бұл шама өзгергіштіктің кең диапазонымен сипатталады.

Бір түрдің популяцияларының көлемі жеке суқоймаларында не олардың учаскелерінде әртүрлі болып келеді. Әдетте акваториясы үлкен суқоймаларында мекендейтін гидробионттардың популяциялары өте көп, өйткені тіршілік ресурстары үлкен. Популяция үлкейген сайын олардың

көптеген сапалары да, тіршілік ету тұрақтылығы және өзінің таралу аймағын кеңейтуге қабілеттілігі де өзгереді. Популяцияда даралардың саны көп болған сайын, оның генофонды бай болады және әрбір фактордың диапазоны кең болады, оның шегінде әртүрлі даралар тіршілік ете алуы да мүмкін. Сондықтан майда популяциялар шыдай алмайтын ортаның бірден өзгеріске түсуіне үлкен популяциялар шыдамды келеді. Өзінің экологиялық валенттілігінің шегінде қалған популяция дараларының бір бөлігі қырылып қалады, ал басқа толеранттық (шыдамдылық) көрсеткіштері бар қалғандары тірі қалады және популяция сақталынады. Тіршілік ету жағдайлары тұрақты болатын төменгі ендіктерде қоңыржай және полярлы аймақтарға қарағанда популяциялар саны аздау болады. Тропикалық теңіздерде тіршілік ететін гидробионттардың популяциялары жоғары ендіктің түрлеріне қарағанда өздерінің сандарының аздығының арқасында континенталды суқоймаларына оңай енуі мүмкін.

Популяцияның жағдайын сипаттайтын көрсеткіштердің бірі-оның *тығыздығы*. Ол дегеніміз аудан немесе көлем бірлігіндегі олардың дараларының саны немесе биомассасы. Организмдердің саны даралардың санымен және биомассасымен немесе энергетикалық бірлікпен (мысалы, Джоулмен) анықталады. Популяцияның тығыздығы туралы ең толық сипаттаманы оның барлық айтылған көрсеткіштерінің ерекшеліктері береді, яғни олардың әрбірі қарастырылатын құбылыстың (жан-жақты) тек қана бір бөлігін ғана сипаттайды. Даралардың саны олардың бір-бірінен орташа алшақтылығын, биомассасы–тірі заттың концентрациясын, энергосыйымдылық – термодинамикалық ерекшеліктерін сипаттайды.

Популяцияның тығыздығы көбею шамасы мен орта сыйымдылығының (ортаның ресурстық мүмкінділігі) арасындағы тепе-теңдік арқылы анықталады. Орта сыйымдылығы қажетті ресурстардың қалпына келу жылдамдығына, уақыт бірлігіндегі оның өнімдерінің мөлшеріне тәуелді болады. Ескерте кететін жағдай бұл параметр тұрақты емес, өйткені қалпына келетін ресурстарды пайдалану сипатына өте тәуелді. Популяциялардың тығыздығы оның тіршілік етуінің ең маңызды көрсеткіштерінің бірі. Тыныс алу, қоректену, көбею және популяциялардың жеке дараларының басқа да көптеген қызметтері тығыздыққа тәуелді. Популяцияның тығыздығы жоғары болса, олардың тіршілік ету жағдайлары нашарлайды, өйткені даралардың қорекпен қамтамасыз етілуі төмендейді. Популяцияның тығыздығы жеткіліксіз болса да, популяцияға кері әсерін тигізеді, аталығы мен аналығының бірін-бірі іздеуі, көбею кезінде суда жыныс өнімдерінің қажетті концентрациясын құруы қиындайды, популяцияның қорғаныштық қасиетін қалыптастыруда қиындықтар туындайды. Әрбір түр үшін популяцияның

оптималды (оңтайлы) тығыздығы болады, ол тіршілік ортасының жағдайларына тәуелді ауытқып отырады, яғни бейімдеушілік белгі болып табылады.

Қажетті деңгейде популяцияның тығыздығын ұстап тұратын бірнеше механизмдер болады. Олардың ең бастысы—тіршілік ресурстарының (әсіресе қоректің) санымен байланысты популяция дараларының сандарын өздерінің реттеп отыруы. Қорек жеткіліксіз болған кезде даралардың өсу қарқыны баяулайды, өлім-жітім артады, жыныстық жетілуі кешеуілдейді, популяцияның толысуы (жаңа даралармен) төмендейді және оның тығыздығы азаяды. Тіршілік ету жағдайлары жақсарған кезде қарама-қарсы өзгерістер байқалады. Популяцияның тығыздығы белгілі бір шекке дейін артады, оның жоғарылауы қайтадан даралардың концентрациясының азаюына алып келеді.

Көптеген жануарларда популяцияның тығыздығының артуымен тұқымдылық төмендейді, өте тығыз популяцияларда аналықтарының санының төмендейтіні байқалады. Бұл тағы да көбею қарқынының түсіп кетуіне және популяциялардың тығыздығының төмендеуіне алып келеді. Популяцияның тығыздығының артуы дараларды белсенді және пассивті түрде орын алмастыруға мәжбүрлейді.

Популяцияның тығыздығын реттейтін механизмдердің бірі – метаболиттердің бөлінуі. Ол даралардың өсуі мен дамуына әсер етеді. Метоболиттер жай ғана даралардың өсуін және дамуын тежеп немесе ынталандырып қана қоймай гидробионттар популяциясының құрылымында реттеп отырады. Мысалы, майда дараларының метаболиттері балықтардың және амфибиялардың өте ірі дараларының өсуін жылдамдатады. Бұл популяцияның әркелкілігін арттырады.

Гидробионттардың, әсіресе бактериялардың, балдырлардың және омыртқасыздардың популяцияларының тығыздығы басқа организмдердің оларды қорек ретінде тұтынуына тәуелді болады. Аталған гидробионттардың популяцияларының тығыздықтары артқан сайын олардан пайда болған жайылымдардың қоректік құндылығы арта түседі және сәйкесінше тұтынушылардың да саны көбейеді, соңғылары қоректік организмдердің концентрацияларын төмендетеді. Паразиттік фактор да популяция тығыздығының реттелуіне әсер етеді. Даралардың саны жоғары болған сайын олардың бір-бірімен байланысы да артады, осылайша паразиттердің таралуы соншалықты жылдам жүзеге асады. Кәсіптік гидробионттардың популяцияларының тығыздығы көпшілік жағдайда олардың қарқынды аулануымен анықталынады.

Хорологиялық құрылымы. Популяция алып жатқан кеңістікте даралардың орналасуы *ретсіз, біркелкі және шашыраңқы* болуы мүмкін. Ретсіз немесе кездейсоқ орналасуда дараның кездесу мүмкіншілігі әрбір нүктеде бірдей. Орналасудың осындай түрі салыстырмалы түрде сирек кездеседі. Егер орта біртекті болса және даралар бір-бірінен белгілі бір қашықтықта орналасса, онда біркелкі орналасу байқалады.

Организмдерді шашыраңқы орналасуға әкелетін себептер алуантүрлі. Көптеген гидробионттар үшін шашыраңқы орналасу тән. Бір жағдайда даралар кездейсоқ, екіншіде – бір-бірінен ұқсас қашықтықта және үшінші жағдайда, топтасып, ал егер тіршілік ету ортасы өте қолайлы болған жағдайда организмдер шашырап орналасады. Гидробионттардың осылай түрліше орналасуына ең алдымен абиотикалық факторлар: жарық, температура, грунт типі және басқалары әсер етеді. Популяцияларда даралардың кеңістікте орналасуына әсер ететін биотикалық факторларға даралардың көбеюіне және олардың таралуына жағдайлы мекендеу ортасын белсенді түрде таңдау, әртүрлі түрлердің өзара әсеріне (бәсекелестік, жыртқыштарға жем болу және басқалары) байланысты мінез-құлықтары жатады.

Организмдердің шашырап орналасуын негізінен даралар арасындағы өзара қатынастар анықтайды. Бытырап орналасқан особьтар кейбір учаскелерде өзінің белсенділігін көрсетеді. Егер бұл учаскені бір дара немесе аздаған особьтар басқа даралардың енуінен қорғаса, мұны территория, ал оған ие болуды- территориялық деп атайды. Территорияның құндылығы ең алдымен баспаналардың, қоректің немесе жұмыртқа салатын орындардың болуымен анықталады. Мекендеу орны үшін территориялық біршама бентосты шаяндарда, моллюскаларда, тікентерілілерде байқалады. Мысалы, литоралда тіршілік ететін моллюскалардың –теңіз табақшаларының өкілі *Lottia gigantean* негізінен балдырлармен қоректенеді. Ол балдырларды тастардың үстінен жинап, өзіне жайылым болып табылатын 300-900см² акваторияны қорғайды. Моллюска келімсектерді қуып оларды субстраттан жұлып алуға тырысады немесе итеріп, кетуге мәжбүрлейді. Моллюскалардың көлемі өскен сайын және балдырлардың қалыңдығы азайған сайын қорғалатын территорияның ауданы артады.

Бір популяция шегінде даралардың әртүрлі топтануы және топтары пайда болады. Топтарда болу жекелеген даралар үшін әртүрлі деңгейде тыйымсыз (бәсекелестіктің артуы және басқалар), бірақ организмдердің топтануы тұтастай алғанда популяцияның өміршеңдігін арттырады. Үйірдегі жануарлар тобы, мысалы, пелагикалық организмдердің үйір құруы жыртқыштардан ойдағыдай қорғануына көмектеседі. Топқа бірігу кейде

уақытша болады және даралардың үйірленуі (топтануы) сыртқы факторлардың өзгеруіне, мысалы, тәуліктік тік бағытта немесе маусымдық миграцияға сәйкес өзгереді. Осы сияқты популяция шегінде ұрпақтан ұрпаққа дейін көбеюші дараларды популяцияіштік топтарға кеңістік бойынша қайта орналастыруды (жартылай өткінші балықтардың миграциясы және басқалары) ұйымдастыруға болады. Деседе популяцияіштік кеңістік топтардың негізгі белгісі-салыстырмалы ұзаққа бармау, олар популяция тіршілігі процесінде бірнеше рет пайда болады және ыдырайды.

Тұрақты, өсуші және қысқарушы популяциялар. Популяция жаңару және дараларды алмастыру, яғни туу (қалпына келу) және кему (өлу) процестері арқылы орта жағдайларының өзгеруіне бейімделеді. Тұрақты популяцияда туу және өлу қарқыны жақын, теңестірілген. Олар тұрақсыз болуы мүмкін, бірақ популяция тығыздығы орташа шамадан шамалы ерекшелінеді. Бұл кезде түрдің ареалы үлкеймейді де, кішіреймейді де. Өсуші популяция үшін тууылым өлім-жітімнен басым болады және көбею, әсіресе майда жануарларда, жаппай жүзеге асады. Егер өлім-жітім тууылымнан артық болса онда мұндай популяция қысқарушы деп есептелінеді. Табиғи ортада ол белгілі бір шекке дейін төмендейді, сонан соң тууылым (тұқымдылық) қайтадан көтеріледі және қысқарушы популяция өсуші популяцияға айналады.

Жастық құрылымы тіршілік ұзақтығына, жыныстық жетілуіне, ұрпақтарының санына, маусымдағы ұрпақ әкелу санына және басқаларына тәуелді популяциядағы әртүрлі жастағы даралардың қатынасы бойынша сипатталады. Популяцияның жастық құрылымына, өсу қарқындылығына, пісіп-жетілуіне, өлім-жітім деңгейіне, ұрпақтарының ауысу жылдамдығына өзін-өзі реттейтін жүйе ретінде бейімделе отырып қалыптасады. Қалыпты тұрақты популяцияда жас особьтар саны ересектеріне қарағанда әруақытта басым болады.

Егер жаңа генерациялар пайда болуы мезгілдік сипатта болса, онда популяцияның жастық құрылымы цикл бойынша өзгеріп отырады. Жылына бір мәрте немесе одан да аз көбейетін формаларда жастық құрылым жекелеген ұрпақтардың өнімділігіне күшті тәуелді болады.

Гидробионттардың популяциялары үшін жастық құрылымның маусымдық өзгеруі тән. Мысалы, суқоймаларында көктемде өте көп жас жануарлар пайда болса, ал күз бен қыста ересек жастағы топтар басым болады. Популяцияның тіршілік ету жағдайлары жақсарғанда популяцияда жас даралар көп болады, ал нашарласа керісінше болады. Жастық құрылымының бұлайша өзгеруін тек көбею қарқыны ғана емес, сонымен

қатар қолайлы жағдайларда жастарының өміршеңдігінің артуы де анықтайды.

Популяцияның жастық құрылымы көпшілік жағдайда әртүрлі жастағы даралардың желіну дәрежесі бойынша анықталады. Кәсіптік гидробионттардың популяцияларының жастық құрылымы аулау сипатымен анықталады және артық ауланған жағдайда ірі особьтардың саны салыстырмалы түрде аз болады.

Жыныстық және генеративтік құрылым. Популяцияның жыныстық құрылымы, яғни әртүрлі жыныстардың қатынасы популяцияның өніп-өсуі мен оның тұрақтылығына тікелей қатысты. Популяциядағы жыныстардың қатынасын *біріншілік, екіншілік және үшіншілік* деп бөлу қабылданған. Жыныстардың біріншілік қатынасы генетикалық механизмдермен-жыныс хромосомдарының бірдей ажырауымен анықталады. Жыныстардың екіншілік қатынасы-ол жыныстардың туылған кездегі (жаңа туылғандар арасында) қатынасы. Ол біріншіліктен бірқатар себептермен ерекшелінеді. Олар: жұмыртқа клеткаларының Х немесе Y хромосомды сперматозоидтарды таңдауы, мұндай сперматозоидтардың ұрықтандыруға қабілеттілігінің бірдей болмауы, әртүрлі сыртқы факторлар. Жыныстардың үшіншілік қатынасы-бұл ересек жануарлардың арасындағы қатынас.

Аналықтарының саны артса, популяциялардың ұдайы өсу қарқыны артады, бірақ ұрпақтарының өміршеңдігі төмендейді. Сондықтанда қолайлы жағдайларда кейбір жануарлардың аталықтары толығымен жойылғанға дейін аналықтары бірден басым болады. Егер тіршілік ету жағдайлары нашарласа популяцияда аталықтардың саны салыстырмалы артады, бұл өз кезегінде өндірушілердің қатаң сұрыпталуына алып келеді және ұрпақтардың өміршеңдігінің жоғарылауына сәйкес келеді. Аналықтары мен аталықтарының теңдей болуы популяцияның толысу қарқынының жеткіліктілігін қамтамасыз ете отырып, біршама деңгейде генофондының баюына немесе тұқымқуалаушылық материалдарының қайта бірігу талаптарына жауап береді, ортаның өзгермелі жағдайларына популяцияның шыдамдылығын бірден жоғарылатады.

Жыныстардың қатынасы ең алдымен түрдің тұқымқуалаушылық қасиетіне тәуелді, бірақ біраз сыртқы орта жағдайларымен де реттелінеді. Мысалы, жапырақаяқты шаянтәрізділердің өкілі артемияның – *Artemia* диплоидты, триплоидты, тетраплоидты, пентаплоидты және октоплоидты полиплоидты нәсілдері болады. Бұлар екі, үш, төрт, бес және сегіз хромосом жиынтығы бар шаяндардан тұрады. Диплоидты және тетраплоидты нәсілдердің арасында қосжыныстылық көбеюге қабілеттілер бар және партеногенетикалық жолмен көбейетін аналықтарда кездеседі. Қалған

нәсілдерде тек партеногенетикалық көбейетін аналықтардан тұрады. Артемия нәсілдері мөлшері бойынша да, пішіні бойынша да ерекшелінбейді. Вегетациялық кезеңде партеногенетикалық аналықтардан тұратын популяцияларда күзде, температура төмендей бастағанда аталықтар пайда болады. Бұл кезде аналық ұрықтанған қысқы жұмыртқаларды салады, олар дамуға тек келесі жылда ғана қабілетті болады.

Популяцияның жыныс құрамының өзгеруі оның экожүйедегі рөліне әсерін тигізеді, өйткені көптеген түрлердің аналықтары мен аталықтары дамудың түрлі сатыларында қоректену сипаты, тіршілік ритмі, мінез-құлқы және басқалары бойынша бір-бірінен ерекшелінеді. Мысалы, хирономид дернәсілдері детритофаг болса, ал имаго сатысында олар қоректенбейді. Масалар дернәсілдері судың бетінде органикалық қалдықтармен немесе майда су организмдерімен қоректенеді. Имаго кезінде тек аналықтары кансорғыштар болса, аталықтары өсімдік сөлімен немесе нектармен қоректенеді.

Популяцияның генеративтік құрылымы *префертилді*, *фертилді* және *постфертилді* кезеңдерде болатын особьтардың қатынасымен анықталады, яғни әлі көбейе алмайтын, көбейетін және көбею қабілетінен айырылған особьтардың саны. Әрбір кезеңнің ұзақтығы әртүрлі түрлердің өкілдерінде өте күшті ауытқиды. Мысалы, префертилді кезең көптеген біркүндіктерде, қосқанаттыларда, қиыршығыс албырттарында және кейбір жануарларда бірнеше жылға созылады. Фертилді кезең – бірнеше күнге немесе аптаға, ал постфертилді мүлдем болмайды, өйткені аталған топтағы организмдер көбейгеннен кейін өледі. Көптеген моллюскаларда, құрттарда, балықтарда және су сүтқоректілерінде фертилді кезең префертилді кезеңге қарағанда ұзақ болады.

Популяцияның генеративтік және жыныстық құрылымы бейімдеушілік мәнге ие, ол ортаның өзгермелі жағдайларында көбеюдің қажетті тиімділігін қамтамасыз етеді. Тіршілік жағдайларының өзгеруіне сәйкес генеративтік және жыныстық құрылымдар қайта құрылады, популяцияның өніп-өсуі үшін қажетті өте қолайлы көрсеткіштерге ие болады. Популяциядағы особьтардың морфологиялық және физиологиялық әртүрлі сапалылығы тіршілік етуге қажетті ресурстарды өте тиімді пайдалануға бейімделушіліктерінің бірі болып табылады. Түрдің территориялық, морфологиялық, физиологиялық, экологиялық және басқа да топтарының болуы оның ортамен байланысын молайтады, оның тіршілікке қажетті ресурстарын пайдалану мүмкіншіліктерін арттырады. Олардың әртүрлі сапалылығы түрлі жастағы топтардың, әртүрлі жынысты особьтардың, жыныстық және жыныссыз ұрпақтардың маусымдық және кейбір басқа да жағдайларының болуына

байланысты. Дегенмен әрбір жағдайдың шегінде (жасы, жынысы және т.б.) особьтар кез-келген уақытта бір-бірінен ерекшеленеді, олардың жеке белгілері бойынша ауытқу дәрежелері бейімдеушілік сипатқа ие, ол популяциялардың ортаға “икемделуінің” бір түрі болып табылады. Мысалы, қиыршық тастарға уылдырықтарын шашатын бекіре балықтарының бір аналығының уылдырықтары жабысқақтылығы бойынша әртүрлі сапада болады, бұл олардың ағыспен әртүрлі қашықтықтарға ағызылуын қамтамасыз етеді және де зиянды шоғырлардың пайда болуының алдын алады, желбезек жарғақтарының жиілігі мен ұзындығының арқасында ақсақалардың популяциялары пайдаланатын қоректік ассортименті және де оның қоректік базасы артады.

Популяциядағы особьтардың әртүрлі сапалылығы тұрақты емес, белгілі бір заңды өзгерістерге тәуелді болады. Жалпыға ортақ заңдылық - өзгермелі табиғи факторлармен байланысты қасиеттерінің және маңызды белгілерінің сандық дәрежесі бойынша өте көп санды болып табылатын особьтар топтарының биологиялық көрсеткіштерінің өзгермелілігі. Мысалы, балықтар популяциясының қоректену жағдайларының бірден нашарлауы өсу қарқынының баяулауына, особьтардың тұқымдылығы мен қондылығының төмендеуіне алып келеді.

Популяцияішілік қарым-қатынастар. Популяцияішілік қарым-қатынастың ерекше сипаттамасы - тұрақты жүйенің жоғарылауына, қоршаған ортаның оңтайлы әсерін тіршілік ресурстарында пайдалану болып табылады. Популяциясы дараларының арасындағы өзара әсер формалары алуантүрлі. Бұл *тікелей күрес, бәсекелестік, иерархия* және бірқатар басқа қатынастар. Популяцияларға әртүрлі биологиялық басымдылықты қамтамасыз ететін әртүрлі шоғырлану мен үйір түзу кең көлемде дамыған. Популяцияның ішкі қарым-қатынасы (тікелей күрес, бәсекелестік және т.б.) сыртынан қарағанда түр аралық қатынастарды елестетеді

Тікелей күрес жағдайы агонистикалық мінез-құлықта және каннибализмнің болуы арқылы бақыланады. Мінез-құлықтың агонистикалық формалары қандайда бір нысандарды иелену барысында болатын өзара қақтығыстарда жүзеге асады. Бұл кезде қарсыласы ең аз жарақат алуы керек (жеңілгенін қудаламау немесе өлтірмеу керек). Мысалы, *Pleumtus sayi* деген крабтарда мшанканың колонияларында баспана үшін талас қарсыластары одан алыс кетпейінше созыла береді. Басқыншы күшті болса, күрес ұзаққа созылмайды. Майда сегізаяқтартар көбінесе ұрыссыз-ақ баспанасын ірі түрлеріне береді, жас өзен шаяндары көбінесе өз табыстарын кәрі өзен шаяндары жақындағанын сезгенде тастап кетеді.

Жай қозғалатын және қозғалмайтын жануарларда агонистикалық мінез – құлықты өз түрлерінің көрші особьтарын өлтірунен көруге болады. Мысалы, көптеген актиниялар өздеріне жақын отырған особьтарды өздерінің қалың орналасқан ерекше нематоцисталарымен-қармалауыштарымен өлтіреді. Нематоцистер басқа актиниялар тиіспейінше тітіркенбейді, ірі особьтар бірінші болып тиіседі және әрқашан жеңіп шығады. Агонистикалық мінез-құлыққа жеке территориясын қорғауды да жатқызуға болады. Көпшілік жағдайда территориялық қорғаныс өз түрінің дараларының жергілікті тығыздығының жоғары болуына жол бермеу құралы болып табылады. Осылайша өзіне және ұрпақтары үшін қорек қорын сақтайды.

Тікелей күреспен бірге өзара көмек жиі байқалады. Мысалы, тіссіз киттер мен дельфиндердің қауып төнген особьтары ерекше белгі береді, жақын маңдағы ірі жануарлар олардың суға батпауына көмектеседі. Такуа шаяндар егер өздеріне шақ қабыршақ тапса, өзара тиімді айырбас жиі кездеседі. Өзара көмек, әсіресе үйір құрған немесе шоғырланған особьтарда кең көлемде дамыған, сонымен қатар өзара әрекет ата-аналары мен ұрпақтарының арасында да кездеседі. Өзара көмекке сонымен қатар даралар айырықша заттар бөліп шығарған жағдайда да кездеседі. Көптеген гидробионтта жыртқыштармен жараланғанда ерекше қорқыныш затын бөліп шығарады. Осылайша қашып құтылу реакциясын тудырады.

Каннибализм-қорек ресурстары жетіспегенде немесе популяция тығыздығы жоғары болғанда бір түрдің даралары өз түрін жеу арқылы тіршілігін сақтап қалатын популяция ішілік қатынастардың формасы. Каннибализм басаяқты моллюскалардың арасында кең тараған. Көптеген кальмарлар жақын жүрген жастарын жеп қояды. Қорек жетіспегенде *Asteria forbegi* теңіз жұлдыздарында каннибализм байқалған, ірі жұлдыздар өз түрінің майда өкілдерін жеп қояды. Осы сияқты кейбір көлдерде қоректер жетіспегенде алабұға мен шортан өздерінің особьтарымен қоректенеді. Бұндай каннибализм популяциясының санының төмендеуіне әкеледі.

Бәсекелестік. Бір популяцияның мүшелері бір экологиялық қуысты иемденеді, олар бірдей ресурстарды пайдаланады, осы ресурстар үшін бір-бірімен бәсекеге түседі. Ресурстар ретінде жануарлар үшін түрлі қоректік нысандар, өсімдіктер үшін минералды қоректің элементтері және субстратқа бекінетін кеңістік, көбею және басқалары қатысады.

Түршілік бәсекелестіктің қандай да бір жағдайда әлсіреуі жетіспейтін ресурстарды кеңістік және уақыт бойынша пайдалануды шектеу, әртүрлі мөлшерлі, жынысты және физиологиялық күйдегі даралардың тұтынуының жіктелуі нәтижесінде жүзеге асады. Көптеген түптік жануарлардың түрлерінің түрлі жастағы дарақтары қоректену спектрі бойынша

ерекшелінеді, олар әртүрлі орындарда жүреді. Мысалы, онаяқты шаянтәрізділердің дернәсілдерінің қорегі түрлі планктонды балдырлар мен жануарлар болса, ал ересектерінің басым көпшілігі жыртқыштар болып табылады. Теңіздік өрмелегіш түрлер полихеттермен, моллюскалармен, тікентерілілермен және басқа да шаянтәрізділермен қоректенеді. Олар өз жемтігін боршалайды немесе қысқыштарымен майдалайды, үгітеді және жейді.

Бәсекелестікті жою олардың биохимиялық өзара қарым-қатынастары арқылы даралардың санының өзіндік реттелуі жолымен жүзеге асады, оның негізіне олардың биохимиялық өзара әсері жатады. Көптеген гидробионттар арнайы метаболиттер бөліп шығара алады, олар даралардың көпшілігінің өсуін тежейді. Әртүрлі даралардың өсуі бірдей басылмайды, сондықтан олардың мөлшерлік вариабелдігі артады. Осылайша популяцияның биомассасының жалпы өсімін төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар даралардың әртүрлі сапалылығын артырады, яғни олардың арасындағы бәсекелестікті азайтады.

Үйірлер мен топтанудың пайда болуы. Популяцияның ішкі қарым-қатынасындағы бір көрініс-ол организмдерге қажетті артықшылықтармен қамтамасыз ететін жеке даралардың топтарға бірігуі. Бірігу, мысалы, бірігіп аң аулау үшін, *қысқа мерзімді* және көптеген бентосты формаларда байқалатындай *ұзақ мерзімді* бірігу деп бөлінеді. Пелагиаль жануарларының бірігуі әдетте *үйір*, ал бентосты жануарлардың бірігуін *топтану* (шоғырлану) деп аталады.

Үйір құру пелагикалық жануарларға тән. Антарктидада ескекаяқты шаянтәрізділерден (*Calanus finmarchicus*) тұратын бірнеше жүз километрге созылған және қалыңдығы бірнеше жүздеген метр болатын крилдің өте үлкен шоғырлануы табылған. Пелагикалық мизидаларда олардың қозғалысының жылдамдығы әртүрлі болғандықтан жастары және ересектері үшін жеке үйірлер қалыптасады. Ересек мизидалардың үйірі олардың көбеюі үшін қолайлы жағдайлар жасайды. Аналықтар ұрықтануға (әрбір 10 күнде) баржоғы 5 минут бойы ғана қабілетті және осыған орай олар аталықтарына жақын жүруі қажет. Аналықтарының ұрықтануына топтың тығыздығы әсер етеді. Оның азаюы үйірдегі ұрықтанған аналықтарының пайыздық мөлшерін төмендетеді.

Көптеген түптік жануарлар су қабатында күйлік үйірлену түзейді, олар серіктерінің жұптасу үшін кездесуіне көмектеседі. Мысалы, қараңғы түсісімен көптеген бентосты шаяндар су қабатына көтеріледі және күйлік үйірлену қалыптастырады. Өте күшті үйірлену түптік көпқылтанды құрттарда байқалады. *Nereidae*, *Eunicidae* тұқымдастарының кейбір

өкілдерінің эпитоқты жыныстық жағынан жетілген сатылары сутүбінен көтеріліп, еркін жүзіп, жыныстық көбеюге қатысады. Тынық мұхит суларында мекендейтін кәдімгі палола (*Eunice viridis*) мезгіл-мезгіл су түбінен көтеріледі және судың үстіңгі қабатында үйірленеді.

Үйір түзу, әсіресе нектондар үшін тән. Көптеген *Ommato strephes* кальмарларының үйіріндегі даралардың саны 1000-ға дейін жетуі мүмкін. Бұлар жемтігін аулауға шыққанда бөлінеді, сонан соң қайтадан қалпына келеді. Үйірде болу жануарларға жауларын байқауға және олардың шабуылынан қорғануға көмектеседі. Жыртқыш үйірге шабуыл жасағанда бір балықтың соңынан қумайды, алдымен біреуінің соңынан түседі және одан айырылып қалған соң, екіншісінің, үшіншісінің, әруақытта жаңа дараның соңына түседі, нәтижесінде ешнәрсе ұстай алмайды.

Түптік организмдерде негізінен топтану біраз уақытқа созылады. Бұның мысалына бентосты жануарлардың-теңіз кірпілерінің, офиуралардың, голотуриялардың күрделі ұйымдасқан топтануы жатады. *Echinarachnius*, *Mellita*, *Dendrostei* сияқты теңіз кірпілері сестонмен қоректеніп бірінің үстіне бірі жатып, бірнеше қабат түзейді, осылайша қоректену жағдайын жақсартады. Пайда болатын екінші ағыстар сестонның түсуін күшейтеді, үстіңгі қабаттардағы даралар бүкіл денесімен суды сүзеді. Төменгі қабаттардағы даралар теңіз кірпілерімен желінбейді, ал тікендері әлсіз болатын жастары ересек кірпілермен қорғалады.

Шоғырлануда жыныс өнімдерінің жоғары концентрациясы түзіледі, ол жануарлардың көбею тиімділігін арттырады. Мысалы, камчат крабтары жеке аталық және аналық топтану құрайды. Крабтардың көптеп жиналуы батыс Камчаткада байқалған. Бұл жерде крабтар жағадан алыста, 110-200 м тереңдікте қыстайды. Көктемде қыстаудан аналықтар мен аталықтар жеке-жеке үйірлермен жағалауларға қарай қозғалады. Шамамен миграция басталғаннан бір ай өткен соң аталықтар мен аналықтар үйірлері саяз суларда кездеседі және араласады. Аталықтар аналықтарының алдында орналасады және өздерінің қысқыштарымен олардың қысқыштарын ұстайды. Бұл 3 тәуліктен 7 тәулікке дейін созылады. Сонан соң аталықтары аналықтарынан ескі сауытын сыпырып, олардың түлеуіне көмектеседі, одан соң шағылысу жүреді. Шағылысқаннан соң аталықтар мен аналықтар үйірлері жеке-жеке қайтадан миграция жасайды. Шілденің екінші жартысынан қыркүйектің аяғына дейін аталықтары температурасы 2-7⁰С болатын 20-60 м тереңдікте болады. Аналықтар біршама жағалауға жақын жерлерде орналасады. Күзде крабтар жағалаудан қашықтайды, қыстайтын орындарға жетеді. Келесі көктемде барлығы қайталаанады. Крабтардың

көктемгі миграциясын *уылдырық шашу*, ал жаздық миграцияны *қоректік миграциялар* деп атайды.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Популяция ұғымын түсіндіріңіз және оның типтерін сипаттаңыз
2. Популяцияның негізгі параметрлерін сипаттаңыз
3. Популяцияның хорологиялық құрылымын түсіндіріңіз
4. Популяцияның жастық және жыныстық құрылымын түсіндіріңіз
5. Популяция ішілік қарым-қатынастардың түрлерін сипаттаңыз
6. Үйірлер мен топтардың пайда болу ерекшеліктерін сипаттаңыз

9-тарау. Гидробионттардың өніп-өсуі және популяциялар динамикасы

Популяция - параметрлері өте тұрақсыз, олар уақыттың осы кезінде тіршілік үшін оңтайлы болатын жүйе болып табылады. Жағдайдың бұл оптимумдары сол уақыттағы олардың тек санына ғана емес, ең алдымен ортаның факторларына тәуелді болатын олардың өсуіне, тұрақталуына және азаюына және сол сияқты энергия ағынын экожүйеде максималды пайдалануға бағытталған. Популяцияға энергия көп жұмсалса, жүйе ретінде оның ұйымдасуы соншалықты жоғары болады. Яғни даралар санының көбеюі және олардың қызметінің қарқындылығының өсуі – популяция ұйымдасуын арттыратын құралы және олардың бейімдеушілік мүмкіндіктерін кеңейтетін кепілі.

Популяцияның маңызды параметрлері-оның көлемі мен функционалды белсенділігі, ол негізінен даралардың санымен анықталады. Популяцияның өмір сүру ұзақтығы жекелеген особьтардың тіршілік ету ұзақтығынан біршама басым болады, өйткені онда әруақытта ұрпақтар алмасуы жүреді. Популяцияның көлемі мен оның функционалды белсенділігі реттеледі және ол туу мен өлім-жітім процестерімен оңтайлы деңгейде ұсталып тұрады. Бұл процестердің жылдамдығының қатынасының ауытқуы популяцияның саны мен биомассаның динамикасы себепші болады. Оның типі әрбір түр үшін ерекше және кез-келген түрлік белгі сияқты, бейімдеушілік сипатқа ие болады.

Туу (туылым)-бұл уақыт бірлігінде популяцияда туылған даралардың саны. Әртүрлі санды популяцияларды салыстыру ыңғайлы болу үшін әдетте туылым көрсеткіші (ΔN), уақыт бірлігі ($\Delta N/\Delta t$) және белгілі бір мезгілдегі туу деңгейі ($\Delta N/N\Delta t$) есепке алынады, яғни популяцияның жаңа даралармен толысуы абсолюттік және салыстырмалы көрсеткіштермен көрсетіледі.

Аралық уақыттың басындағы даралар саны *салыстырмалы (меншікті) туылым* деп аталады. Уақыт бірлігіндегі туылым немесе өніп-өсудегі лездік жылдамдығы популяция үшін мына формуламен есептелінеді:

$$V=kn/t,$$

Мұндағы: *V*-туылым көрсеткіші (ΔN), *n*- популяциядағы аналықтардың саны, *k*-жұмыртқасы бар әрбір аналықтағы жұмыртқалардың орташа саны; *t* –жұмыртқалардың даму ұзақтығы (тәуліктер).

Популяцияларда туылымның қажетті деңгейі көбеюдің әртүрлі формалары мен ырғағы, сол сияқты даралар тұқымдылығының реттелінуімен қамтамасыз етіледі.

Көбею формалары. Кез-келген популяцияға көбеюдің қандай да бір формасы тән, ол негізінен сыртқы жағдайлардың өзгеруіне тәуелді. Бұл, мысалы, жыныссыз және жыныстық көбеюдің алмасуы, гетерогония, метагенез, гермафродитизмнің алмасуы және дара жыныстылық кезінде байқалады. Жынысты және жыныссыз даму циклінің алмасуының қарапайым формасы (*цитогенія*) көптеген қарапайымдылар мен балдырлардың популяцияларына тән. Әдетте жынысты көбеюге өту тіршілік жағдайлары нашарлағанда жүзеге асады және туудың төмендеуіне әкеледі, осылайша жаңа туылғандардың (толықтырушылардың) тіршілікке қабілеттілігін арттырады. Тіршілік цикліндегі жыныстық және жыныссыз дамудың алмасуы–*метагенез*–көптеген ішекқуыстыларға тән. Губкаларда, мшанкаларда, асцидияларда және басқа да гидробионттарда болатын вегетативті көбею қолайсыз жағдайларда тұрақты стадиялар (губкалардың геммуласы, мшанкалардың статобластары) уақытша тоқтаған (суқоймалардың құрғап кетуі немесе мұз қатуы) популяциялардың қайта өніп-өсуін қамтамасыз етеді. Жыныс ұрпақтарының (аталықтар мен аналықтар) партеногенетикалық жолмен алмасуы–*гетерогония*–коловороткалар мен төменгі сатыдағы шаянтәрізділер популяцияларында кеңінен тараған.

Популяцияның тіршілік ету жағдайына, ең алдымен, қоректік және температуралық, партеногенетикалық және қос жынысты ұрпақтар санының арасындағы қатынас тәуелді. Көбеюдің бірнеше түрлері ажыратылады, моноциклді – жылына бір мәрте көбейетін, дициклді – екі, полициклді – көптеген және ациклді – тек қана партеногенетикалық көбейетін түрлер. Мысалы, *Artemia* желбезек аяқты шаянтәрізділер вегетациялық кезеңнің барысында партеногенетикалық жолмен көбейеді. Күзде температура төмендегенде популяцияда аталықтар пайда болады, ұрықтанған жұмыртқалар тығыз әрі мықты қабықшамен қапталады және сыртқы

ортаның қолайлы жағдайлары түскенге дейін тіршілігін бірнеше жыл сақтауға қабілетті.

Гидробионттар популяциясында көбею белгілі бір уақытта әртүрлі қарқындылықпен және нақты бір мезгілде жүреді, нәтижесінде көбеюдің нақтыланған ырғағы пайда болады. Оның маңызы, бір жағынан, шабақтардың өсуі мен дамуына қажетті жағдайдың басталуымен жаңа ұрпақтардың пайда болуын сәйкестендіру қажеттілігімен, екінші жағынан, жұмыртқалар мен сперматозоидтар бір мезгілде жаппай пайда болған кезде гаметалардың шығуы ұрықтанудың жоғарғы тиімділігімен үйлеседі.

Гидросфераның әртүрлі аудандарында шабақтардың дамуына қажетті жағдай уақыт бойынша тұрақсыз және күн сәулесі түсуінің маусымдық және тәуліктік өзгерістерімен байланысты көбею кезеңділігі пайда болады. Әсіресе қоңыржай және жоғарғы ендіктердегі суқоймаларда көбею ырғағы нақтылы, мұнда күн энергиясы ағымының ауытқуы өте анық байқалады.

Қандай да бір нақты маусыммен көбею кезеңінің ұштасуы негізінен температурамен анықталады. Д.Ортманның ережесіне сәйкес көптеген теңіз жануарлары белгілі бір су температурасы басталысымен көбейеді, және де әрбір түр үшін бұл температура арнайы және тұрақты. Кейбір түрлер нақтылы бір температурада емес, кенет өзгерген жағдайда көбейе бастайды.

Зоогеографиялық шығу тегі әртүрлі суқоймаларында мекендейтін гидробионттар әдетте әртүрлі мезгілдерде көбейеді: жылысулардағы суықсу сүйгіш түрлер температураның минимумі түсуімен, ал суық суларда тіршілік ететін жылысу сүйгіштер температураның максимумы түсуімен басталады, яғни суық теңіздерде тіршілік ететін жылусүйгіш түрлер үшін қолайлы жағдай өте жылы уақытқа сәйкес келеді, осыған олардың көбеюі негізделген. Төменгі температураға бейімделген суық сүйгіш түрлер үшін, бірақ жылы суқоймаларда тіршілік ететіндер, су біраз суыған кезде орта қолайлы болады, осы мерзімде жас үйірлер пайда болады. Космополитті түрлердің көбею кезеңі әдетте өте созылмалы болады.

Дернәсілдері пелагикалық болатын түрлерде көбею мезгілдері шабақтары қоректенетін фитопланктонның жаппай пайда болуына сәйкес келеді. Бұл заңдылық- ең әмбебап заңдардың бірі, өйткені қорек дернәсілдердің өміршеңдігін қамтамасыз ететін жетекші фактор болып саналады. Көбею мерзімдерінің белгілі бір маусымға тура келуін, көпшілік жағдайда, температураның әсері қамтамасыз етеді. Мысалы, *Crassostrea virginica* устрицасының уылдырық шашуын кез-келген уақытта су температурасы гонадалардың жетілуіне жеткілікті болса тоқтатуға болады, бірақ жыныс өнімдерін шашуға қажетті температурадан төмен болмауы керек.

Ай фазасының алмасуына байланысты көбею кезектілігінің екі типі болады. Бірінші көбею кезінде бір ай бойы, әсіресе жаңа ай туғанда немесе ай толысқанда, қарқынды түрде бірнеше рет жүреді. Мысалы, Франция жағалауында тіршілік ететін *Spirorbis borealis* полихетінің ооциттері 14 күнде пісіп-жетіледі, жұмыртқалардың инкубациясы да осыншама күнге созылады. Айдың әрбір фазасында ооциттердің пайда болуы басталады, жұмыртқалар салады және олардан дернәсілдер шығады. Екінші көбею кезеңі айдың нақты бір фазасына сәйкес келеді, яғни бір айдың ішінде бір рет ғана көбейеді. Мысалы, Сомоа аралында *Eunice viridis* полло полихеттері әр жылдың қазан немесе қараша айының 3-ші ширегінде ғана үйірленеді (топтанады). Жыныс өнімдері толған дене буындары бас бөліміне бөлініп, су түбінен беткі қабатқа 0 сағ 07 минутта көтеріле бастайды. Бермуд аралдарында *Odontosyllis enopla* полихеттердің үйірленуі жаңа ай туылғаннан соң 3 күннен кейін күн батқаннан 54 минут өткенде басталады, осылайша дәл осы уақытта күн ара немесе екі күннен соң қайталаынады.

Күн мен түннің алмасуымен байланысты көбею қарқындылығындағы өзгерістер әсіресе балдырларға тән. Мысалы, Қара теңіздегі *Peridinium* мен *Ceratium* динофлагелаттардың көптеген түрлерінде митоз максимумы күн шығар алдында, ал *Exuviaella* және *Procentrum* диатомды балдырларда жарық кезеңінің ортасында және түннің екінші жартысында байқалады.

Таңертеңгілік және кешкілік үйірлену, сосын жұмыртқа салу көптеген шаянтәрізділер мен су жәндіктеріне тән. *Cumacea* шаяндарының үйірленуі күн батқанда басталып, ол шығарда тоқтайды. Бұл құбылыс олар грунттан судың қалың қабатына көтерілгенде байқалады. Кейде көбеюдің тәуліктік кезеңдігі жарықтың өзгеруіне емес, ол судың тасу-қайтуына байланысты болады. Мысалы, бұл құбылыс Ақтеңізде *Lacuna*, *Littorina*, *Mya* моллюскалары көбейгенде байқалады. Эстуарияда мекендейтін *Phytropanopeus harrissi* крабының дернәсілерінің шығуының 93% жағдайы тасудың шарықтау кезеңінде, түнде, жүзеге асады.

Тұқымдылық. Популяцияның тұқымдылығы уақыт бірлігінде көбеюге қатысатын даралардан түзілетін жұмыртқалардың немесе басқа да ұрықтардың санымен анықталады. Тұқымдылықтың екі түрі ажыратылады: *абсолюттік* және *салыстырмалы* тұқымдылық. *Абсолютті тұқымдылық* дегеніміз бір көбею кезеңінде организмдерде пайда болатын жұмыртқаның немесе басқа да ұрықтардың жалпы саны. *Салыстырмалы тұқымдылық* дегеніміз даралардың абсолютті тұқымдылығының олардың дене салмағына қатынасы. Гидробионттардың дене мөлшері өскен сайын әдетте олардың абсолютті тұқымдылығы артады, ал салыстырмалы тұқымдылық кемиді.

Тіршілік циклі ұзақ формалар әдетте тұқымдылығы қысқа формаларға карағанда біршама тұқымды болып келеді. Өмір бойы пайда болатын ұрпақтардың саны және бір рет көбею мерзімінде түзілетін ұрықтардың саны түрлік қасиет болып табылады және ол сыртқы жағдайларға тәуелді. Ұрпақ беру санына байланысты тіршілігінде бір мәрте немесе бірнеше рет көбейетін формалар болады. Тіршілігінде бір мәрте көбейіп, соңынан өлетіндерге Дафлейн сегізаяғы (*Octopus dofleini*), біркүндіктер, жылғалықтар, көктемдіктер, көптеген қосқанаттылар, полихеттер (*Nereis diversicolor*, *N. virens*), балықтардан қиыр шығыс албырттары және т.б. жатады.

Тіршілігінде бірнеше рет көбейетін организмдер бір жаста немесе көп жаста да болуы мүмкін, олар жылына бір ғана ұрпақ береді және үлкен жастағылар арасында бір жылда бір, екі немесе одан да көп ұрпақ беретін формалар да кездеседі. Көптеген авторлардың зерттеулері бойынша суқоймасы неғұрлым оңтүстікке қарай орналасса, солғұрлым ұрпақ саны көп болады. Қандай да бір түрлердің бір жылдағы генерациясының саны тіршілік ету жағдайына, ең алдымен температуралық, тәуелді. Мысалы, қосқанаттылардан *Chironomus* туысының өкілдері тундра көлдерінде өзінің даму циклін екі жылда аяқтайды. Одан оңтүстікке қарай орналасқан Қызыл көлде *Chironomus plumosus* бір жылда бір ұрпақ берсе, Мәскеу маңындағы Ақ көлде 1-2 генерациясы болады. Оңтүстік Қазақстанның суқоймаларында – Билікөлде, Қаракөлде, Қапшағай жасанды суқоймасында *Chironomus* жылына 3-4 рет ұрпақ әкеледі.

Организмдердің өсуі мен даму жағдайлары өте қолайсыз болған сайын, олардың репродуктивті пісіп-жетілуі де кешігеді және жаңа генерациялардың түзілуі соншалықты азаяды. Организмдердің өсуі мен дамуын тежейтін факторларға төменгі температурадан басқа, оттегі мен қоректің жетіспеушілігі, тұздылықтың қолайсыздығы және т.б. жатады. Мысалы, дене мөлшері жағынан ұқсас *Littorina* моллюскалары Ақ теңізде абсолюттік тұқымдылығы оттегі режимі әлдеқайда жақсы болатын Баренц теңізіндегілерге карағанда төмен болады.

Көп жағдайда тұқымдылық ұрықтың мөлшеріне тәуелді. Олардың мөлшері майда болған сайын, саны да көбейеді, дегенмен әрбір ұрықтың репродуктивті пісіп-жетілу болашағы қатты қысқарады. Мысалы, тұщы суларда *Palaetnonetes* креветкасы диаметрі 1,3-1,4 мм болатын 20-25 жұмыртқа салса, осы жерлердегі тұщы суларда мекендейтіндер диаметрі 0,7-0,8 мм болатын жұмыртқалар салады, бірақ олардың саны сәйкесінше 100-450-ге жетеді.

Организмдердің тұқымдылығы әдетте ұрпаққа қамқорлық жасау деңгейімен реттелінеді. Ұрпағына қамқорлық жасайтын құрттардың,

шаяндардың, моллюскалардың, балықтардың пайда болатын ұрықтарының саны өте аз, ал осы топқа жататын бірақ ұрпақтарын қорғамайтын жануарлардың ұрпақтары салыстырмалы көп болады. Су жануарларында сырттай ұрықтану басым, тұтастай алғанда олар үшін жоғары тұқымдылық тән. Сырттай ұрықтану кезінде гаметалардың кездесу мүмкіндігі салыстырмалы төмен, сондықтан да гидробионттар осы кемшіліктің орнын толтыру үшін шашылатын гаметалардың санын көбейтеді. Мысалы, Ақ теңізде мекендейтін *Strongylocentrotus* теңіз кірпісінде жынысқа жетілу кезеңінде гонадалардың үлесіне бүкіл денесінің салмағының 15,8%-ы келеді, жыныс өнімдері шығарылғаннан кейін – 3,8%-ға тең.

Балықтар белгілі бір жасқа дейін өскенде олардың тұқымдылығының өсетіндігі, ал сонан соң азаятындығы анықталған (Никольский, 1974). Популяция тұқымдылығы даралардың өте ерте жетілу нәтижесінде көбейеді, жоғарғы ендіктерде бір түр және оған жақын түрлер дараларының әдетте тұқымдылығы төмен. Бұл ең алдымен төменгі ендіктерде жыртқыштардың көптігіне байланысты.

Өлім-жітім - туылымға қарсы үдіріс. Әрбір генерация дараларының саны табиғи өлім нәтижесінде, негізінен, жыртқыштардың әсері мен тіршілік жағдайларының қолайсыздығынан үнемі азайып отырады. Осы азаюдың қарқыны (темпі) популяцияның өлімін сипаттайды.

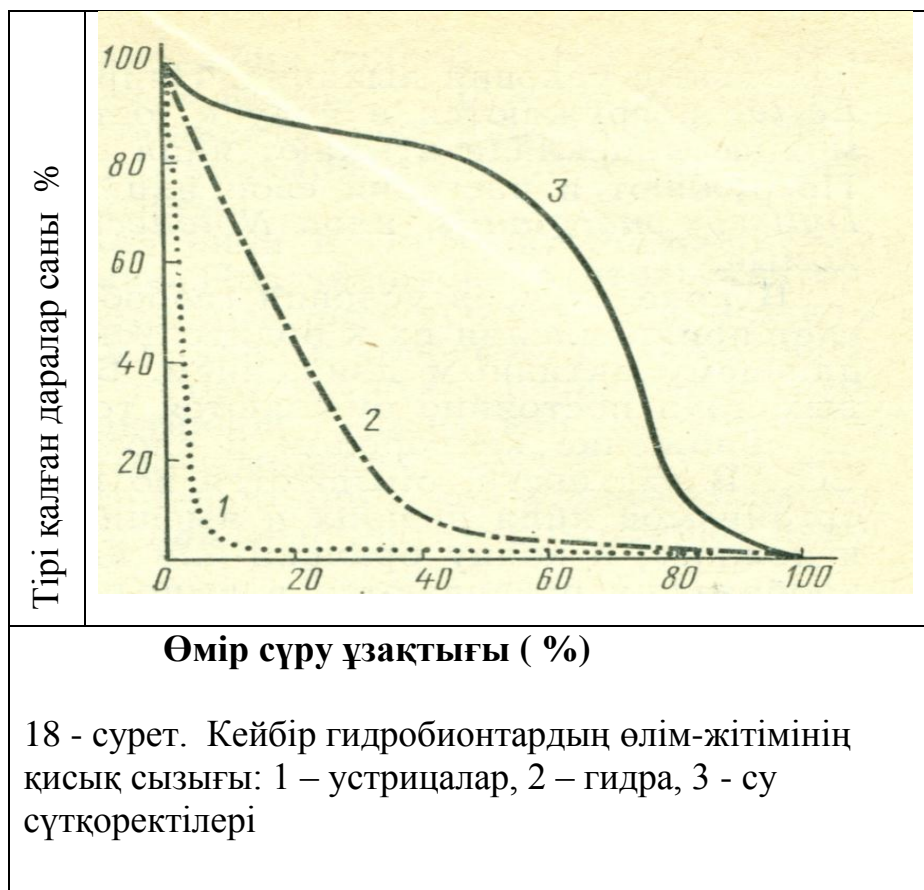
Өлім-жітімнің көрсеткіші популяцияның тұқымдылығы болуы мүмкін. Қысқа уақыт ішінде соңғысының орташа саны ұқсас болып қалса, онда қанша организм пайда болса, соншасы қырылып жатыр дегенді білдіреді. Тұқымдылықты қандай да бір өлімге бейімдеушілік ретінде қарастыруға болады. Партеногенетикалық жолмен көбейетін шаянтәрізділер популяциясында туылымның жоғарғы шамасына жетеді, әрбір дара 2-3 күн аралығында жұмыртқа салады.

Ұсақ гидробионттардың популяциясында өлім-жітім негізінен даралардың жемтік болуымен және абиотикалық ортаның қолайсыз жағдайлары нәтижесінде олардың қырылуымен анықталады. Ірі жануарлардың популяциясында жетекші рөл кәрі даралардың өлімімен анықталуы мүмкін.

Өлімнің шамасы (мөлшері) популяциялардағы әртүрлі жастық топтағы организмдердің арнайы өлімін сипаттамайды. Популяцияда осы арнайылықты *өлім-жітімнің қисық сызығы* көрсетеді, бұл дегеніміз туылғаннан өлгенге дейінгі осы генерация дараларының санын азайғандығын көрсетеді. Әрбір популяция өзіне тән өлім-жітім сызығына ие болады, ол түрдің экологиясына өзінің әсерін тигізеді (18-сурет).

Гидробионттардың популяциялары үшін организмдердің өсуіне және әртүрлі қорғаныш құралдарының тиімділігінің артуына байланысты өлімінің азаятын өлім-жітім типі тән.

Дамудың әртүрлі сатысындағы өлім-жітімнің шамасы тек организмдердің конституциялық қорғаныштығының жастық өзгерісімен (дене көлемінің үлкеюі, қозғалу жылдамдығының артуы, қорғаныштық құрылымдардың пайда болуы және т.б.) ғана байланысты емес. Дамудың қандай да бір сатысында тіршілік жағдайын алмастырудың маңызы өте зор, мысалы, дернәсілдердің судың қалың қабатынан грунтқа немесе оның ішіне тереңдей енуі. Өлім-жітімнің артуы оны пайдаланушылардың санының артуына немесе абиотикалық орта жағдайының күрт өзгеруімен (судың қатуы, судың тұздылығының өзгеруі, ластану және басқалар) байланысты болуы да мүмкін.



Ұрықтардың өміршеңдігі. Ұрықтар өлімін төмендетуді негізінен қолайлы респираторлық, температуралық жағдайлар, сонымен бірге басқа организмдердің қыруынан қорғану қамтамасыз етеді. Ұрықтың тыныс алуы үшін қолайлы жағдайлар әдетте оттекке бай, оның айналасындағы су ағысы бар орындарда пайда болады. Жұмыртқалар мөлшерінің кішкентай болуы (салыстырмалы беткі қабатының үлкеюі), сондай-ақ әртүрлі тыныс алу пигменттерінің пайда болуы газалмасудың жақсаруын қамтамасыз етеді.

Пелагикалық жұмыртқалардың тыныс алу жағдайын жақсарту—оларды аэрациясы өте жақсы судың беткі қабаттарында орналастыру. Көптеген полихеттердің, тікентерілілердің, жәндіктердің, кефаль және басқа да балықтардың уылдырықтары беткі суларда қалқып жүреді.

Егер жұмыртқа судан ауырлау болса, олар қандай да бір затқа бекініп, судың беткі қабатында тұрады. Жұмыртқаларын судың түбіне салатын гидробионттар оттегі режимі жақсы аймақтарды таңдайды. Кейбір жағдайларда ұрықтардың газ алмасу жағдайлары олардың белсенді қозғалысқа ие ата-аналарына немесе басқа организмдерге бекінуі арқылы жүзеге асады. Мысалы, төменгі және жоғары сатыдағы шаянтәрізділердің жұмыртқалары ата-аналары қозғалған кезе олардың аяқтарына, құрсағының артқы жағына немесе дененің басқа бөліктеріне бекініп, сумен шайылып отырады. Кейбір жәндіктер өздерінің жұмыртқаларын тірі өсімдіктердің ішіне салады, олардың ауа өткізгіш ұлпалары тыныс алуға тамаша жағдай жасайды. Мысалы, *Cestna* және *Jestes* инеліктердің аналықтары 25 минуттай суға батып, жұмыртқаларын өсімдіктің ауа өткізгіш ұлпасына салады.

Ұрықтардың газалмасу жағдайлары ата-енелеріне немесе белсенді қозғалатын басқа жануарларға бекінуі арқылы жақсарады. Жануарлардың қозғалу нәтижесінде жұмыртқалар тұрақты түрде таза сумен шайылады. Ол O_2 -н қамтамасыз етуін жақсартады және CO_2 -н шығарылуына ықпал етеді. Дамып жатқан жұмыртқалардың айналасындағы судың алмасуы аз қозғалатындарда да байқалады. *Anodonta*, *Unio* қосжақтаулы моллюскалардың жұмыртқалары желбезектерде дамиды, оның бойымен су ағысы үздіксіз өтіп отырады.

Су температурасы жоғарыласа эмбрионалды даму жылдамдайды. Сондықтан көптеген гидробионттар жұмыртқа шашу үшін жылу режимі қолайлы (тәуліктік, маусымдық) орындарға көшеді.

Жұмыртқалардың сақталғыштығы олардың жыртқыштардан қорғаныштығымен анықталады, ол олардың жем болуын қиындатушы сапасымен, жауларынан жасырынуымен немесе ата-аналарының белсенді қорғауы нәтижесінде мүмкін болады. Судың өте мөлдірлілігі жұмыртқалардың табылуын қиындатады, бұл моллюскалардың, жәндіктердің және шаянтәрізділердің жұмыртқаларына, балықтардың уылдырықтарына тән. Әдетте гидробионттардың жұмыртқалары шырышты қабықпен қапталған. Бұл бір жағынан бактерицидті қасиетке ие, микроорганизмдерден қорғайды, екінші жағынан-оларды жыртқыштардың ұстауына және жеуіне қиындық туғызады.

Көптеген гидробионттар жұмыртқаларын жасырын жерлерге салады, олардың жемтік болуын азайтады немесе толығымен тоқтатады. Жануардың

аяғына немесе дененің басқа бөлігіне жабысқан шаянтәрізділердің жұмыртқалары ата-ананың қамқорлығында болады. Моллюскалардың жұмыртқалары өздерінің желбезектерінде дамиды. Полихеттер жұмыртқаларын түтіктерге салады. Көптеген гидробионттарға ұрпағын белсенді қорғау тән. Мысалы, сегізаяқтың аналықтары теңіз кірпісін немесе басқа да жауларын қуып, өзінің жұмыртқаларының қасында отырады.

Тірі туылу кезінде ұрықтардың өте жоғарғы өміршеңдігі байқалады. Ол әдетте температурасы төмен суқоймалардағы организмдерде жиі кездеседі. Мысалы, *Taelidae* актиниясы Франция жағалауларында жұмыртқалайды, ол Шпицберген аралдарында тірі туады.

Суқоймадағы жағдайлар қолайсыз болса шабақтардың уылдырықтардан шығуы және жұмыртқалардың дамуы тежеледі. Мұндай кезде көптеген жапырақаяқты және ескекәяқты шаяндардың, кірпікшелі құрттардың, коловороткалар мен нематодалардың жұмыртқалары тыныштық күйге түседі. Тыныштық күйдегі жұмыртқа температураның өзгеруіне, құрғақшылыққа және басқа да қолайсыз факторларға өте төзімді. Мысалы, *Artemia* желбезекәяқты шаян партеногенетикалық және жыныстық жолмен көбейе алады. Вегетациялық маусым ішінде ұрықтанбаған жұмыртқалардың дамуы толықтай жұмыртқа қапшығында өтеді және аналық науплиус сатысындағы шабақтарды туады. Күзде популяцияда аталықтар пайда болады, олар шағылысады, аналықтар «қыстық» жұмыртқаларды салады. Бұл жұмыртқалардың қабықтары жақсы ажыратылатын үш хитинсияқты хорилннан және ішкі эмбрионалды кутикуладан тұрады. Осындай жұмыртқаларда эмбрионның даму тоқтайды және диапаузаға түседі.

Постэмбрионалды кезеңдегі өміршеңдік. Бұл кезеңде даралардың өміршеңдігі дамудың әртүрлі әдістерін пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Қолайлы жағдайларда тікелей емес дамудың түрлері жиі кездессе, ал біршама қатал жағдайларда-тікелей даму жүзеге асады. Метаморфозбен даму (дернәсіл, имаго), яғни түрдің құрылысы және қажеттілігі бойынша бір-бірінен күрт ерекшеленетін формалары түрінде тіршілік етуі, популяция санын көбейтуде маңызы өте зор болады. Мысалы, бентостық жануарлардың планктотрофты пелагикалық дернәсілдерінің болуы ересектері пайдаланбайтын қоректі олардың пайдалануына мүмкіндік береді, ал жұмыртқада сарыуызы аз дернәсілдердің ерте өзіндік қоректенуге көшуі даралардың тұқымдылығын жоғарылату үшін алғы шарт қалыптастырады. Метаморфозбен дамитын дернәсілдер толықтай қалыптаспаған. Олардың өміршеңдігі төмен. Бентостық жануарлардың пелагикалық дернәсілдері дамудың соңында су түбіне шөгеді, бұл жерде тіршілік үшін жағдай қолайлылықтан әруақытта алыс, нәтижесінде көптеген

жас даралар қырылып қалады. Мысалы, губкалар тасты грунттарда қоныстанады, егер еркін жүзетін дернәсілдер-амфибластулалар жұмсақ грунтқа шөксе, олар өледі.

Г.Петерсонның ережесіне сәйкес, экватордан полюстерге және таязсулы жағалаудан батиалды тереңдіктерге жылжыған сайын тікелей емес дамудан пелагикалық дернәсілдердің пайда болуы сирек байқалады. Бұл заңдылық алдыңғы желбезекті – құрсақаяқты моллюскаларда өте анық байқалады, оларда пелагикалық дернәсілдері болатын түрлердің саны тропикадан Арктикаға жылжыған сайын 91%-дан 0-ге дейін азаяды. Тұтастай алғанда, тропикалық және субтропикалық теңіздердің жағалауындағы пелагикалық дернәсілдер бентостық жануарлардың барлық түрлерінің 90-95% тән, бореалды суларда 65-70, ал поляр суларында – шамамен 5%-н құрайды. Осы түрлердің жалпы санының шамамен 10%-ы лецитотрофты дернәсілдердің үлесіне тиесілі, олар планктонмен қоректенбей тек өздерінің сарыуыздарымен қоректенеді, ал қалған 90%-ы планктотрофты дернәсілдердің үлесіне тиеді.

Даралардың өміршеңдігі өсу қарқындылығы мен сипатына өте күшті тәуелді. Қолайлы жағдайларда өсу қарқыны күшейеді және популяция өзінің биомассасын бірден арттырады. Қолайсыз жағдайларда даралардың өсу қарқыны баяулайды және популяция өсіп-өну процессін тоқтатады. Гидробионттар популяциясының өсу кезеңділігі орта жағдайлары күшті өзгертін ішкі суқоймаларында анық байқалады.

Популяцияның өсуі. Популяцияның өсуі уақыт аралығында олардың санының (немесе биомассасы) көбеюі: $N=N(t)$. Егер өлім туылымнан басым болса, онда өсу кері болып табылады. Қандай да бір уақыт аралығында оның басы мен соңында популяция мөлшерінің арасындағы айырмашылық *өсім* деп аталады. Ол оң немесе теріс болуы мүмкін. Уақыт бірлігіндегі өсімнің артуы популяцияның өсуінің жылдамдығын сипаттайды. Ол *тұрақты (шексіз өсу)* немесе *басылатын (өшетін)* өсу болуы мүмкін. соңғысында даралардың саны өскен сайын олардың тіршілік ету жағдайы нашарлайды және ұдайы өніп-өсу қарқыны төмендейді. Егер популяцияның қоректік, кеңістіктік және басқа да тіршілік ресурстары шексіз болса, ал даралар саны өскен сайын өлім-жітім көбеймесе, популяцияның шексіз өсуі байқалады. Суқоймаларындағы популяциялардың тіршілік етуін қамтамасыз ететін қоректік қорлардың шектеуі болса, сонымен бірге оттегі мен басқа да процестер жылдамдығы шектеулі болса, онда шексіз өсу ұзақ уақытқа созылуы мүмкін емес. Туылым мен өлімнің қатынасы тіпті, орта жағдайлар тұрақты болған кезде де қатты өзгереді. Мысалы, даралардың тұқымдылығы

олардың жасымен байланысты, яғни шексіз өсу-кейбір жағдайларда популяция санының өзгеруін моделдеуге көмектесетін *абстракция*.

Популяцияның саны артқан сайын оның ары қарай өсуі өте шектеулі (басылатын өсу), ол кері өсуге айналады, яғни сандардың өзгеруі S–тәрізді қисық формада болады. Ол тіршілік ресурстары шектеулі, бірақ қайта қалпына келетін (қорек және т.б.) жануарлар популяциясының өсуін сипаттайды. Қоректің қоры, оттек пен басқа да тіршілікке қажетті ресурстар қайта қалпына келмесе популяцияның саны біраз уақыттан соң 0-ге дейін азаяды.

Әдетте популяцияның саны біртіндеп баяу өсе бастайды, сосын жылдамдап, қайтадан баяулайды және соңында даралардың келуі мен кетуі бір-бірімен теңесуге жақын күйге түседі (*тепе-теңдік фазасы*). Егер бастапқы кезеңде даралар саны нақты жағдайда мүмкін болатын олардың санымен салыстырғанда аз болса, онда популяция санының өсуі байқалады. Мысалы, ерте көктемде фитопланктон мүлдем болмайтын көптеген суқоймаларда олар қаулап дами бастайды. Популяцияның саны белгілі бір деңгейге жетсе, оның өсуі тоқтайды, егер ортада қандай да бір өзгеріс жүрмесе орташа шама екі жаққа ауытқумен алмасады, осыған сәйкес даралар саны мен биомассасының жаңа деңгейі қалыптасады.

Популяцияның саны мен биомассасының динамикасы. Популяцияның өздігінен өніп-өсуінің негізгі заңдылығы даралар саны мен биомассасының жоғарылауына негізделген. Олардың орташа мөлшері популяция саны деңгейінің аздап немесе едәуір ауытқуы кезінде жоғары болуы мүмкін. Ол гидробионттардың жаппай дамуы олардың тіршілік етуінің тыныштықтағы ұрықтар түріне алмасқанға дейін жалғасады. Орта өзгере отырып нақты бір популяцияға азды-көпті қолайлы болады және де оның саны бейімделе отырып өзгереді. Қолайлы жағдайда даралардың саны көбейіп, олардың өсуі жылдамдайды, нәтижесінде популяцияның жалпы биомассасы бірден өседі. Тіршілік ету жағдайлары нашарласа, популяцияның биомассасы мен саны азаяды, яғни нақты мүмкіндікке сәйкес келгенге дейін олардың өніп-өсуі төмендейді.

Популяция динамикасының типтері даралардың өсу, даму, көбею мен кему процестері біріне-бірі тәуелді, өзара байланысу сипатымен анықталады. Әртүрлі уақыт аралығында популяцияның кемуі мен толуы әртүрлі сандық көрсеткіштерге ие болып келеді. Түрдің саны қандайда бір *ауытқуға* немесе *флуктуацияға* ұшырады. Организмдердің тіршілік циклдары соншалықты қысқа және олардың ортасы тұрақты болса флуктуация күшті болады. Гидробионттардың өмір сүру ұзақтығы артса, олардың популяцияларында

әртүрлі жастағы ұрпақтардың саны арта түседі және олардың бірінің саны бірден қысқарса, басқалары оның орнын толтырады.

Тіршілік ету циклі қысқа формаларда бір ұрпақтың аз болуы популяция санының бірден азаюына алып келеді, өйткені оның басқа ұрпақтың дараларымен орны толтырылмайды. Популяцияның өсуін шектеуші басты фактор – қоректің жетіспеушілігі, сонымен бірге басқа да факторлардың маңызы бар. Олар оттектің жетіспеушілігі, қатаң температуралық жағдай, жемтік болу және т.б. Дегенмен қоректің мөлшері – санның негізгі реттеушісі, себебі организм көптеген қолайсыз жағдайларға бейімделуі мүмкін, бірақ қоректің жоқтығына төзе алмайды. Сондықтан да қоректік жағдай нашарласа, популяцияның саны азаяды.

Популяцияның саны мен биомассасы кезеңмен немесе кезеңсіз өзгеруі мүмкін. Популяция саны мен биомассасының біршама өзгеруі, ең алдымен, географиялық циклдармен (тәуліктік, маусымдық және жылдық динамика) байланысты.

Тәуліктік динамика. Тіршілік ету циклі өте қысқа майда организмдердің – бактериялар, бірклеткалы балдырлар және қарапайымдылардың популяцияларында олардың саны мен биомассасының тәуліктік динамикасы байқалады. Түнде балдырлар популяциясының санының азаюы тәуліктің қараңғы уақытында тереңдіктен беткі қабаттарға қоректену үшін көтерілетін шаяндардың оларды белсенді жеуімен байланысты. Тәуліктің жарық уақытында көбею және қараңғыда қырылу нәтижесінде балдырлардың жалпы биомассасы түнге қарағанда әдетте күндіз 2-3 есе көп. Бактерияларда да санның тәуліктік динамикасы жақсы байқалады, түнде микроорганизмдер санының азаюын олардың миграциялаушы зоопланктондардың жеуімен түсіндіріледі.

Маусымдық динамика. Су организмдері популяциясының саны мен биомассасының маусымдық ауытқуы негізінен суқойманың температурасына әсер ететін фактор ретінде және фотосинтездеуші өсімдіктер үшін тікелей энергия көзі ретінде күн радиациясы қарқындылығының өзгеруімен байланысты. Планктонды балдырлардың саны мен биомассасының маусымдық динамикасы негізінен жарықтың маусымдық өзгеруіне, қоректік тұздардың мөлшеріне, температураға, су массасының вертикалды тұрақтылығына, сонымен бірге балдырларды жануарлардың жеу ритмі арқылы анықталады. Жарықтың маусымдық өзгеруі жоғарғы ендік бағытында артады, осыған сәйкес көктемнен жазға, күзден қысқа ауысқанда фитопланктонның мөлшері де бірден өзгереді. Мысалы, Англияның оңтүстік-батыс жағалауында диатомды балдырлардың саны жыл бойы шамамен 500 есе, ал Австралияның солтүстік жағалауында 10 есе өзгереді.

Фитопланктон дамыған сайын су қоректік тұздарға кедейленеді және балдырлардың саны азая бастайды. Биогендердің кезекті жиналуы балдырлар санының жаңадан көбеюімен жалғасады. Егер де қоректік тұздардың мөлшері вегетация кезеңі бойы бір емес бірнеше жоғары болса, сәйкесінше фитопланктонның дамуында сандардың күрт көбеюі байқалады. Жоғарғы ендіктерге жақындаған сайын осы санның күрт көбеюі уақыт ішінде бір-бірімен ұштасады. Вегетациялық маусым қысқа арктикалық суқоймаларда балдырлардың саны бір рет ғана ең жоғарғы шыңға жетеді.

Теңіздерде балдырлардың саны су массасының вертикалды тұрақтылығына тәуелді. Вертикалды бағытта су массаларының араласуы балдырлардың дамуына қолайлы, себебі биогендермен беткі қабаттардың толуын оларды тереңдіктен алып шығу арқылы қамтамасыз етеді. Бір мезгілде судың вертикалды ағысы балдырларға жарық жеткіліксіз тереңдіктерге алып барады. Балдырлар орналасқан су қабаты қалың, әрі терең болған сайын, олар соншалықты аз мөлшерде жарықты пайдаланады.

Зоопланктон популяциясының саны мен биомассасының маусымдық ауытқуы суқоймаларда зоопланктондардың қорегі болатын балдырлар мен басқа да организмдердің кезеңімен жаппай пайда болуына байланысты. Планктон жануарлар санының маусымдық өзгеруін анықтайтын екінші маңызды фактор температураның ауытқуы болып табылады. Зоопланктон динамикасының үшінші басты факторы – олардың балықтарға және басқа да жануарларға маусымдық жемтік болуы. Өйткені планктон жануарлардың басым бөлігі өсімдікқоректілер, зоопланктон сан жағынан балдырлар пайда болған соң ғана артады.

Жоғары ендіктерге жылжыған сайын балдырлардың вегетация ұзақтығы қысқарады, осыған сәйкес зоопланктонның саны да өзгеріп отырады. Су түбі жануарларының көбею кезеңінде олардың пелагикалық дернәсілдерінің пайда болуы есебінен зоопланктонның саны күрт өседі. Дернәсілдер судың қалың қабатына тропикалық суларда бірнеше ай, ал жоғары ендіктегі суқоймаларда бірнеше аптаға дейін өмір сүреді. Зоопланктонның саны максимумға жеткен соң, олар жемтік болуы мен қырылуы нәтижесінде азая бастайды. Су түбі жануарларының саны мен биомассасының маусымдық ауытқуы негізінен олардың көбею, өсу және қорек қорының желіну ерекшеліктеріне, сонымен қатар абиотикалық факторға-суқоймаларының термикасына тәуелді. Ішкі суқоймаларында су түбі жануарлары популяциясының саны мен биомассасының күрт ауытқуы насекомдардың жаппай шығуымен байланысты. Ішкі су қоймаларында насекомдардың (хиროномидтердің) ұрпақтарының санына тәуелді бентостың биомассасының күрт төмендеуі жылына 1-3 есеге дейін жүреді. Мысалы, Қапшағай

суқоймасының негізгі акваториясында (15 м тереңдікке дейін) хирономидтердің барлық түрлерінде 3 генерация, ал терең сулы учаскелерінде (18-25 м дейін) – жылына 2 генерациясы болады. Генерация санындағы осындай айырмашылықтар температуралық режимнің өзгеруіне тікелей тәуелді. Хирономидтер бір мезгілде жаппай ұшқан кезде, олардың дернәсілдері бентостан бірнеше аптаға мүлдем жоғалады.

Жылдық динамика. Суқоймаларында немесе олардың жеке учаскелерінде бірнеше жыл бойы популяция саны мен биомассасының циклдік өзгерістері жүреді. Олар әдетте күн радиациясы қарқындылығының маусымдық ауытқуына, суқоймаларының тұздылығы, оттегі режимі және басқа да өзгерістеріне байланысты. Мысалы, күн белсенділігінің өзгеруімен байланысты популяциялар санының жылдық ауытқуының кезеңділігі 9-12 жыл.

Гидробионттар санының жылдық ауытқуы геофизикалық циклдермен байланысты емес. Оған негізінде жемтік пен жыртқыш популяцияларының өзара байланысы нәтижесінде пайда болатын маусымдық өзгерістер жатады. Егерде жемтіктердің саны жоғарғы көрсеткіштерге жетсе, онда жыртқыштардың қоректену жағдайы жақсарады, олардың саны суқоймаларында көбейеді. Осы көбею жемтіктердің желінуінің күшеюіне алып келеді, олардың популяциясының саны азаяды, сәйкесінше жыртқыштардың өніп-өсу жағдайы нашарлайды, олардың саны қайтадан азаяды. Санының осындай динамикасы аулау салдарынан кәсіптік объектілердің популяциясында да байқалады. Егер олардың шоғырлануы жоғары болса, аулау көлемі артады, оның нәтижесінде кәсіптік жануарлардың саны азаяды. Нәтижесінде кәсіптік аулау тоқтайды және үйір қалпына келе басталады.

Тіршілік циклі қысқа формаларда санның жылдық ауытқуы анық байқалады. Пелагикалық дернәсілдері ұзақ дамиды түрлерде популяция санының тұрақтылығы төмен, ал тура дамиды немесе дамуының пелагикалық кезеңі қысқа болатын түрлерде салыстырмалы түрде жоғары болып келеді.

Бірқатар жағдайларда популяциялар саны бастапқы күйге қайта келмейтіндей күшті өзгеріске ұшырайды. Осындай мезгілсіз өзгерістер ең алдымен суқоймалары режимінің кезексіз өзгерістеріне байланысты болады. Ол көбінесе адам қызметінің салдарынан – гидрокұрылыс салу, суды пайдалану, қалдық суларды ағызу және т.б. болады.

Гидробионттар популяциясы санының бірден өзгеруі жерсіндіру жұмыстарының нәтижесінде, негізінен стихиялы түрде жүреді. Мысалы, Каспий теңізіне кездейсоқ келген жыртқыш ескектілер (*Ctenophora*) осында

көбейіп, бірқатар гидробионттар популяциясының саны мен биомассасында күрделі өзгерістер тудырды (Касымов, 2003).

Білімін тексеру сұрақтары

1. Гидробионттардың туылу және көбею формаларын түсіндіріңіз
2. Гидробионттардың тұқымдылығы және оның түрлерін сипаттаңыз
3. Гидробионттардың өлім-жітімге ұшырау себептерін түсіндіріңіз
4. Гидробионттардың эмбрионалдық кезеңдегі өміршеңдігін түсіндіріңіз
5. Гидробионттардың постэмбрионалдық кезеңдегі өміршеңдігін түсіндіріңіз
6. Гидробионттардың популяцияның өсу механизмін түсіндіріңіз
7. Гидробионттардың популяцияның саны мен биомассасының өзгеру циклдарын сипаттаңыз

10-тарау. Гидробиоценоздар

Биоценоз деп белгілі бір биотопта мекендейтін функционалді бірлік құрайтын және сырттан түсетін энергияны пайдаланып өлі табиғатпен өзара әрекеттерді заттардың айналымы арқылы жүзеге асыратын барлық тірі организмдердің жиынтығын түсінеді. Әдетте биоценоздар автотрофтардан және гетеротрофтардан, өте сирек тек екіншілерінен тұрады. Биоценоздар тек гетеротрофтардан тұрса, онда жүйе аллохтонды органикалық заттардың энергиясы есебінен тіршілік етеді және осы кезде ғана жүйе (система) болып саналады. Бірінші жағдайда биоценоздар толық мүшелі, ал екінші жағдайда жартылай мүшелі деп аталады. Биоценозда маңызды рөлді автотрофтарға (цианобактериялар), сапрофиттерге (еркін тіршілік ететін бактериялар) және биотрофтарға (симбиозды бактериялар мен актиномицеттер) жататын азотфиксаторлар атқарады.

Биоценоздардың аталуы биотоптың сипатына немесе доминантты түрі бойынша айтылады. Мысалы, биоценоз құрамына кіретін өсімдіктер қауымдастығы *фитоценоз*, ал жануарлар қауымдастығы *зооценоз* деп аталады. Биоценоздың бір элементтері әдетте көрші қауымдастыққа еніп, олар бір-бірімен алмасып отырады. Осыған орай жекеленген биоценоздардың шекаралары қатаң болмайды. Олардың жақындасатын жерлерінде өту аймағы экотон болады. Бұл жерді мекендеушілер аралас биоценоздарға карағанда алуантүрлі әрі мол болып келеді. Қауымдастықтың түйіскен жерінде алуантүрліліктің көп болуы және мекендеушілердің молшылығы *шеткі эффекті* деген атаққа ие. Неғұрлым аралас биотоптар бір-бірінен

күшті ерекшеленсе, соғұрлым экотоп жағдайы аалуантүрлі болады және шеткі эффектi де анығырақ байқалады. Мысалы, сумен грунттық түйіскен жерінде мекендеушілер бай болып келеді.

Популяциямен салыстырғанда биоценоз – ірі рангтық жүйе. Биоценоз бір-бірімен өзара әсер етуші элементтердің жиынтығы және оның ерекшелігі оны құрайтын элементтердің ерекшеліктерінің қосындысына пара-пар болмайды. Жекелеген элементтердің өзара әсері бір-бірімен үйлесімді болып келеді, соның нәтижесінде жүйенің динамикалық тұрақтылығы жекелеген биоценоздық процестердің қарқындылығын реттеу есебінен қамтамасыз етіледі.

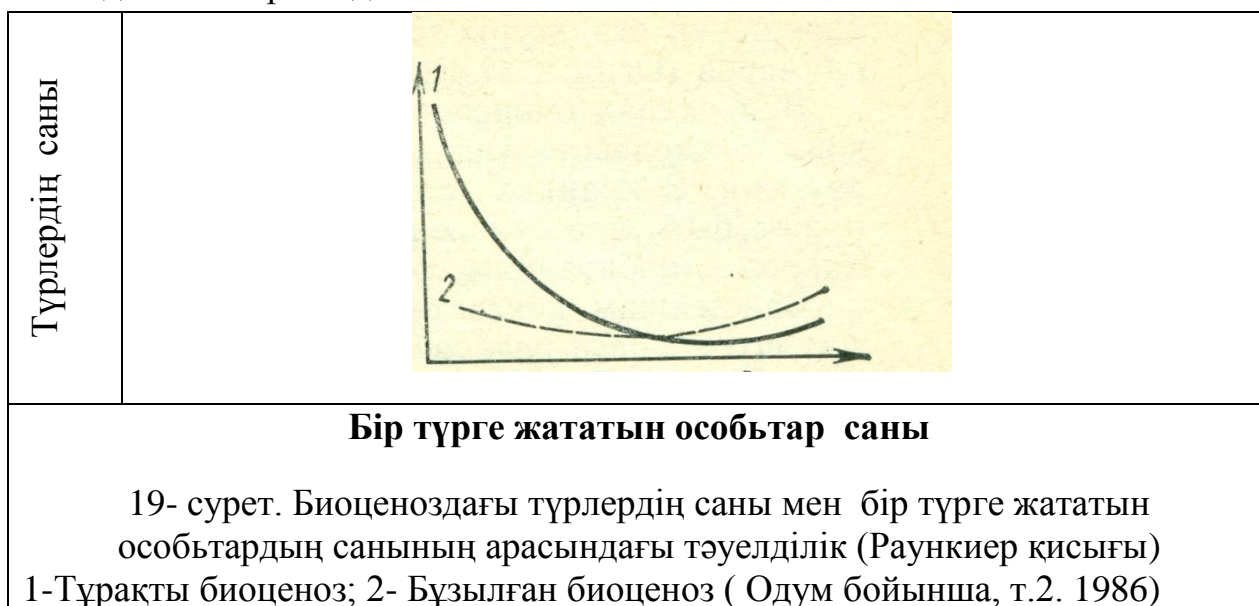
Гидробиоценоздардың өзін қайта өндіруі заттардың айналымы және сырттан келетін энергияны пайдалану арқылы өзі бұзған өнімдерден жүйенің қайта құрылу түрінде жүзеге асады. Биоценоздың өздігін реттелуі объективті критерийлердің бірі болады. Егер ішкі қауымдастықтағы заттардың айналым көлемі үлкейсе, онда ол ішкі алмасудың көлемінен жоғары болады және қызмет атқарады. Ішкі биоценоздық алмасу абсолютті ғана емес, ол салыстырмалы түрде биомассаның көбеюінен және қауымдастықтың кеңістік шекараларының кеңеюінен өседі. Биоценоз арқылы энергия көп өтсе, соғұрлым оның тұрақтылығы да жоғары болады.

Гидробиоценоздардың құрылымы. Биоценоз белгілі биомассамен, өніммен, сол сияқты реттелген құрылысымен – құрылымымен сипатталады. Биоценоздың *түрлік, кеңістіктік, мөлшерлік, қоректік* және т.б. құрылымын ажыратады. Биоценоздардың құрылымы әртүрлі күрделі дәрежеде болуы мүмкін, ол жүйедегі элементтердің санымен, олардың қатынастарының реттілігімен және орналасуымен сипатталады. Биоценоздың құрылымдығын бағалаудың қарапайым мысалы олардың молшылығы, яғни алуантүрлілік индексі болып табылады.

Түрлік құрылым. Әрбір биоценоздың құрамына бірнеше түр енеді. Онда әр түрдің популяцияның белгілі бір мөлшері болады. Түрлердің саны (олардың сандық немесе басқа көрсеткіштер) биоценоздардың түрлік құрылымын сипаттайды. Биоценоздың құрамына енген ең көп санды және биомассасы жоғары болатын түрлер – *доминанттар*, аздаған рөл атқаратыны – *субдоминанттар*, ал қалғандары *екінші дәрежелілер* және өте сиректері – *кездейсоқ түрлер* деп аталады. Доминанттық дәреже биоценоздағы түрдің проценттік мәнімен көрсетіледі. Ол биоценоздағы даралар саны мен олардың биомассасына және басқа көрсеткіштеріне тәуелді болады.

Әр биоценозға өзінің сызықтық доминанттылығы тән. Олардың күрт өзгеруі түр саны аз және тіршілік ететін жерлерінің жағдайы қатал болатын қауымдастыққа, ал қисық сызықтың біртіндеп өзгеруі түрлік құрамы бай

болатын биоценоздарға тән болады. Биоценозда сирек кездесетін және аз санды түрлер өте маңызды рөл атқарады. Биоценозда түр неғұрлым көп болса, соғұрлым олардың арасынан жаңа жағдайларда доминантты бола алатындай формалардың табылу мүмкіндігі жоғары болады. Әдетте түрдің саны азайған сайын, аздаған формаларының молшылығы шұғыл артады, өйткені нашарлаған қауымдастықтарда биоценоздық байланыс әлсіз және бәсекелестік түрлердің көбеюіне шыдамайды. Биоценозда басым түр бөлігі көп болса, биоценоздың жалпы саны көбейе бастайды. Көптеген қауымдастыққа тән нәрсе түр саны және бір түрге жататын особьтар арасында тәуелділіктің болуы. Ол *Раункиер қисығы* деп аталады (19 - сурет). Қисықтық сол бөлігінің күрт көтерілуі қауымдастықтың тұрақтылығының төмендегенін көрсетеді.



Бірлестіктің құрылымдылығының негізгі көрсеткіші оның түрлік алуандығы болып табылады. Ең алдымен ол қауымдастықта түрлердің бай болуына тәуелді, ол биоценоздағы түрлер санының особьтардың жалпы санына қатынасы болып табылады. Осы көрсеткіштері (d) математикалық жолмен есептеу үшін әдетте мына формуланы пайдаланады: $d = S : \sqrt{N}$, $d = S : 1000$, $d = (S - 1) : \lg N$, мұндағы S – түрлердің саны, N – особьтар саны. Түрлік алуандылықтың екінші сипаты – даралар саны бойынша түрдің эквитабельділігі (теңестірілуі) болып табылады. Неғұрлым теңестірілген түрлері аз болса, соғұрлым қауымдастықтағы түрлердің алуандылығы төмен болады.

Биоценоздарды түрлік көптігі және эквитабельділігі бойынша салыстыруға мүмкіндік беретін алуантүрліліктің көрсеткіштері А. Тинеманның биоценоздық принципін көрсетуге пайдалануға болады. Бұл

принцип бойынша қолайлы жағдайларда түр саны өте көп болады, бірақ жеке особьтардың саны аз. Бұл жағдайда алуантүрлілік көрсеткіші ең жоғары болады. Егер мекендеу ортасының жағдайы нашар болса, онда түр саны азаяды, бірақ олардың кейбіреулерінің саны (биомассасы) өте жоғары болса, екіншілерінде-аз және алуандылық көрсеткіші төмендейді.

Төменгі ендіктен жоғарғы ендікке қарай суқоймалардағы түрлік құрамы кедейлене береді, ал оның молшылығы артады, өйткені мұнда биоценоздың түрлік құрамының қарапайымдалуы байқалады. Осы сияқты кішірек суқоймаларында, мысалы фаунасының құрамы біртектес, бірақ орналасуы тығыз бөгендерде биоценоздың түрлік құрамы біршама үлкен болатын көлдер мен теңіздерге қарағанда аса күрделі болмайды.

Биоценоздағы түрлердің ұқсастық дәрежесін салыстыру үшін өте жиі Жаккар мен Серенсен индекстерін пайдаланады. Ол мына формула бойынша анықталады:

$K = c / (a + b)$ - c және $K = 2c / a + b$, мұндағы a және b салыстырылатын биоценоздарда табылған түрлердің саны, c – осы түрлердің жалпы ортақ саны. Көрсетілген индекстерде сандық көрсеткіштерге тәуелсіз тек түрлердің саны ғана есептелінеді.

Мөлшерлік (размерлік) құрылым. Биоценоздың мөлшерлік құрылымы продуценттер, консументтер және редуценттер популяциясын құрайтын организмдердің санына тәуелді болады. Популяцияның мөлшерлік құрамы оның сипатының маңызды элементі. Мөлшерлік топтың бір қатарға өсуі көбею қарқындылығы мен санын төмендетеді, олардың ұйымдасуы күрделенеді, тіршілік ұзақтығы мен абсолютті өсімі артады.

Мөлшерлік құрылымның өзгеруі үлкен бейімдеушілік маңызға ие. Мысалы, диатомдылар клеткаларының мөлшері кішірейген сайын белгілі мөлшерлі нысандарды тұтынуға бейімделген консументтердің әсері әлсірейді. Балықтар болмаған жағдайда зоопланктондардың ірі формалары басым болады. Бұл өсу мен көбею қарқындылығының артуымен және жыртқыш омыртқасыздар жағынан әсердің әлсізденуімен түсіндіріледі. Балықтардың болуы қауымдастықта майда формалардың басым болуына алып келеді.

Трофикалық құрылым. Басқа биоценоздағыдай гидробиоценоздарда да автотрофтар-продуценттер (фотосинтетиктер мен хемосинтетиктер), гетеротрофтар-макроконсументтер (жануарлар) және микроконсументтер немесе редуценттер (бактериялар, актиномицеттер, саңырауқұлақтар) қалыптасады. Биоценоздағы қоректенудің әртүрлі деңгейлері *трофикалық деңгей* деп аталады. Продуценттер қауымдастықта алғашқы трофикалық деңгейді құрайды. Ал консументтер продуценттермен немесе олардың

ыдыраған өнімдерімен қоректеніп, биоценоздың екінші трофикалық деңгейін түзейді. Биоценозда үшінші трофикалық деңгей екінші трофикалық деңгейдегі организмдермен қоректенетін гидробионттардың популяциялары тіршілік еткенде пайда болады. Екінші, үшінші және одан арғы трофикалық деңгейлер атына сәйкес бірінші, екінші және одан кейінгі қатардағы *консументтер* деп аталады. Бір организмдердің екінші организмдерді жеу арқылы қоректік энергияның көзі болып табылатын автотрофтардан бір қатар организмдер арқылы тасымалдануы *қоректік тізбек* деп аталады. Әрбір кезекті тасымалдануда потенциалды энергияның көп бөлігі (90%-ға дейін) жылуға айналып жоғалады. Әрбір трофикалық деңгейде энергияның жоғалуы оның мөлшерінің жоғарғы трофикалық деңгейде шамалы екендігін көрсетеді. Яғни қоректік тізбек неғұрлым қысқа болса (организм оның басына жақын тұрса), соғұрлым популяция үшін энергия мөлшері көп болады.

Биоценоздағы қоректік тізбектердің жиынтығы оның *қорек жүйесін* түзейді. Қоректік жүйеде *желіну* және *ыдырау* тізбектерін ажыратады. *Желіну* голозойлы қоректенуге негізделген, яғни жануар не тірі организмдерді пайдаланады (мұны жайылымдық тізбек деп атайды), не оның ыдырау өнімдерін пайдаланады (мұны детриттік тізбек деп атайды). Ыдырау тізбектері бактериялардың, саңырауқұлақтардың және органикалық заттарды минералдайтын басқа да микроорганизмдердің тіршіліктерінің нәтижесінде жүзеге асады. Ерекше қоректену тізбектері көптеген омыртқасыздарға тән. Олар негізінен еріген органикалық заттарды осмостық жолмен қоректену үшін пайдаланады.

Олиготрофты суқоймаларындағы қауымдастықтың қоректік жүйелерінде жайылма тізбектер басым болады, өйткені микроорганизмдер аз және ыдырау тізбектері әлсіз. Судың трофтылығы артқан сайын детриттік және редуценттік (ыдырау) тізбектердің маңызы артады. Соңғылары оттек кенеттен жетіспей қалғанда және өлі органикалық заттар (батпақ) мол болатын қауымдастықта жалғыздан жалғыз болып қала береді.

Трофикалық деңгейдің біреуінен екіншісіне өткен кезде дарақтардың саны мен жалпы биомассасы азаяды, өйткені трансформацияның әрбір сатысында органикалық заттардың массасы жоғалады. Осының нәтижесінде *сан және биомасса пирамдасы* деп аталатын ұғым пайда болады. Оның негізі өсімдіктер өнімі бірінші консументтердің аз өнімін қолдайды, одан ары оданда аз екінші консументтер өнімін қолдайды және т.т. Тізбектер микроорганизмдерге, фитопланктонға және қарапайымдыларға негізделсе биомасса пирамдасы төңкеріліп кетуі де мүмкін. Яғни биомассасы аз және

өмірі қысқа, бірақ жоғары өнімді бірклеткалы балдырлар биомассасы біршама жоғары әрі ұзақ өмір сүретін зоопланктонға демеу бола алады.

Биоценоздың трофикалық құрылымының сипатына ондағы алуантүрлі трофикалық деңгейдегі организмдер санының қатынасы, әртүрлі қоректену типі тән формалардың қатынасы, трофикалық байланыстар санының қатынасы және т.б. жатады. Егер белгілі бір трофикалық деңгейдегі барлық особьтар бір қоректік топқа жатса немесе басқа трофикалық топтардағы организмдер онда өте аз маңызға ие болса, қоректік құрылым неғұрлым қарапайым болады. Ал әртүрлі қоректену типіне жататын формалар көп болса және даралардың саны бірдей болса, соғұрым биоценоздардың қоректік құрылымы күрделі болады.

Биоценоздың қоректік құрылымының күрделілігін қоректік тізбектің және қоректену типтерінің алуантүрлілігіне қарай бағалауға болады. Бірінші жағдайда биоценозда трофикалық деңгейлер көбірек, ал әртүрлі деңгейге жататын организмдердің сандық айырмашылығы төмен болса, трофикалық құрылым неғұрлым күрделі (алуантүрлі) болады. Екінші жағдайда, биоценоздың алуандылығы қоректену тәсілдеріне және организмдердің әртүрлі типтерінің қоректенуінің дәрежесіне тікелей қатысты болады. Яғни биоценоздың биомассасы жоғары болған сайын биотопта қорек көп болса, оның қоректік құрылымы да біртектес болады.

Кеңістіктік құрылым. Қауымдастықтағы кеңістіктің біртекті болмауы, ең алдымен ортаның біркелкі болмауымен байланысты. Біртектілігі алуантүрлі болатын орталарда түрлік құрамының біршама бай болуына және особьтардың кеңістікте бірдей орналасу дәрежесін біршама күтуге болады. Биоценоздардың кеңістіктік құрылымында организмдердің негізінен 2 түрлі орналасуын ажыратады. Олар: тік (вертикаль) бағытта және көлденен (горизонталь) бағытта орналасу. Пелагиалды қауымдастыққа тік бағытта орналасу жарыққа, температураға және биогендердің жинақталуына байланысты. Ал сутүбі биоценоздарына горизонталь бағытта орналасу грунттың алуантүрлі және сутүбі қабатына жақын жердегі судың гидродинамикалық белсенділігінің ерекшеліктеріне байланысты болады.

Планктонды қауымдастықтың тік бағыттағы құрылымдылығы жекеленген түрлердің белгілі бір тереңдіктерінде басым қабат құрып тіршілік етумен анықталады. Мысалы, көк-жасыл және жасыл балдырлар әдетте судың беткі жағын алып жатса, ал тереңдікке қарай диатомды балдырлар орналасады. Көк-жасыл балдырлардың беткі қабатта орналасуы оларға жарықты және атмосфералық CO_2 пайдалануға көп мүмкіндік береді. Өйткені фотосинтез нәтижесінде рН көтеріледі, ал CO_2 концентрациясы төмендейді.

Бентостық формаларда Әлемдік мұхиттың литоралынан сублиторалға, батиалдан абиссалға өту аймақтары жақсы байқалады. Өзіндік хорологиялық эффектілер жел тұрған кездегі су айналымдарының ерекшеленуімен анықталады. Органикалық заттардың конвергенция сызығының бойында көптеп жиналуы оларды пайдаланылатын зоопланктондардың молшылығымен қатар жүреді. Өйткені аралас учаскелерге қарағанда бұл жерлерде олар бірнеше есе көп болады. Конвергенция аймағында планктондарды су ағысымен тереңге тікелей әкелуінің де маңызы зор. Планктондары жоқ дивергенция аймағында-тереңдік сулардың көтерілу аймағында- қауымастықтың тік бағытта орналасу құрылымы басқаша түрде жүзеге асады.

Гидробиоценоздардағы популяция аралық қатынастар.

Биоценоздардағы популяция аралық байланыстар *тура және жанама* байланыстар деп екіге бөлінеді. Бірінші жағдайда, өзара әрекеттесетін популяциялардың дараларының арасындағы байланыстың тікелей жүзеге асуы байқалады. Екінші жағдайда, өзара әрекеттесетін популяциялардың особьтарының тікелей байланысуына бейімдеушіліктер жоқ және эволюция процесінде олар бір-біріне тіршілігінің нәтижесінде ғана бейімделген. Популяция аралық байланыстар қызметтік белгісі бойынша негізінде *трофикалық және форикалық* түрде болады. Трофикалық байланыстар бір түрге жататын даралардың басқа түрлердің дараларымен, олардың тіршілік өнімдері немесе өлген қалдықтары арқылы қоректенуінде байқалады. Форикалық байланыстар бір түрдің особьтарының орын ауыстыруы басқа түрдің особьтары арқылы жүзеге асқанда пайда болады.

Биологиялық маңызы бойынша популяциялар арасындағы байланыстар *нейтрализм, бәсекелестік (конкуренция), амменсализм, жыртқыштық және паразитизм, мутализм, карпоздар және комменсализм* түрінде байқалады.

Нейтралды қатынастар популяция үшін тән, бірақ аралас трофикалық деңгейлерге жатпайтын және олардың ешқайсысына зиян келтірмейтін тікелей өзара әрекеттер болмайтын қатынастар.

Бәсекелестік саны шектелген бір не бірдей ресурстарды пайдаланатын екі немесе бірнеше түрлердің особьтарының өзара қатынастары. Бәсекелестік бәсекеге түсетін әр түрдің тығыздығын төмендетеді және ол *тікелей (тура)* немесе *жанама* формада көрінеді.

Тікелей бәсекелестікке территорияны не баспананы күзету, олар үшін күресу сияқты барлық жағдайлар жатады. Мысалы, балдырлар өсетін жағалауларда тіршілік еткен теңіз кірпілері өздерінің қорегін жеуге келген басқа түрлерді жайылымнан қуып жібереді. Ал кірпілердің саны азайса, онда балдырларға басқа жануарлар келе бастайды. Бірқатар жануарлар және

кейбір ерекше өсімдіктер бәсекелестерін уландыратын токсиндер бөліп шығарады (аллелопатия). Мысалы, цианобактериялардың гүлденуі кезінде көптеген жасыл балдырлардың антогонист түрлерінің дамуын тоқтататын 10-нан аса түрлі ұшқыш заттар бөліп шығарады. Бұл заттар, өздері химиялық қарудың рөлін атқарады, цианобактериялардың дамуына, тоғандарда, суқоймаларында және эвтотрофты көлдерде олардың басым болуын қамтамасыз етеді. *Corallina officinalis* және *Godium tomentosum* балдырлардың метоболиттері қаптап өсушілерге-балянустың науплиустеріне және мидияның велигеріне токсикалық әсерін тигізеді және бактерияцидтік қасиеттерге ие болады. *Microcystis aeruginosa*-ның метоболиттері дафнияны уландырады, осылайша бұл балдырлар өздерін шаяндардың жеп қоюынан қорғайды.

Жанама бәсекелестік әртүрлі түрлердің бірдей ресурстарды пайдалану арқылы жүзеге асады. Тікелей бәсекелестіктен айырмашылығы сол, оның әсері өміршеңдіктің, өсу қарқындылығының және көбеюдің өзгеруі арқылы өте баяу байқалады. 1934 жылы орыс биологы Георгий Францевич Гаузе (1910-1988) *бәсекелестік болмайтын ережесін* ұсынды. Бұл ереже бойынша ұқсас экологиялық қуыстарда мекендейтін жақын туыстық түрлер бір жерде тіршілік ете алмайды. Туыстың түрлерінің экологиялық бөлінуін түсіндіру *Гаузе принципі* деген атпен белгілі болды немесе бәсекелестік болмайтын принцип деп аталады. Бұл ережені Г.Ф. Гаузе 1962 жылы алғаш рет эксперимент түрінде дәлелдеді.

Бәсекелестік болмау- экологиялық ұқсас түрлердің антогонистік өзара әрекетінің өте сирек кездесетін құбылысы. Мысалы, экологиялық жақын жануарлардың қоректік мамандануы аса байқалмайтыны сол, олар әртүрлі ресурстарды пайдаланып бір-біріне кедергі келтірмей тіршілік етуіне мүмкіндік береді. Әр түрдің бәсекелестік қабілеттілігі олардың тіршілік ортасы дамудың әртүрлі сатыларында өзгеріп отырса экологиялық жақын түрлер бірін-бірі ығыстырмайды. Белгілі түрдің особьтарының тіршілік циклі неғұрлым қысқа болса, соғұрлым бәсекелестік болмайтын принцип төмен болады. Осыған орай «планктонды прадоксты» түсіндіруге болады. Яғни фитопланктонда басым түрлердің бәсекелестік болмау принципі жүзеге аспайды, өйткені олардың генерациясының ұзақтығы бірнеше күнге немесе тіпті сағатқа созылады. «Планктонды прадокстың» басқаша түсінігі бәсекелестікті болдырмайтын «қоректік орының» оған сәйкес келмеуі.

Табиғи жағдайларда жақын түрлер бірін-бірі кеңістікте белгілі бір фактордың градиенті бойынша алмастырады немесе әртүрлі экологиялық қуыстарды иемденеді. Мысалы, кейбір крабтар басқа біреулер болған жағдайларда құмда мекендемейді, олар лайлы грунтта тіршілік етеді. Ал егер

бәсекелестік болмаған жағдайда қрабтар соңғысында кездеспейді. Түрлер бар ресурстарды олардың сапасы, орны және кездесетін уақыттарына қарай өзара бөліседі, осылайша экологиялық қуыстарды меңгереді. Бір-бірімен бәсекеге түсетін түрлердің қатар тіршілік етуі олардың экологиялық қуыстарының тарылуымен жүзеге асады. Осы белгілерімен тұралық бәсекелестік түрішілік бәсекелестікпен ерекшелінеді. Біз білетіндей соңғысында қуыстар кеңейеді, түрлер ортаның жаңа элементтерін меңгереді және осыларға сәйкес олардың ресурстық базасы да артады.

Аменсализм бір популяцияның екіншісіне пайдасыз теріс әсерін атайды. Мысалы, қалқаншалар детриттің кесектерімен қоректенеді. Олар су түбін лайлап, судың мөлдірлілігін төмендетеді. Осылайша балдырлардың фотосинтезін баяулатады. Судың бетін тығыз қабатымен жауып, өсімдіктер жануарлардың тыныс алуын нашарлатады. *Prymnesium* хризомонадалары жаппай дамыған кезде турбелляриялар, олигохеттер, моллюскалар мен балықтар өлім-жітімге ұшырайды, ал шаянтәріздәлердің уытты заттарға сезімталдығы нашарлайды.

Жыртқыштық пен паразитизм. «Жыртқыш-жемтік» және «паразит – ие» типіндегі екі популяцияның өзара әрекеттесу нәтижелері бір популяцияның өсуі мен тіршілігіне теріс әсер етсе, ал екіншісіне оң жағымды әсер етеді. Биоценоздағы жыртқыштардың рөлі олардың санымен және жемтікті жарақаттау дәрежесімен анықталады. Егер жемтіктің қорғануы нашар, ал жыртқыштар көп болса, олар желінетін популяцияның санын күрт төмендетеді. Егер осы кезде жыртқыш басқа қорегін таба алмаса, онда оның саны да төмендейді. Нәтижесінде тұтынылатын организмдердің популяциясы біртіндеп жақсарады, жыртқыштардың тіршілік жағдайы қолайлы болады және олардың саны көбейеді. Осылайша жыртқыш пен жемтік популяцияларының тығыздығында өзгермелі тепе-теңдік пайда болады, оған екі түрдің санының өзгерісі арқылы қол жетеді.

Егер жемтіктерінің жаралануы аз болса (жасырынатын орындардың және қорғаныстың басқа да құралдары болса), онда жыртқыш жемтікке байланысты оның санын тұрақтандырғыш ретінде қызмет атқарады. Жемтігінің популяцияның тығыздығын белгілі бір деңгейде ұстай отырып жыртқыштар қоректік ресурстардың нашарлауына алып келетін сандық көрсеткіштің өсуін ескертеді. Жыртқыштардың саны аз болғанда жемдіктердің популяциясына айтарлықтай әсерін тигізбейді.

Биоценоздағы жыртқыштардың жемтіктерге әсері бірте-бірте нашарлай бастайды, өйткені эволюция барысында өзара әрекеттесетін популяциялардың бұзылуын ескертетін бейімдіктер, ал желінетін организмдерде олардың санын азайтуға қарсы тұра алатын алуантүрлі

бейімдеушіліктер пайда болады. Жыртқыштарда жемтіктер популяциясына өте аз зиян келтіретін қоректік қажеттілігін қамтамасыз ететін бейімдеушіліктер қалыптасады. Мысалы, бірқатар моллюскалар мен полихеттердің дернәсілдерінің жаппай лайлы грунтқа түсу кезеңі оларды қорек ретінде пайдаланатын тікентерілілер - офиуралардың (*Ophiura* және *Amphiura*) көбеюі кезеңіне сәйкес келеді. Ал көбеюге дайындалған офиурлар бұл кезде қоректенуін тоқтатады. Офиуралар екі айға жуық ашығады, осы уақытта сутүбіне шөккен моллюскалардың жастары бірнеше жүз есе өседі. Көбею тоқталған соң офиуралар біршама үлкейген моллюскалармен қоректенеді. Көбею кезінде қоректенбеу көптеген жыртқыштарға – теңіз жұлдыздарына, сегізаяқтарға, *Nicella lapillus* моллюскаларына, тең аяқты және онаяқты шаянтәрізділерге (*Idotea baltica*, *Crangon allmani*), бірқатар балықтарға тән. Қоректенудегі мұндай өзгерістер қорек нысандарының дернәсілдерінің пайда болуы уақытына сәйкес келеді. Мұндай құбылысты жыртқыштар мен жемтіктерді өзара бейімдеушіліктерге алып келген эволюцияның біртұтас заңды нәтижесі деп айтуға болады.

Паразитизм. Биоценоздарда паразиттер жыртқыштар сияқты рөл атқарады. Экологиялық көзқарас бойынша жыртқыштық пен паразитизм бір-біріне ұқсас, бірақ олардың арасындағы ірі жыртқыштар мен майда паразиттерде кәдімгідей айырмашылықтар бар. Паразиттер жыртқыштармен салыстырғанда біршама жоғарғы биотикалық потенциалға ие. Кейде олар популяция санын мезгіл-мезгіл күрт төмендетеді. Нәтижесінде паразиттердің өздерінің саны да төмендейді.

Гидробионттардың экто- және эндопаразиттерінің арасында систематикалық жағынан әртүрлі топтар (қарапайымдылардан бастап шаянтәрізділерге дейін) кездеседі. Мысалы, ішекқуысты полиподиум (*Polipodium hydriforme*) кейбір бекіре балықтарының уылдырықтарында паразиттік тіршілік етеді. Қосқабатты кішкентай дернәсіл дамып келе жатқан уылдырыққа енеді. Балық уылдырықтарын өзенге шашқанда сау уылдырықтармен бірге зақымданған уылдырықтар да суға түседі. Әр ауру уылдырықтан 60-90 полип шығады. Жаз бойы полиподиум жыныссыз жолмен көбейеді, жазда жыныстық жетілген полиптер бекіретектестердің шабақтарына өтеді және сүйіріктердің, бекірелердің, шоқырлардың және арал мекіресінің уылдырықтарына қоныстанады. Залалданған өте қымбат уылдырықтар тауарлық құндылығын жоғалтады, сонымен қатар бекіретектестердің өнімділігі де біршама төмендейді.

Көптеген паразит шаянтәрізділер (ескекаяқтылар) эктопаразиттер болып табылады. Тұщысу, сол сияқты теңіз, балықтарының ең кең тараған кәдімгі паразиттерінің бірі *Ergasilus* туысының өкілдері. Бұлар оңғақтың,

шортанның және басқа да балықтардың желбезектерінде жабысып тіршілік етеді. Бір балыққа 3000-ға дейін шаяндар жабысып, балықты өлімге алып келеді. Тұщы және теңіз балықтарында жиі тұқы биттері паразиттік тіршілік етеді. Тұқыжегіштер кең таралғанмен, олардың балықтарға келтіретін зияны аса ауқымды емес.

Мутуализм – бірі бірінсіз тіршілік ете алмайтын организмдер арасындағы байланыс. Бұл балдырларың қарапайымдылармен, губкалармен, ішекқуыстылармен және құрттармен селбесіп тіршілік етуі. Мысалы, кеме құрты *Bakia* оның арнайы бездерінде (мицетоциттерінде) қоныстанған бактерияларсыз тіршілік ете алмайды. Өйткені бұл бактериялар ағаш сүрегімен қоректенетін иелері үшін бірқатар алмаспайтын аминқышқылдарын синтездейді. Иелері өздерінің эндосимбионттарына белгілі бір дәрежеде қамқорлық жасайды. Оң фототаксис тамыраяқтылардың тек қоректік қажеттілігін ғана қамтамасыз етіп қоймай, сонымен қатар олардың бақалшақтарын қатаю процесін үдететін балдырлары бар көптеген фораминифераларды да қамтамасыз етеді. Мысалы, коралл (*Pocillopora*) мен крабтардың (*Tropezzia*) симбионттары - креветкалар (*Alpheus*) жыртқыш теңіз жұлдызын тікендері мен амбулакралды аяқтарын тістеп иелерінен қуады.

Мутуализмнің нақтылы мысалына тақуа шаяндар мен актиниялардың селбесіп тіршілік етуі жатады. *Pagarus prideauxi* тақуа шаяны мен *Adomesiu palliate* актиниясы әруақытта бірге тіршілік етеді. Тақуа шаяндар үшін актиния жауларынан қорғану құралы болса, ал актиниялар өздерінің иелерінің қорегінің қалдықтарымен қоректенеді әрі оларды бір-орыннан екінші орынға тасымалдаушы болып табылады. Тақуа шаян бақалшығын ауыстырғанда өзінің қысқышымен өте абайлап актинияны қайтадан жаңа бақалшығына орналастырады.

Эктопаразиттерден қорғану да мутуализмнің бір формасы болып табылады. Өйткені кейбір түрлердің особьтары олардың терісін немесе тіпті ауыз қуысын тазалайтын жануарларды іздейді. Майда ерінділер арасында тазалағыш-балықтар деп аталатын түрлері кезеседі. Олар ірі балықтарды денесінде не желбезектерінде және ауыз қуысында болатын эктопаразиттерден тазалайды. Мысалы, тазалағыштар қатарына ерінді-тазалағышты (*Zabroides phthirophagus*) және осы туыстың басқа да өкілдердін жатқызуға болады. Бұл майда балықтар тұрақты түрде белгілі бір орындарда мекендейтіндіктен, паразиттерден зардап шеккен олардың жыртқыш клиенттері- ставридалар, луциандар және басқалары- керек уақытында тазалағыштарды тауып алып тазалық процедураларын қабылдайды, тіпті ауыз қуысын да тазалауға мүмкіндік береді.

Карпоздар, комменсализм. Карпоздар деп екі популяцияның біреуіне тиімді, ал екіншісіне ешқандай зиян келмейтін селбесіп тіршілік етудің барлық формаларын айтады. Егер карпоз бір организмнің қоректенуі екінші организм есебінен, соңғысына ешқандай зиян келтірмей, жүзеге асса, онда комменсализм жайында айтылады. *Комменсализм*-екі организмнің селбесіп тіршілік етуі, бұл кезде бір организм екінші организмнің үстінде тіршілік етіп, иесінің қорегінің қалдығымен қоректенеді не болмаса тіршілік барысында туындайтын қажеттіліктерді (орын ауыстыру) жүзеге асыруда пайдаланатын формасы болып табылады. Бұл кезде комменсалдар иелеріне ешқандай ауыртпалықтар туғызбайды. Мысалы, көптеген жануарлар-қарапайымдылар, гидроидтар, шаянтәрізділер, моллюскалар және тіпті балықтар да тікентерілілердің комменсалдары болып табылады және оларда мекендейді. Бұлар теңіз кірпілерінің инелеріне және теңіз жыландарының денесіне бекініп, не тікентерілілердің ішектерінде, басқа да мүшелерінде орналасып, олармен қорегін бөліседі және олардан қорғаныш табады.

Заттар мен энергияның өзгеруі. Барлық биологиялық қауымдастықтардың қызметі үшін энергияның түсуі қажет. Қауымдастықтың өздері өндіретін органикалық заттар (және ондағы қорланған энергия) *автохтонды* деп аталады. Су қауымдастықтарында ол негізінен саяз жерлердегі фитопланктондар және макрофиттердің фотосинтезі барысында түзіледі, ал органикалық заттардың (энергетикалық ресурстардың) бір бөлігі экожүйеге жиі сырттан су ағыстармен, желмен түседі, мұны *аллохтонды* деп атайды.

Абиотикалық заттар мен энергияның өзгеруінің маңызды нәтижесі биоценоз автотрофтары жүзеге асыратын *биосинтез* болып табылады. Гетеротрофты қоректену процесінде жаңадан түзілуші заттар трофикалық деңгейдің келесі сатысында түзілетін затқа айналады. Энергия жұмсалыу арқылы жүретін бұл жаңару түрлі жолдар арқылы жүзеге асады.

Өзгеру жолдары (каналдары). Су биоценоздарында заттардың гетеротрофты жаңаруы және энергияның келесі трофикалық деңгейлерге берілуі голозойлы қоректену жүйесі жайылымдық және детриттік қорек тізбектері арқылы жүзеге асады. Гидробиоценоздардағы голозойлық трофикалық тізбектер құрлық қауымдастықтарына қарағанда өзгеше жүреді. Ең алдымен олардың заттар мен энергияны өзгеруіндегі салыстырмалы рөлі біршама төмен, өйткені гидробионттардың басым бөлігі осмос жолымен қоректенеді. Балдырлардың, әсіресе су өсімдіктерінің негізгі бөлігі өсіп тұрғанда қорек үшін өте аз пайдаланылады, ал олар тіршілігін жойған соң детритке айналады, соңғысымен көптеген гидробионттар қоректенеді. Су қабатындағы және сутүбінде пайда болған көптеген детриттер

биоценоздардың голозойлы тізбектерінен қоректенудің сүзу тәсіліне көшуіне себепші болады. Өте майда бөліктерді сүзу арқылы зоопланктондар мен зообентостардың көптеген өкілдері қоректенеді. Детриттің көптеп, әсіресе түпкі қабаттарда, жиналуы биоценоздарда анаэробты және аэробты ыдырау тізбектерінің түзілуіне алып келеді. Олардың түзілуінде маңызды орынды бактериялар мен саңырауқұлақтар алады.

Суқоймаларының қоректілігі мен ластануының артуының нәтижесінде заттар мен энергияны өзгерудің әртүрлі жолдарының күші өзгереді. Олиготрофты суқоймаларының қоректік жүйесінде жайылымдық тізбектер басым болады, детриттік тізбектер аздау, ал ыдырау тізбегі төмен болады және ол көпшілігінде аэробты жағдайларда жүзеге асады. Суқоймаларының қоректілігі мен ластануының жоғарылауында ыдырау тізбектері басымдылыққа ие болса, ал жайылымдық бірте-бірте азая береді, соңында голозойлы қоректену толықтай жойылады. Бұл экожүйенің тірі компоненті тек микроорганизмдер болғанда ғана жүзеге асады. Мұндай жағдай үшін анаэробты процестердің аэробты процестерден басым болуы және қауымдастық құрамынан фотоавтотрофтар толықтай шығуы керек. Биоценоздардың тіршілігі аллохтонды органиктер энергиясы есебінен жүреді.

Су биоценоздарында заттардың басым бөлігі құрлық биоценоздарында болмайтын осмостық тізбектер арқылы айналады. Бірклеткалы теңіз балдырлары фотосинтез процесінде түзілетін заттардың 45%-ға жуығын суға шығаратыны белгілі. Оның 33%-ы тірі кезінде бөлетін жеңіл сіңірілетін метаболиттер болса, 56%-ы ыдырау кезінде бөлінетін, бірақ фитопланктондар үшін қорек болмайтын бөлігіне жатады, 11%-ы гумустың суда ерімейтін құрамында болады. Макрофиттер фотосинтезінің өнімдерінің үлесі мұнанда жоғары. Бұлар суға жылдық синтездің 71%-ға жуығын береді, оның 37%-ы тірі кезінде, ал 34%-ы тіршілігін жойған соң түседі. Еріген органикалық заттарды тұтынушылардың қатарына тек бактериялар ғана емес, сонымен қатар көптеген балдырлар, сол сияқты бір қатар омыртқасыздар да жатады.

Өзгерудің тиімділігі (эффектілігі). Әрбір трофикалық деңгейде түзілетін органикалық заттың мөлшері гидробионттардың төменгі деңгейде өндіретін мөлшерінен біршама аз болады. Консументтер алдындағы деңгейде өндірілген барлық органикалық затты толықтай пайдаланбайы. Тұтынылатын заттың шамалы бөлігі ғана консументтердің денесін құруға жұмсалады, ал қалғандары диссимиляция процесі барысында минералданады. Әдетте желінген қоректің 80-90%-ы алмасуға жұмсалады, ал қалған 10-20%-ы организмнің өсуіне пайдаланылады.

Органикалық заттың трофикалық деңгейлердің келесі сатысына көшкенде өзгеру тиімділігін бағалау есебі энергетикалық эквивалент түрінде жүргізіледі. Әдетте аралас теңдеулер үшін олардың рациондарын, ассимиляция өнімдерін және өсу энергияларын салыстырады. Егер организмдердің сіңірген энергиясын P әрпімен, ассимиляциясын $-A$ және өсуін $-П$ әріптерімен белгілесек, онда аралас трофикалық теңдеу үшін $-U$ және $U-1$ былайша өрнектелінеді:

$$P_y/P_{y-1}, П_y/P_{y-1}, A_y/A_{y-1}, П_y/П_{y-1} \text{ және } A_y/П_{y-1}.$$

$П_y/П_{y-1}$ қатынасын көп жағдайда *қоректік тізбектің тиімділігі* (эффектілігі) немесе *экологиялық тиімділік* (эффектілік) деп атайды.

Алдыңғы деңгейден келесі деңгейге өткен кездегі энергияны пайдалану тиімділігі әртүрлі қатардағы консументтерде өте күшті ажыратылады. Мысалы, қоңыржай ендіктердегі бірқатар көлдер үшін балдырлар өнімдері мен оларды тұтынушыларға қатынасы орташа 10,3%-ды құрайды. Екінші қатардағы консументтер үшін бұл көрсеткіш 49%-ға жетеді. Мысалы, Қара теңіздің эпипелагиаль қауымдастығында $П_y/П_{y-1}$ қатынасы фитофагтар үшін 59%-ға тең болса, аралас қоректі тұтынушылар, 1-ші және 2-ші қатардағы жыртқыштар үшін тиісінше 48, 12 және 8%-ға тең болады.

Салқын сулардың тұрақты қауымдастықтары үшін барлық гетеротрофты деңгейлер бойынша энергияны беру тиімділігі тұрақты болады (27-28%). Тұрақсыз жүйелерде бұл көрсеткіш бірінші гетеротрофты деңгейден (60%) соңғы деңгейге дейін (8%) кілт төмендейді.

Өзгеру қарқындылығы. Биоценоздардың өте маңызды қызметтік сипаттамасы судың белгілі көлемінде уақыт бірлігінде немесе биоценоз орналасқан аудан бірлігіне шаққандағы потенциалдық энергияға өтетін *кинетикалық энергия* және кинетикалық энергияға өтетін *потенциалдық энергиялардың* суммасы болуы мүмкін. Бұл көрсеткішті 1958 жылы В. Оле ұсынған. Көлдер және олардың меншікті биоактивтілігі үшін органикалық заттың синтезі мен ыдырауына кететін барлық процестер, яғни автохтонды және аллохтонды органиктердің есебінен түзілетін алғашқы (бірінші) өнім және консументтер өнімі есепке алынады.

Теңіздер мен континенталды суқоймаларының негізгі биоценоздары. Суқоймаларының биоценоздары біртіндеп бір-біріне өтеді және олардың арасынан нақтылы шекараларды жүргізу мүмкін емес. Бұл жануарлардың қозғалысына, гидробионттардың тік және көлденен бағыттарда миграциялар жасауына, биотоптар арасында шекара жүргізуге қиындық туғызады. Осыған қарамастан, биоценоз анықтамасын басшылыққа ала отырып, әрбір суқоймаларында ірі қауымдастықтарды анықтауға

мүмкіндік бар. Олар не биотоптық белгілері бойынша (жартастар, құмдар, литоралдар және т.т биоценоздары), не басым түрлер бойынша (шіліктер, сестонофагтар және т.б.) немесе географиялық аудандар бойынша (мысалы, солтүстік–шығыс Каспий, Арал теңізінің оңтүстік бөлігі, Балқаш көлінің батысы және т.т) анықталады.

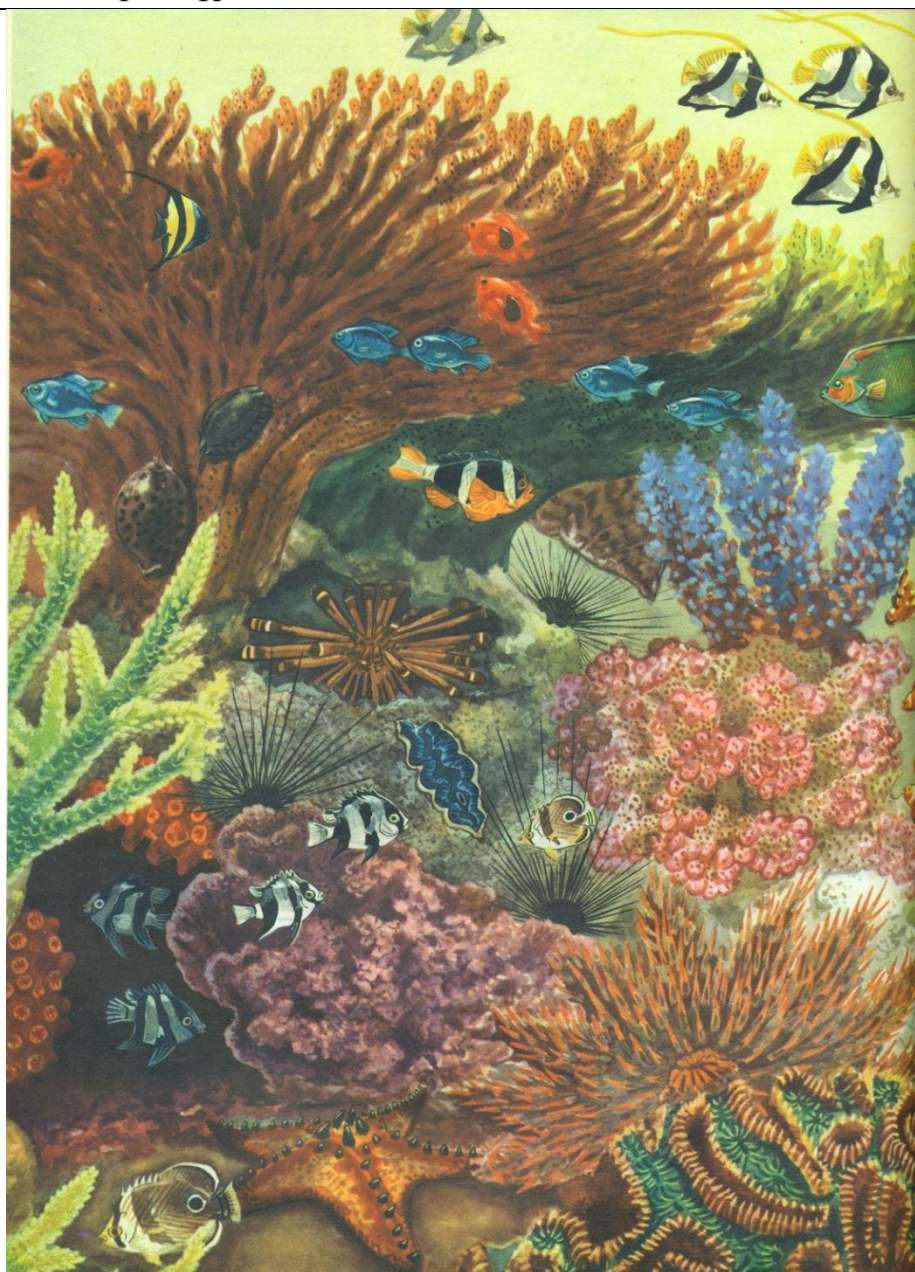
Әлемдік мұхиттың биоценоздары. Толық буынды биоценоздар Әлемдік мұхиттың шельф және эпипелагиаль аудандарында біршама жақсы байқалады. Ал фотосинтетиктер болмайтын тереңді мекендеушілер толық емес (жартылай) буынды биоценоздан тұрады, бұлар аллохтонды органика есебінен тіршілік етеді.

Шельф биоценоздары. Шельф биоценоздарының құрамы негізінен грунттардың сипатымен, толқындардың әсерлерімен, су және ауа массаларының ерекшеліктерімен анықталады. Түбі құмды немесе майда қиыршық тасты грунтты мұхиттардың ашық саяз суларында тек бекініп, көміліп немесе өте қозғалмалы организмдер ғана тіршілік ете алады. Шельфтік биоценоздардың құрамы мен орналасуына су массасының температурасы біршама әсер етеді. Грунттар биоценоздардың құрамын, құрылымын және орналасуын тек физико-химиялық жағдайлары ұқсас учаскелерде ғана анықтай алады. Тұщысу ағыны біршама анық болатын аудандарда тұздылау су биоценоздары пайда болады, Жағалаумаңы грунттарды мұздар кескілейтін жерлерде биоценоздар түрлік құрамы бойынша да, биомассасы бойынша да кедей. Шельфтік биоценоздарда саны және биомассасы бойынша бір немесе бірнеше түрлердің организмдері өте басым болады. Бұл организмдер басқа гидробионттар үшін негізгі элемент болып табылады. Баспана немесе қорек мол болғандықтан бұл жерлерде биоценоздардың түрлік алуандылығы да және биомассасы да күрт артады. Ұқсас грунттар мен тереңдіктерде осындай басым организмдер болмаса, онда түр саны ондаған түрден аспайды.

Тропикалық аймақтардың саяз жағалауларында мангр шіліктері мен маржан (коралл) рифтерінің биоценоздары тән. *Мангр шіліктері* негізінен аласа (биіктігі 5-10 м) ағаштар және бұталардан тұрады. Олар күшті бұтақтанған, суға жартылай батып, салбыраған тамырлары лайға бекінеді. Бұлардың тамырларының арасында крабтардың көптеген індері болады, лайдың H_2S -пен қанығуына байланысты инфауна болмайды. Грунтта және суда көптеген қосжақтаулы моллюскалар, гарпактикоидтар, бүйіржүзгіштер, мизидалар, балықтар кездеседі. *Маржан рифтері* симбиоздық байланыстары өте күшті дамыған жоғары өнімді экожүйе болып табылады (20-сурет).

Рифтер көптеген шаянтәрізділерге, тікентерілілерге, басаяқты моллюскаларға баспана болады. Балдырлар мен кораллдардың арасында

түрлі-түсті балықтардың үйірлері жайылады, олар сестондармен қоректенеді. Түнге қарай лангустар мен түрлі шаянтәрізділер және омыртқасыздар белсенді болса, күндіз барлығы да тасаға тығылады. *Литоралдың* түптік биоценоздары түрлік құрамы жағынан сублиторалға қарағанда бай болып келеді. Өйткені литоралда организмдердің түрлі субстраттарда тіршілік етуіне мұнда кездесетін түрлі грунттар мүмкіндік береді. Литоралда температура ауқымы өте кең. Ол ендік бойынша жылдың барлық маусымында өзгеріп тұрады.



20 -сурет. Маржан рифтеріндегі тіршілік (Жизнь животных, т. 1. М., 1987)

Осыған орай, бұл аймақтың түрлі учаскелерінде организмдердің эвритермді, жылысулық және салқынсулық формалары мекендейді.

Литоралдық биоценоздардың биомассасы өте жоғары. Ол фитобентостың күшті дамуымен байланысты, оның ыдырау өнімдерімен көптеген жануарлар қоректенеді. Литораль биоценоздары бекініп немесе аз қозғалып тіршілік ететін формаларға өте бай. Оған қатты субстрат және қозғалмайтын жануарлар үшін қорек табуға мүмкіндіктер жеткілікті. Бұл қоректік заттардың суда көп болуымен қатар, олардың судың тасуы-қайтуы кезінде қозғалмалы болуына да байланысты. Нәтижесінде бекініп отырып тіршілік ететін жануарлардың ұстағыш органдарына қоректік тасымалдануын да қамтамасыз етеді.

Литоралдың көптеген бентонтары детритпен қоректенеді. Қалқымалы детриттері көп аймақтарда негізінен сестонофагтар мекендейді. Олар субстрат бетінде жиналады, грунттан қорек жинайтын формалары да кездеседі, ал грунтта детрит көп жиналған жерлерде грунтты ішек арқылы өткізу жолымен қоректенетін организмдер де мекендейді.

Түптік биоценоздардың 4 трофикалық типі анықталған. Олар: *қозғалмайтын және қозғалатын сестофагтар*, грунтты *таңдап және таңдамай жұтатын* детритофагтар. Трофикалық аймақтар белгілі бір ізділікпен алмасып отырады. Оны схема түрінде былайша түсіндіруге болады. Тасты жағалаумаңында қозғалмайтын сестофагтар фаунасы, одан кейінгі аймақ грунттан детрит жинайтын жануарлар, одан ары тереңге қарай грунтжегіштер басым болады. Әдетте сестофагтар түрлік құрамы жағынан біртектес, бірақ детрит жинаушылар мен грунтжегіштерге қарағанда биомассасы үлкен болады.

Пелагиалдың негізгі биоценоздары. Әлемдік мұхиттың пелагиалы шығу тегі және гидрологиялық сипаты бойынша ерекшелінетін жекелеген су массаларынан түзіледі. Әрбір су массасы жеке биотоп болып саналады. Пелагиалды мекендеушілер салыстырмалы түрде аздаған биоценоздардан тұрады, өйткені мұхитта тек үлкен масштабты айналымдар шегіндегі ғана су массасы тұрақты. Мезгіл-мезгіл пайда болатын айналымдар басқа биотоптар болып табылмайды, өйткені өзінің тұрақсыздығынан биоценоздардың қалыптасуын және тіршілік етуін қамтамасыз ете алмайды. Ірі масштабты су айналымдарына бойлық бойынша мұхиттардың жағалауларымен шектесетін айналымдар жатады. Ендік бойынша олар экватордың екі жағында симметриялы орналасады. Атлант және Тынық мұхиттарда екі тропикалық, екі субполярлық және екі полярлық айналымдар белгілі. Үнді мұхитында оңтүстіктік айналымдар бар. Ірі масштабты айналымдардың облыстары бір-бірімен түйіспейді және азды-көпті кең нейтралды сулармен бөлінеді. Олардың өздерінің тұрақты айналымдары да болуы мүмкін. Осыған сәйкес ашық мұхиттың ірі масштабты айналымдарын мекендеушілерді *мұхиттық*

және бейтараптық сулардың мекендеушілері деп ажыратады. Бұлар алыс неретикалық мекендеушілер деп те аталады. Бұдан басқа біртектес терең су мекендеушілері (бұл біртектес биотоп) және жағалаумаңы суларын мекендеушілер де болады, бұлар жеке биотоптар болып саналады.

Әлемдік мұхиттың пелагиалында неретикалық (жағалаумаңы) және мұхиттық аймақтардың биоценоздарын ажыратады. Неретикалық биоценозға көптеген гетеротоптық формалар тән. Олар дамудың бір сатысында сутүбінде, басқасында-суқабатында мекендейді. Неретикалық биоценоздардағы фитопланктон барлық ендік аймақтарда мұхитқа қарағанда саны жағынан бай. Бұл негізінен жағалаумаңы суының судың тасуы мен қайтуына байланысты араласуының жоғары болуымен түсіндіріледі. Қоңыржай ендіктерде фитопланктонның жаппай дамуы неретикалық аймақта мұхиттық аймаққа қарағанда ерте басталады. Неретикалық аймақтағы биоценоздарда зоопланктоннан бентосты организмдердің өте көп пелагикалық дернәсілдері кездеседі.

Әлемдік мұхиттың неретикалық және ашық аймақтарының эвфотикалық қабаттарында біршама ірі айналымдарға сәйкес 6 негізгі қауымдастық типін ажыратады. Олар: 1- оңтүстік суықсулы қауымдастық, үш мұхитқа ортақ, фитопланктон дамуында маусымдық ауысым өте анық байқалады суықсулы диетомдар кездеседі. Зоопланктонда жануарлардың дернәсілдері кездеспейді. Түрлік алуандылық түрлі маусымдарда өте күшті өзгеріп тұрады; 2-солтүстік суықсулы қауымдастық Солтүстік поляр суалабында, Атлант және Тынық мұхиттардың солтүстік-батыс жағалаумаңы бөлімдерінде кездеседі. Фитопланктонда алдымен диетомдар-крифилдер, оның соңынан әртүрлі талассиозирлер, кейде хломидомонадалар пайда болады. Жазда хетецерастер мен перидениялар басым болады; 3- оңтүстік қоңыржай суықсулы қауымдастық, барлық 3 мұхитқа тән. Фитопланктонда мұхиттық түрлер басым. Маусымдық ауысым жақсы байқалады, криофилдер көктемгі эфемерлер болып табылады. Организмдер санының маусымдық тербелісі біршама; 4-солтүстік қоңыржай-салқынсулы қауымдастық. Тынық мұхитта фитопланктонның биомассасы төмен, ал зоопланктонның биомассасы жоғары болады. Планктон санының маусымдық тербелісі аз маусымдық цикл жақсы теңескен. Атлант мұхитында фитопланктон жаппай дамиды, зоопланктонның биомассасы жоғары планктонды фитофагтар басым; 5-жылы олиготрофты қауымдастық, субтропикалық айналымда орналасқан (Тынық және Атлант мұхиттарында екі-екіден, Үнді мұхитында біреу). Фито- және зоопланктонның биомассасы аз, түрлік алуандылық өте жоғары. Фито- және зоопланктон санының маусымдық тебелісі аз, маусымдық цикл жақсы теңескен. Қауымдастық тік бағыт бойынша күшті

жіктелген; 6-жылысулық эвтрофты қауымдастық. Тропикалық айналымдарда орналасқан, 3 мұхиттың экватор аймақтарында жақсы байқалады. Балдырлардың биомассасының зоопланктон биомассасына қатынасы субтропикалық қауымдастықтарға қарағанда жоғары жекелеген түрлердің басымдылығы анық байқалады.

Континенталды суқоймаларының биоценоздары. Континенталды суқоймаларының шамалы көлемі олардың биоценоздарын жіктеуге мүмкіндік береді. Мұнымен қатар континенталды суқоймаларының бір-бірінен оқшаулану дәрежесінің жоғары болуы, әрқайсысында өзіндік режимнің болуы тіпті жақын орналасқан суқоймаларының гидробионттарының арасында айырмашылықтар болуына алып келген. Континенталды суқоймаларының биоценоздары үшін органикалық заттардың жаңа түзілуінен ыдырауының (деструкциясының) басым болуы тән. Әлемдік мұхиттан айырмашылығы континенталды суқоймалары құрлықтан аллохтонды органиканы көптеп алады. Оның энергиясының нәтижесінде континенталды суқоймаларында консументтердің қосымша саны дамиды. Осыған орай континенталды суқоймаларында энергияның биологиялық азаюы оның жинақталуынан басым болады.

Өзендер биоценоздары. Өзендер үшін биотоптық әртүрлілік және осыған сәйкес биоценоздық бөлшектену тән. Бастаудан атырауға дейін қозғалуына байланысты өзен планктоны біршама өзгерістерге ұшырайды. Егер өзен бастауын мәңгі мұздар немесе мұздықтардан алса, планктондар осы бастауларда су ағысымен төмен қарай пелагиаль биоценоздары заңды өзгеріске ұшырайды. Ағыс жылдамдығының төмендеуі және судың мөлдірленуіне сәйке жазық өзендері фитопланктонға байиды, алғашқы қорек артады, шаянтәрізділердің басымдылығы артады. Автотрофтар өндіретін органикалық затты жануарлардың пайдалануы суы мөлдір жазық өзендерінде максималды пайдаланудан әлде-қайда қашық, балдырлар мен олардың ыдырау өнімдері су түбіне түседі. Суы өте лайлы өзендерде немесе олардың жекелеген учаскелерінде пелагиаль биоценоздары продуценттерге және макроконсументтерге өте кедей болады, бұл кезде микроконсументтердің салыстырмалы рөлі күшті артады (аллохтонды органиктердің түсуі есебінен).

Биоценоздардың дифференциациясы өзеннің түбінде пелагиальға қарағанда өте жақсы байқалады. Өзендердің түбі тасты учаскелерінде бентос *литореобионты* биоценоздардан тұрады. Олардың арасында *Fontinalis* қынасы, колониалды өсетін *Hydrurus* жасыл балдыры, бентосты диатомды және басқа да балдырлар маңызды рөл атқарады. Жануарлар өте көп түрлі, биоценоздың барлық биомассасы салыстырмалы түрде өте көп.

Қауымдастықтың өзіне тән қасиеті ағысқа қарсы тұра алуы және сумен келген қоректі ұстай алуы болып табылады. Ағысы жақсы байқалатын түбі құмды жерлерде *псаммореобионты* биоценоздар қалыптасады. Онда продуценттер аз, консументтер биомассасы онша көп емес. Өзендердің түбі сазды грунтты учаскелерінде *аргиллореобионты* биоценоздар пайда болады, олардың өкілдері індерде мекендейді немесе субстраттың үстінде бекінеді. Түрлік алуандылығы және биомассасы бойынша бұл биоценоздар салыстырмалы түрде кедей. Жазықтық өзендердің төменгі ағысының медиалында *пелореобионты* биоценоздар қалыптасады. Бұл жерлер түрлік құрамының аздығымен және биомассасының жоғары болуымен ерекшелінеді. Бұларда продуценттер өте аз, консументтер, негізінен детритофагтарға және грунтжегіштерге жатады. Қалың боп өскен су өсімдіктерінде *фитореобионты* биоценоздар түзіледі, олар көптеген продуценттерден және консументтерден тұрады. Өзендік биоценоздарда автотрофты компоненттер, әдетте өзгертін энергияның мөлшері бойынша гетеротрофтардан аз болады. Өнімнің деструкциясының бірнеше мәрте басым болуы өзенге су жиналатын жерлерден аллохтонды органикалық заттың түсуіне байланысты.

Көлдер биоценоздары. Көлдерде биоценоздардың автотрофты компоненті фитобентостан, әсіресе жоғары сатыдағы өсімдіктер өскен суқоймаларының жағалауларында түзілген. Макрофиттердің қурап өлуінің нәтижесінде литоралда, сублиторалда және профундалда детриттер өте көп жиналады. Осыған орай, көл қауымдастықтарында қоректенудің детриттік тізбектері жақсы байқалады. Көл суының мөлдірлілігі және онда жеткілікті түрде биогендердің болуы фитопланктонның дамуын қамтамасыз етеді. Нәтижесінде көл қауымдастығы түрлік алуандылығы бойынша өзенмен салыстырғанда аз болғанымен, биомассасы бойынша көп болуымен ерекшелінеді. Көлдерде олардың қазаншұңқырының негізін қамтитын профундаль биоценоздарын, литораль биоценоздарын және көл суының қабатының биоценоздарын ажыратуға болады.

Профундалда жоғары сатыдағы өсімдіктер болмайды, грунтты лайлы және көптеген көлдерде салыстырмалы түрде түрлік құрамы кедей және көп бөлігінде біртекті болатын пелофилді биоценоз қалыптасады. Биоценоздың негізгі құрамдас бөліктері (компоненттері)—олигохеттер мен хирономидтердің дернәсілдері болып табылады. Моллюскалардан теңіз бұршақшаларының әртүрлі түрлері, микробентоста нематодтар, ескекаяқтылар мен бүйіржүзгіштердің кейбір түрлері кездеседі.

Төменгі литоралға біршама пелопсаммофилді және фитофилді биоценоздар тән. Алғашқысы хирономиттердің, біркүндіктердің және

жылғалықтардың дернәсілдерінен, әртүрлі моллюскалардан құрттардан, сүтүптік шаяндардан тұрады. Продуценттер негізінен макрофиттерден түзілген. Төменгі литоралдың фитofilді биоценоздардың құрамында майда хирономидтер мен олигохеттер кездеседі. Жоғарғы литоралдың биоценоздары көлдердің типтері мен жағалауларының биотоптық жіктелуіне қарай әртүрлі құрамды болып келеді. Қорғаныс аймақтарында қою лайлы және сазды грунттарда жоғары сатыдағы өсімдіктер (қамыс, қоға, шылан және басқалары) өседі, түрлік құрамы және биомассасы бойынша бай болатын фитofilді қауымдастықтар қалыптасады. Осында жағалаумаңы планктон дамиды. Су тасу-қайту аймағындағы тасты-құмды және тасты литоралдарға планариялар, біркүндіктердің және көктемдіктердің жалпақ дернәсілдері, майда тоспа ұлулары (қошқармүйіздер) мен басқа ұлулар тән.

Көлдердің орталық және жағалаумаңы аймақтарында пелагиаль биоценоздары біршама өзгеше. Продуценттер негізінен көк-жасыл, диатомды және перидинді балдырлардан тұрады, консументтерден-инфузориялар, коловраткалар, шашақмұрттылар мен ескекаяқты шаянтәрізділер және балықтар, ал микроконсументтерден-бактериялар және саңырауқұлақтар кездеседі. Көлдердің орталық бөлімінде планктонды қауымдастықтар жағалаумаңына қарағанда түрлік құрамының алуандығы және биомассасы бойынша кедейлеу. Көлдердің ашық айдынындағы биоценоздар үшін өнімнің бұзылуы (деструкциясы) басым болады, ол айналымға қосымша тегі аллохтонды органиктердің түсуіне байланысты. Көл саяз және оның саяз жерлерінің салыстырмалы ауданы үлкен болған сайын, литоралдың биоценоздарының маңызы артады, өнімнің деструкциясы жоғары болады, осыған орай суқойманың құнарлылығы (трофтылығы) артады.

Жасанды суқоймаларының биоценоздары. Көл мен өзеннің белгілерін біріктіретін жасанды суқоймалары үшін реобионты және лимнобионты биоценоздар тән. Біріншісі суқоймаларының жоғарғы жағында байқалса, екіншілері бөгетмаңына жақын жерлерде анық байқалады. Реобионты қауымдастықтардың арасына басқаларына қарағанда пелореобионтар жиі кездессе, псаммореобионтар және литореобионтар сирек кездеседі. Жасанды суқоймалары үшін біршама жақын лимнобионтардың көлдік қауымдастықтардан ерекшелігі жағалаумаңында өсетін макрофиттер аз немесе мүлдем болмайды. Басқадай ерекшелігі салыстырмалы түрде лайлылығы көп болғандықтан автотрофты компоненттер, әсіресе ортаңғы учаскелердің жағалаумаңында әлсіз дамиды. Осыған орай бұл жерлерде фитопланктон да және микрофитобентостар да болмайды.

Жасанды суқоймаларында гетеротрофты компоненттер де нашар. Фитобентостың әлсіз дамуының салдарынан түптік биоценоздардың

трофикалық потенциалы да салыстырмалы түрде нашар дамыған, сонымен қатар түптік қауымдастықтардың тіршілік етуіне грунттың тұрақсыздығы да әсерін тигізеді. Күшті толқындардан кейін жағалаумаңы аудандарының шайылуына байланысты және соның салдарынан грунттың тұнуына байланысты түптік қауымдастықтардың жойылуы жүзеге асады. Түптік биоценоздар жиі толық қанды болмайды, оған өзгермелі жағдайларға байланысты өзендердің алғашқы биоқорының сақталмауы әсерін тигізеді, ал жаңа формалармен толығыуы өте баяу жүреді. Сонымен жасанды суқоймаларының түптік қауымдастықтарында болатын трофикалық потенциалдың өзі толықтай қолданылмай қалады. Осыған орай, түптік омыртқасыздарға байланысты жерсіндіру жұмыстары ойдағыдай осы жерлерде жүргізіледі. Жасанды суқоймаларының қауымдастықтарында өнімнен бұзылудың басым болуы, көлдік және өзендік биоценоздарға карағанда күшті байқалады.

Білімін тексеру сұрақтары

- 1.Биоценоз ұғымын түсіндіріңіз
- 2.Гидробионттардың трофикалық құрылымын сипаттаңыз
3. Гидробионттардың кеңістіктік құрылымын сипаттаңыз
- 4.Гидробионттардың популяция аралық қатынастары және олардың түрлерін сипаттаңыз
- 5.Заттар мен энергия өзгеру себептерін түсіндіріңіз
- 6.Әлемдік мұхиттың биоценоздарын сипаттаңыз
7. Континенталды суқоймаларының биоценоздарын сипаттаңыз
- 8.Көлдердің биоценоздарын сипаттаңыз
- 9.Өзендердің биоценоздарын сипаттаңыз
- 10.Жасанды суқоймаларының биоценоздарын сипаттаңыз

4-бөлім. Су экожүйелері және олардың биоөнімділігін арттыру жолдары

11-тарау. Су экожүйелері

Биоценоздардың тұрақты компоненттермен әсерлесуінің нәтижесінде сырттан берілген энергия есебінен олардың тірі және өлі бөліктерінің арасында зат алмасу жүзеге асады. Осыған орай биосферада бір-бірінен бөлінген жекелеген учаскелер болады. Бұларда биоценоздар өзінің масса алмасуын өлі табиғатпен тұйықтайды. Биосфераның бұл учаскелері әртүрлі атқа ие, қазіргі кезде осылардың ішінде жиі әрі кең тарағаны экожүйе (экосистема) болып табылады. Экожүйе экологияның негізгі функционалды бірлігі, өйткені оның құрамына әрі организмдер әрі мекендеу ортасы кіреді. Бұлар бір-бірінің қасиеттеріне екі жақты әсер ететін және оның түрлі формаларында тіршілікті қолдау үшін қажетті компоненттер болып табылады.

Тірі организмдер және олардың абиотикалық қоршаулары бір-бірімен ажырамастай байланысқан және гомеостазды қолдау мақсатында тұрақты өзара әсерлесу жағдайында тұрады. Бұл көзқарас бойынша биологиялық қауымдастықта (биоценозда) организмдердің үш негізгі тобы-*продуценттер* (өндірушілер), *консументтер* (тұтынушылар) және *редуценттер* (бұзушылар) болады. Продуценттер күн энергиясын сіңіріп органикалық зат түзейді. Ол экожүйенің барлық компоненттері үшін тіршіліктің көзі болып табылады. Консументтер осы заттарды өз денелеріне жұмсайды. Редуценттер ең маңызды бөлігі-органикалық заттарды продуценттерге қайта цикл үшін қол жетімді болатын минерализациялау (шығару өнімдері, консументтер мен продуценттердің қалдықтары) жұмысын атқарады. Экожүйелердің жұмыс жасауы негізгі үш компоненттің-энергия ағысы, қауымдастық және зат алмасудың- өзара әсерін қамтамасыз етеді. Биогеоағымдар зат пен энергияны бір экожүйеден екіншісіне тасымалдау арқылы бұл экожүйелердің бір – бірінен оқшаулануына мүмкіндік бермейді және бүкіл биосферада үздіксіздік тудырады.

Түсетін күн энергиясының бір бөлігі қауымдастықпен өңделеді және органикалық затқа айналып сапасы жағынан біршама биік деңгейге көшеді, деседе энергияның көп бөлігі бұзылады, жүйе арқылы өтеді және одан шығады. Энергия жинақталуы мүмкін, сонан соң ол қайтадан босанады, бірақ оны екінші қайтара пайдалануға болмайды. Энергиядан ерекше қорек элементтері мен биогенді элементтер (көміртек, азот, фосфор және басқалары) және су бірнеше мәрте пайдаланылуы мүмкін.

Экожүйелер құрылымдық және функционалдық қалыптасуының белгілі бір деңгейімен сипатталады. Оның құрылымдық қасиеттері бір-бірімен өзара байланысқан тірі және басқа компоненттердің кеңістікте орналасу ерекшеліктеріне, сонымен қатар гидросфераның термодинамикалық сипаттамаларына тәуелді болады. Экожүйелердің функционалдық қызметі зат айналымды қамтамасыз ететін биогеохимиялық циклдардың және минералды заттардан жаңа органикалық заттардың түзілуінің келісімді процестерінің нәтижесінде пайда болады. Экожүйелердің жұмыс жасау процесінде олардың өзгеруінің алғышарттары пайда болады және қауымдастықтың белсенді қайта құрылуына себебін тигізеді. Экожүйеде тұрақты түрде түрлердің қатынасы мен олардың көптігінің өзгеруі жүреді. Егер бірінен кейін бірі жүретін осындай өзгерістер белгілі бір бағытта жүрсе, онда болжауға болатын мұндай өзгеріс экожүйенің сукцессиясы жайында сөз қозғауға мүмкіндік береді. Сукцессиялар гидробиоценоздарда жиі байқалады және әдетте бірнеше жылға созылатын бұл процесс гидробионттар қауымдастығының (бірлестігінің) өте күшті өзгерген абиотикалық жағдайларға бірте –бірте бейімделуін көрсетеді.

Су экожүйелерінің құрылымдық және функционалдық ерекшеліктері. Экожүйелердің құрылымдылығын биоценоздар сияқты құрамына кіретін компоненттердің бос күйінде орналасуы және олардың арасындағы өзара қарым-қатынастың жиынтығы ретінде қарастырылады.

Құрылымдық ерекшеліктері. Экожүйедегі тірі және өлі компоненттер бір табиғи дене түрінде болады. Біреуінің өзгеруі екіншісінің өзгеруіне алып келеді. Экожүйенің тұрақты құрылымы басқа қарама – қарсы байланыстар арқылы өлі және тұрақты (жанама) компоненттер арқылы ұсталып тұрады. Мысалы, судағы фосфор не азот тұздарының концентрациясының күшейген фотосинтез нәтижесінде төмендеуі соңғысының әлсіреуіне алып келеді. Су экожүйесінің құрылымына оның құрамындағы тұрақты компоненттер әдетте 3 немесе 4 табиғи денеден тұратынын көрсетеді. Құрлық организмдері топырақпен және ауамен байланыста болса, ал гидробиоценоздар өздерінің биотоптарында компоненттері су, грунт, атмосфера (литораль, нейсталь), мұз жамылғысы

сияқты компоненттермен байланыста болады. Су экожүйелерінің тұрақты компоненттерінің тағы бір ерекшелігі, мысалы, Әлемдік мұхиттың біршама тереңдігі және вертикаль бойынша күрделі бөлінуі. Бұл экожүйелердің биотоптары бір-біріне түйісе орналасқан су массасы түрінде болады және бұлар өзінің гидрологиялық сипаттамасы бойынша жақсы ажыратылады.

Бірқатар су биотоптарының өзіне тән ерекшелігі-олардың қозғалысында. Араласқан сумен ондағы организмдер де бірге ілесіп жүреді. Мысалы, үлкен өзендерде, су биотоптарының қозғалысы биогеотасқынындардың күшеюіне әкеледі, яғни жекелеген экожүйелердің автономиялық дәрежесін төмендетеді.

Су экожүйелерінің құрылымына судың физико – химиялық қасиеттері үлкен әсерін тигізеді. Бұларға жататындар - жоғарғы тығыздылық; жоғары сатыдағы жылы қанды жануарлар үшін қолайсыз болатын жоғарғы жылу өткізгіштік; пойкилотермді организмдер үшін ұтымды болатын жоғары термотұрақтылық; фотосинтездеуші балдырлардың тереңге таралуын шектейтін төменгі мөлдірлілік; еріген оттегі мөлшері; әртүрлі химиялық заттардың суда жақсы ерігіштігі және басқалары.

Қалқымалы жағдайда организмдердің тіршілік етуіне мүмкіндік беретін судың жоғарғы тығыздылығы бекіну органдары болмайтын және фотосинтезге тікелей қатыспайтын көптеген басқа құрылымдар микроскопиялық продуценттердің жаппай дамуына жағдай жасайды. Құрлық макрофиттеріне қарағанда балдырлардың масса бірлігінің уақыт бірлігіне шаққандағы түзетін органикалық заттарының саны біршама жоғары болады. Балдырларда құрлық макрофиттеріне қарағанда белоктар мен майлар әлдеқайда көп, ал құрлықтағыларда көмірсулар (целлюлоза, крахмалдар) басым болады. Осыған орай, өсімдікқоректі су жануарларының құрлық фитофагтарынан ерекшелігі белоктық қорекке бейімделген және белокты біршама энергия түзуге жұмсайды.

Су экожүйелерінде тек бекініп не болмаса жай қозғалып тіршілік ететін жануарлар ғана өмір сүре алады. Олардың тіршілік етуі судың жоғарғы қозғалғыштығымен ғана жүзеге асады, өйткені ағынмен бірге қорек және оттегі келеді, метаболиттер әкетіледі, жануарлардың жан-жаққа таралуы жүзеге асады.

Суда еріген органикалық заттардың, көптеген гидробионттар пайдаланатын қалқыма майда компоненттердің болуы гидробиоценоздардың өзіндік трофикасын анықтайды. Детриттер және бактериялармен қоректену де кең тараған, өйткені бұлар көптеген омыртқасыздардың рационының негізін құрайды. Судағы қалқымалы майда компоненттерді қорек үшін пайдалану нәтижесінде организмдерде құрлық жануарларында кездеспейтін

көптеген гидробионттарға тән сүзіп қоректенуге әртүрлі бейімдеушіліктер қалыптасады. Сондықтан құрлықтағыларға қарағанда қоректі өсуге пайдалану жағдайлары гидробионттарда әлдеқайда қолайлы болып келеді.

Тірі және тұрақты (жанама) компоненттердің өзара әсерлілігі. Су экожүйелерінің маңызды сипаттамаларының бірі тірі және өлі субстраттың массаларының арасындағы сандық байланыстар болып табылады. Гидроэкожүйелердегі жанама компонент құрлық компонентіне қарағанда біршама күштірек болады. Гидросферадағы организмдердің орташа биомассасы құрлыққа қарағанда шамамен мың еседей аз. Егер тіршіліктің құрлықта тік бағытта таралуы оншақты метрмен өлшенетінін ескерсек, суда әдетте бұл көрсеткіш жүздеген метр және километрлермен өлшенеді. Бұл гидросферада тіршіліктің концентрациясының өте аз болатынын көрсетеді. Мысалы, құрлықтағы организмнің орташа биомассасы $12-13\text{кг/м}^2$, ал гидросферада 10 г-ға жуық, шамамен 1000 есе аз болады. Гидросфера шегіндегі тірі компоненттің концентрациясы суқоймасының көлемінің кішіреюіне байланысты өседі, яғни суқоймасы кіші әрі саяз болса оның экожүйедегі рөлі жоғары және өз биотопына әсері күшті болады. Дегенмен су экожүйесінің тірі компоненті массасы бойынша жанама компоненттен анағұрлым аз болғанымен оған биогеоценоздық процестерінде белсенді және жетекші рөл тән болады. Биотоп белгілі жолмен биоценоз эволюциясына әсер еткенімен, оның өзгеруі себебі болып табылмайды. Керісінше, биоценоз әсерінен биотоптың өзгеруі қысқа мерзімде онша көп байқалмайды, бірақ уақыттың геологиялық масштабында өте үлкен болады. Бұған мысал ретінде Әлемдік мұхиттағы маржандардың өсу процесінде известелген қаңқалардың жиналу кезіндегі маржан рифтерінің түзілуін, құрлықтағы көлдің батпақтануы мен жоғалуын айтуға болады. Маржан рифі белгілі бір құрылымға ие болады және сукцессияны бағыттайды, былайша айтқанда өзінің өлігін жинақтайды. Рифтүзуші маржандар өздерінің ассимиляциялаушы бөліктерін бірте-бірте жоғары көтеріп бірлестікте (қауымдастықта) басымдыққа ие болады. Бұл абиотикалық ортада басқа организмдердің тіршілік етуін «қадағалап», оған күшті әсер етеді. Маржан рифтерінің бірлестігі (балдырлармен симбиоз түзейтін жануарлардың басымдылығымен) күрделі құрылымдылыққа, алуантүрлілікке және серпінділікке ие болады.

Заттар айналымының өте жақсы үлгісі олардың тұйық айналымға түсуі деп қарастырылады, дегенмен нақты экожүйеде ол басқаша болады. Мысалы, фотосинтез нәтижесінде өсімдіктерден бөлінген O_2 белгілі мөлшерде жануарлардың тыныс алуына пайдаланады. Бірақ оның бір бөлігі атмосферада араласып айналымнан уақытша шығады. Жануарлар бөліп

шығарған CO₂ өсімдіктермен толықтай пайдаланылмайды, белгілі бір бөлігі көмірқышқыл тұзымен байланысады немесе атмосфераға шығады. Организмдер өліп біткен соң органикалық заттар грунтқа түсіп түптік шөгінділер қабатында сақталады. Бірақ та экожүйенің тірі және жанама компоненттерінің өзара әсерлесу процесі бар кезде заттар айналымы ұғымына сәйкес келе бермейді. Оны тек Әлемдік мұхитқа байланысты ғана тұйық айналымдағы заттардың циркуляциясының принципі туралы айтуға болады. Континенталды суқоймаларында басқа жүйе байқалады. Мысалы, ақпайтын тұйық көлдерге әртүрлі заттар түседі, олардың бір бөлігі түпкі шөгінділерге жиналып, айналымнан шығады. Ағынды көлдерде бұл процесс өлі материалдарды әрі тірі организмдерді шығарумен толықтырылады. Жасанды суқоймалары мен өзендерде заттың циклды миграциядан ауытқуы анық байқалады. Оны *транзиттік* немесе *тасқынды* айналым деп айтады. Өзеннің жоғары учаскесінде туылған организмдер ағыспен төменге әкетіледі және өзінің пайда болған жерлерінде зат алмасу процесіне қатыспайды. Зат айналымының транзиттік типі Әлемдік мұхиттың күшті горизонтал ағыстарының шегінде орналасқан көптеген учаскелеріне тән, мысалы, Гольфстрим және Куроисио ағыстары заттар мен организмдерді мындаған километр қашықтыққа тасымалдайды

Экожүйелердің тұрақтылығы. Экожүйелердің тұрақтылығын сипаттау үшін әдетте 2 типті ажыратады. Өзінің жағдайының тұрақтылығымен, өзгерістің болмауымен ерекшелінетін жүйе *тұрақты* деп аталуы мүмкін. *Резистенттік тұрақтылық*-экожүйенің құрылымы бұзылғаннан кейін оның бұрынғы қалпына қайтып келу қабілетілігі. *Серпінді тұрақтылық* ортаның физикалық жағдайларының қолайлы болған кезінде байқалады және бұл кезде экожүйелер резистенттік тұрақтылыққа ие болады. Бұл құбылыс физико-химиялық жағдайлар тұрақсыз болғанда, экожүйенің қалпына келуі ұзаққа созылғанда немесе мүлдем қалпына келмеген жағдайларда байқалады. Бұған көрнекі мысал Арал теңізінің гидроэкожүйесінің бұзылуы болып табылады. Антропогендік әсердің нәтижесінде су деңгейі төмендеді және тұздылығы артты, теңіздің экожүйесі толықтай бұзылды. Оның қайтадан орнына келуіне қолайлы жағдайлар болғанның өзінде де бұл процесс ұзақ мерзімге созылады. Осы сияқты Балқаш көлінің экожүйесі де адам қызметінің нәтижесінде апатты жағдайда тұр.

Осы уақытқа дейін экожүйенің тұрақтылығын сипаттайтын бірдей түсінік жоқ. Зерттеушілердің басым көпшілігі түр алуандылығы өскен сайын жекелеген популяциялардың тіршілік тұрақтылығы төмендейді (популяция мөлшері кішірейеді), бірақ бір мезгілде трофикалық құрылымы күрделенеді ол экожүйенің тұрақтануы жоғарылайды деп санайды. Консументтер

көптеген түрлермен қоректенетін жерлерде олар тез арада көпсанды түрлермен қоректенуге көшеді. Біршама қарапайым экожүйелерде консументтердің қоректенуі бірнеше жемтіктердің түрлерімен шектеледі және олардың молшылығының ауытқуы консументтер санын біршама өзгертеді.

Экожүйелер әдетте қолайлы физикалық ортада кездейсоқ бұзылған ортамен салыстырғанда күрделенуге ыңғайлы болып келеді. Оған көлдер мен жасанды суқоймаларының экожүйелері мысал бола алады.

Өзгерістердің ең соңғы нәтижелерінің бірі-жекелеген популяциялардың жоюылуы, бұл өз кезегінде қоректік тізбектің құрылымына әсерін тигізеді. Салқын және тропикалық сулардағы тұрақты планктонды бірлестіктерде азды-көпті барлық деңгейде энергия ағыны және салыстырмалы энергия шығыны бірдей болатыны анықталған. Бұл бірлестіктерде барлық трофикалық деңгейлер арқылы энергия мен заттың берілу тиімділігінің көрсеткішінің өзгермеуі байқалады (орташа 27-28%). Жоғары ендіктегі бірлестіктерде ағын қарқындылығы әрбір келесі трофикалық (гетеротрофты) деңгейге өтуімен энергия шығыны өседі, энергия беру тиімділігі күрт төмендейді, бірақ барлық деңгейлер үшін тропикалық жүйелердегідей орташа болады. Олиготрофты бірлестіктердегі гетеротрофты экологиялық топтардың қоректік спектрі кең, бірақ негізінен сіңімділігі 50-70% болатын ірі жануартекес қоректерді пайдаланады. Эвтрофты аймақтағы бірлестіктерден айырмашылығы, оларда биологиялық өнімділікті өндіру жылдамдығы төмен болады.

Биогеохимиялық циклдар. Экожүйелердің тірі және жанама компоненттерінің арасында биологиялық және геохимиялық процестердің өзара әсерімен қамтамасыз етілетін әртүрлі элементтердің үздіксіз алмасуы жүреді («био»-тірі компоненттерге, ал «гео» тау жыныстарына, ауаға және суға тән). Биосферада химиялық элементтер белгілі бір жолдармен-биогеохимиялық циклдармен (айналыммен) айналысқа түседі. Әрбір айналымда *резервтік қор* (фонд)-негізінен организмдермен байланысы жоқ жай айналысқа түсетін заттардың үлкен массасы және *айырбас қор*- организмдер мен орта арасында тез алмасу тән барлық массаның біршама белсенді бөлігі болады. Организмдерде табылған 40-қа жуық химиялық элементтер деструкция нәтижесінде сыртқы ортаға түседі, экожүйенің абиотикалық компоненттердің құрамына кіріп, сыртқы ортадан биосинтез процесінің нәтижесінде қайтадан организмге түседі. Биогеохимиялық айналымға қатысатын көптеген заттардың ішінен экологиялық маңызға иелері, бір жағынан тірі заттың өте маңызды компоненттері болса, екінші жағынан, ортада биосинтездің қарқындылығын шектейтін мөлшері болады.

Осы элементтердің тірі заттар үшін маңыздылары белок, май, көмірсулар құрамына кіретін оттегі, сутек, азот, көміртек, күкірт және фосфор болып табылады. Тірі организмдерге көптеген мөлшерде азот, фосфор, күкірт, көміртек, темір және марганец қажет.

Азот айналымы күрделі, оның үлесіне атмосфералық ауаның барлық көлемінің 79%-ы тиесілі. Табиғи судың құрамында азот органикалық және неорганикалық қосылыстар түрінде кездеседі. Неорганикалық қосылыстардан суда молекулалық азот (N_2) және өте жоғары деңгейде тұрақты болатын аммоний (NH_4), нитритті (NO_2) және нитратты (NO_3) иондар болады. Бұл иондар генетикалық өзара әсерлеседі және бір –біріне өтуі мүмкін. Бұлардан басқа органикалық қосылыстарда азот аминқышқылдары мен белоктардың құрамына кіреді. Азот молекулалық күйінде гидросфераның барлық қабаттарында кездеседі. Бірақ көпшілік организмдер оны тек қосылыстар түрінде сіңіреді. Азоттың неорганикалық формаларын (NH_2 , NO_2 , NO_3) өсімдіктер сіңіреді. Сол себепті азоттың күрделі органикалық қосылыстардан минералды формаларға өтуі өте маңызды. Сонымен азот айналымы мына жүйе бойынша іске асады:

өсімдік---жануар--- NH_3 --- NO_2 --- NO_3 (Китаев,2007) .

Бұл сызбадан байқайтынымыз азот айналымы фиксациядан, ассимиляциядан, нитрификациядан, денитрификациядан, ыдыраудан, шаймалаудан, шығарудан, жауын-шашынмен жерге түсуден және басқаларынан түзіледі. Организмдер пайдаланатын қосылыстардың құрамына азоттың болуы оның *фиксациясы* деп аталады. Нитрификация-азоттың қалпына келген қосылыстарының неорганикалық заттарға биологиялық айналу процесі. Нитрификация екі сатымен жүзеге асады. Алдымен бактериялар-нитрификсаторлар көмегімен аммоний ионы NH_2^+ $+2O_2=NO_2^-+2H_2O$ тотығады; сонан соң нитрит-ион нитрат-ионға дейін тотығады: $2NO_2^-+O_2=2NO_3^-$. Ал денитрификация деп азоттың N_2 –ге дейін қалпына келу процесін айтады. Аммонификация - органикалық қосылыстағы азоттың аммоний ионына ауысатын реакция жиынты.

Азотфиксация суқоймаларында анаэробты және аэробты жағдайларда автотрофты және гетеротрофты микроорганизмдермен жүзеге асады. Азотфиксацияның 1-ші этапы – азот активациясы, мұнда азот молекуласы 2 атомға ыдырайды ($2N$) және көп энергия жұмсалады. Реакцияның келесі кезеңі судан сутекті қосып, оны екі молекула аммиакқа $2N+3H_2=2NH_3$ +энергия айналдыру. Реакция оттегі бар жерде бұзылатын нитрогеназамен катализденеді. Бұл фермент азотфиксаторлардың экологиясы үшін өте маңызды. Азоттың болуы азотфиксацияны тежейді, өйткені

микроорганизмдер үшін оларды синтездегеннен ғөрі дайын органикалық заттарды қолдану энергетикалық жағынан тиімді.

Азотфиксатор түрлерінің саны өте көп. Анаэробтылар араларында түптік шөгінділерде көптеп мекендейтін *Clostridium* туысының түрлері, кейбір метантүзуші, сульфат ыдыратушы және фотосинтездеуші бактериялар кездеседі. Аэробты формалардан ең маңыздылары *Azotobacter* тұқымдасының бактериялары, әсіресе көк-жасыл балдырлар (*Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria* туыстарының түрлері және басқалары) болып табылады. Азот активациясы үшін автотрофтар фотосинтез бен хемосинтез энергиясын, гетеротрофтар тұтынатын органикалық заттың энергиясын пайдаланады.

Биофиксацияда маңызды фермент азот молекуласын ыдырататын нитрогеназа болып табылады. Нитрогеназа оттегі бар жерде бұзылады, аэробты азотфиксаторлар оттегі аз және ағыны жай суларда, сонымен қатар топырақ бетінде дамиды. Бұл жағдайда оттектен қорғанатын конституциялды орталар-сілекейлі қабықтар, қапшықтар және басқалары тиімді әсер етеді. Жоғарыда айтылғандардан білетініміз тек прокариоттар, ядросыз ең төмен ұйымдасқан микроорганизмдер, биологиялық пайдасыз газтекті азотты тірі затты құрауға және оны қолдауға қажетті формаға айналдырады. Осындай процестердің нәтижесінде гидросферада жыл сайын 10 млн тоннаға жуық азот фиксацияланады.

Нитрификация процесі аммиактың азотты қышқылға дейін тотығуынан басталады: $\text{NH}_3 + 3\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{энергия}$ (276 кДж/моль). Нитрификацияның екінші реакциясы нитриттердің нитраттарға дейін тотығуына алып келеді: $\text{NO}_2 + \text{O} = \text{NO}_3 + \text{энергия}$ (63 кДж/моль). Осы екі реакцияны да босаған энергияны CO_2 -н қалпына келтіруге жұмсайтын *Nitrosomanus* және *Nitrobacter* хемосинтездеуші бактериялар іске асырады.

Денитрификация анаэробты жағдайда өтеді. Бұл кезде микроорганизмдер әртүрлі заттардың тотығуы үшін (энергия алу) нитраттардың құрамындағы оттекті пайдалану арқылы бос күйіндегі азотты (N_2) босатады. Денитрификацияда бактериялар мен балдырлар, әсіресе көк-жасыл балдырлар үлкен рөл атқарады. Денитрификация анаэробты жағдайда жүрмейтіні белгілі. Өйткені бос оттегі бар жерде организмдерге оны нитраттармен байланысқан оттекті пайдаланған органикалық заттар тотыққанда электрондар акцепторы ретінде пайдаланған энергетикалық жағынан тиімді. Алайда, гидросферада денитрификацияға қолайлы анаэробты жағдайы бар учаскелер жеткілікті. Барлық жерде органикалық заттарды биологиялық тотықтыруға қажетті болатын оттегімен салыстырғанда органикалық заттар көп түседі. Мұндай облыстарға

гиполимнионды эвтрофты көлдер, батпақтар, жерасты суларының қабаты жатады.

Аммонификация организм ішіндегі белоктардың (СН₂О) бұзылуы нәтижесінде СО₂ және Н₂О түзілуімен жүреді. Бұл кезде энергия бөлінеді. Аммонификация процесі барлық организмдердің метаболизмімен бірге жүреді. Суқоймаларында анаэробты жағдайларда аммиак, күкіртті сутек, органикалық қышқылдар мен ыдыраудың басқа өнімдерін түзейтін белоктық заттарды ыдырататын бактериялардың, саңырауқұлақтардың, актиномициттердің маңызы ерекше.

Гидроэкожүйелердегі азот айналымы атмосферадағы, литосферадағы азот айналымынан аздап ерекше болады. Фитопланктондардың дамуы нәтижесінде суқоймаларының үстіңгі қабатындағы байланысқан азот қорлары вегетациялық маусым ішінде күрт төмендейді және балдырлардың дамуын тежейді. Балдырлардың және олармен қоректенетін организмдердің жойылуымен бірге оларда жинақталған азот терең қабатқа түседі. Осындай жолмен үстіңгі қабаттағы азоттың кемуі жүреді. Ол негізінен азоттық қосылыстардың конвективті араласуы жолымен жоғарыға шығарылып, толығыады. Әлемдік мұхитқа өзендермен жыл сайын азот иондық күйде 10 млн тоннаға жуық, органикалық қосылыс түрінде шамамен 20 млн тонна түседі. Әлемдік мұхитта денитрификацияланған табиғи процестерді азот фикациясы теңестіреді. Тыңайтқыштарды пайдалану барысында азоттың суға түсуімен оның мөлшері артып, су сапасы нашарлап, эвтрофикациясы күшейеді. Адам қызметімен байланысты суқоймаларына биогендердің (азот, фосфор) артық түсуі оларда эвтрофикацияның жүруіне себеп болады. Бұл жағдайда суқоймаларының өздігінен тазалануында микроорганизмдер–денитрификаторлардың жұмысы өте маңызды болып табылады.

Фосфор айналымы. Ол құрылымы бойынша азот айналымына карағанда қарапайым, өйткені фосфор аздаған химиялық қосылыстарда ғана кездеседі және мына қарапайым схема түрінде жүзеге асады: Р---неорганикалық заттар---Р---тірі организмдер. Тірі организмге қажетті бұл элемент органикалық қосылыстардан бірте-бірте фосфаттарға айналады, оларды қайтадан өсімдіктер пайдаланады. Бірақ азоттан айырмашылығы фосфордың қоры атмосферада емес, оның резервуары тау жыныстары және басқа шөгінділер болып табылады. Бұл жыныстар бірте-бірте эрозияға ұшырайды, экожүйелерді фосфаттардан босатады, олардың көп мөлшері теңізге түседі. Өзендер жылма-жыл Әлемдік мұхитқа 2 млн-ға жуық фосфор әкеледі. Әлемдік мұхиттан құрлыққа және құрлықтағы суқоймаларға оның қайта қозғалуы (балықтар мен басқа организмдерді аулау) шектеулі. Ол фосфорды құрлықтан тасымалдануын толтыра алмайды.

Суқоймаларының шегінде фосфор айналымы былайша жүреді: фотосинтез аймағында оның концентрациясы өлген балдырлармен және басқа организмдермен бірге су түбіне шөгуіне байланысты үнемі төмендейді. Фосфордың жоғарғы горизонтта байытылуы терең сулардың көтерілуі нәтижесінен жүреді. Фосфордың седиментациясында және оны грунттан шығаруда гидробионттар үлкен рөл атқарады. Тамыр жүйесінің көмегімен түптік макрофиттер фосфорды грунт қабаттарының бетінен бір метрге не оданда артық тереңдіктен шығарады. Фосфорды седиментациялауда сүзгіштер, негізінен тақтажелбезекті моллюскалардың рөлі маңызды.

Күкірт айналымы. Күкірт суда сульфатты, сульфитті, сульфидті иондардың құрамында бос күйінде H_2S және басқа түрде кездеседі. Суқоймаларында күкірт барлық түрде атмосферадан жауын – шашындармен бірге, тау жыныстарының еруі кезінде түседі. Оның гидросферадан шығуы негізінде H_2S бөлінуінен, биотикалық жолмен, жауын–шашынмен байланысты жүреді. Экожүйе шегінде күкірт айналымы оның анаэробты жағдайларда H_2S -тің түзілуіне ($SO_4 \rightarrow H_2S$) және аэробты жағдайларда тотығу ($H_2S \rightarrow SO_4$) жүреді. Сульфат (SO_4) күкірттің негізгі қолжетімді формасы болып табылады. Ол автотрофтармен қалпына келеді және белоктардың құрамына кіреді. Экожүйеге азот және фосформен салыстырғанда күкірт аса көп қажет емес және күкірт өсімдіктер мен жануарлардың өсуін шектейтін фактор ретінде өте сирек әсер етеді.

Тұщы суқоймаларында H_2S әдетте органикалық заттардың анаэробты ыдырауы нәтижесінде грунтта және судың түпмаңы горизонтында түзіледі. H_2S -тің түзілуінің басқаша жолына көп бөлігі теңіздерде жүретін диссимильаторлық сульфатредукция процесінде сульфаттардың қалпына келуі. Сульфаттардың қалпына келуі сульфат редукциялаушы *Desulfovibrio* бактериялардың қатысуымен жүзеге асады.

Сульфатредукциялаушы бактериялар аэробты және анаэробты тыныс алуға қабілетті, бірақ бұл екі реакцияның соңғы өнімдері әртүрлі және анаэробты тыныс алуда босайтын энергия мөлшері біршама аз болады. Сульфатредукциялаушы бактериялар-анаэробтар тереңдегі түптік шөгінділерде SO_4 -ті, ал оттегісіз суларда, мысалы Қара теңізде, газтәрізді H_2S -ті қалпына келтіреді. Бұл газ шөгінділердің үстіңгі қабатына немесе судың үстіңгі қабатына көтерілуі мүмкін, бұл жерлерде оны басқа организмдер (мысалы, фотосинтездеуші бактериялар) пайдаланады.

Көлдерде H_2S оттегі болмайтын және тотығу-тотықсыздандыру потенциалы төмен су қабатынан бөлінеді. Анаэробты аймақтағы түптік тұнбаларда H_2S түзілу жылдамдығы су қабатына қарағанда 2-4 есе жоғары.

Өзендерде H_2S шамалы ғана түзіледі және тез тотығады, осыған орай ол судан табыла бермейді.

Теңіздер мен континенталды суқоймаларында H_2S оттектің қатысуымен химиялық жолмен, негізінен әртүрлі бактериялардың тіршілігінің нәтижесінде тотығады. Түссіз микроаэрофилді күкіртбактериялары H_2S -ті қарапайым күкіртке дейін тотықтырады, ол клетка ішінде тұнады. Келесі тотығуы сыртқы ортадан H_2S -тің бітуімен жүреді. Босаған энергия CO_2 -ның қалпына келтірілуіне жұмсалады (хемосинтез). H_2S -ң биологиялық тотығудың екінші жолы сутекті күкіртті сутек донаторы ретінде пайдаланатын бірқатар фотосинтездеуші жасыл және пурпурлы бактериялардың тіршілігімен байланысты. Сульфаттарды айналымға тарту, негізінен, құрамында күкірт кездесетін амин қышқылдарын автотрофтылардың биосинтезі кезінде жүреді, яғни ол сульфат редукциялаушы бактериялардың қызметі болып табылады.

Көміртек айналымы. Көміртектің биотикалық айналуының негізгі жолы - жануарлар мен фотосинтездеуші организмдердің CO_2 -н шығаруы түрінде жүзеге асады. Әлемдік мұхиттағы фитопланктон жылына 40 млрд. тн көміртек тұтынады. Кейбір организмдер мен фитопланктонның біраз бөлігі су түбіне түседі және олардағы көміртек биотикалық айналымнан шығады. Көміртектің биологиялық айналымы – оның айналуындағы барлық циклдің өте аз бөлігін құрайды. Гидросферадағы көміртектің қорының үлкен бөлігі организмдердің қатысуынсыз, айналымға қатысады. Бұған су мен атмосфера арасындағы CO_2 -н алмасуы, карбонаттардың еруі мен жиналу процестері, соңғыларының өзен ағысымен теңізге шығарылуы, жанғыш қазбалардың түзілуі жатады. Атмосферада CO_2 -н басқа аздаған қосылыстарда: көмір тотығы (CO) мен метан (CH_4) кездеседі.

Темір мен марганец айналымы. Қасиеттері ұқсас болғандықтан осы екі элемент суқоймаларында бірге кездеседі және айналымда көп ортақ қасиеттері болады. Темір мен марганец суқоймаларына ерітілген шала тотықты тұздар, гуматтар немесе қышқылданған формадағы қалқымалар түрінде түседі. Тотыққан ерімеген қосылыстар су түбіне шөгеді не көпшілігінде гидрокарбонаттар түріндегі ерігіш шала тотықты формаларға дейін тотықсызданады. Егер сутүбінде оттек жоқ болса, тұнған тотықтар су қабатында ауыспалы шала тотық формасына дейін қайта қалпына келеді. Өйткені судың жоғарғы қабатында оттек көп болса, темір мен марганец аз болады. Ал энергетикалық фотосинтезде мүлдем кездеспеуі мүмкін.

Темір айналымы фосфор мен күкірт циклдерімен тығыз байланысты. Су түбінде темір $FePO_4$, $Fe(OH)_3$ және $FeCO_3$ түрінде түседі. Сульфатредукция нәтижесінде H_2S темірді не Fe және Fe_2S_3 -ң ерімейтін

сульфиттеріне, не болмаса $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ және $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ түрінде өтпелі ерітіндіге дейін тотықсыздандырады.

Марганец пен темір айналымында гидробионттар маңызды рөл атқарады. Бұларға ең алдымен темір бактериялары жатады. Бұл бактериялар темір мен марганецтің шала тотықты формаларының тотығуынан бөлінетін энергияны хемосинтез үшін қолдануға қабілетті. Оларға *Thiobacillus*, *Zeptothrix* туыстарының көптеген түрлері жатады. Ал екінші топқа марганец не темір тотығынан бөлінетін қабықпен қапталған *Cladothrix*, *Lyngbia* туыстарына жататын бактериялар түрлері жатады. Темір шөгінділері өте көп ауқымды алып жатқандықтан олар бактериялар тіршілігін қиындатады және олар өздерінің темір жабынынан шығады. Темір мен марганецтің шала тотықтарының тотығуы бактериялардың метаболизм кезінде түзілетін уытты сутек асқын тотығынан қорғану әдісі болып табылады.

Тотықтардың бактериялардың денесіне тұнуынан салмағының артуына байланысты олар су түбіне түседі. Егер ол жерде тотықсыздандырғыш процестері басым болса, қабықты жабатын тотықтар ериді және газды туындылары бар бактериялар қайтадан үстіңгі қабатқа көтеріледі. Цикл қайталанады және осылайша темір мен марганец айналымы жылдамдайды.

Органикалық заттардың жаңадан түзілуі және экожүйенің энергиялық балансы. Органикалық заттың жаңадан түзілуі немесе біріншілік өндірілуі экожүйенің негізгі қасиеті болып табылады. Автотрофты организмдердің тіршілігінің арқасында суқоймаларында алғашқы қорек түзіледі, осыдан кейін барлық гетеротрофтар қоректенеді. Автотрофтар түзген органикалық заттардың мөлшері экожүйенің барлық энергетикасын анықтайды.

Органикалық заттың жаңадан түзілуін негізінен фототрофтар күн энергиясын жұмсау есебінен жүзеге асырады. Жарық жоқ жерде органикалық заттардың тотығуы есебінен энергия табатын хемосинтетиктер оны өте мардымсыз синтездейді. Хемосинтетиктер тотықтыратын заттар, көпшілік жағдайда, фотосинтездеуші өсімдіктер түзетін органикалық қосылыстар болып табылады. Хемосинтетиктердің рөлі біріншілік қоректің түзілуінде ғана емес, сонымен қатар фотосинтетиктер түзген энергияны тасымалдануында да маңызды және оның басқа организмдермен айналымға түспейтін бөлігін жұмылдырады.

Фототрофты организмдер *фотоавтотрофты* және *фотогетеротрофты* болып 2-ге бөлінеді. Фотогетеротрофтыларға энергетикалық сыйымдылығы біршама төмен органикалық заттарды энергосыйымдылығы жоғары болатын органикалық заттарға күн энергиясының көмегімен айналдыратын организмдер (көптеген күкіртсіз

қызыл және қоңыр бактериялар) жатады. Фотоавтотрофты организмдер *фотосинтездеуші* (CO_2 O_2 -н бөлу арқылы тотықсызданады) және *фоторедукциялаушы* (CO_2 O_2 -н бөлмей-ақ тотықсызданады) деп бөлінеді. Фоторедукция бірқатар бактерияларға, атап айтқанда жасыл және күкіртті бактерияларға тән. Балдырлар мен біршама жоғары ұйымдасқан өсімдіктер-фототрофтар фотосинтетиктердің қатарына жатады.

Фотосинтездің энергиямен қамтамасыз етуі. Атмосфера шекарасында күн радиациясының қарқындылығы $8,2 \text{ Дж/см}^2$ -ға тең. Ол Жердің бетіне ашық күні шаңқай түсте төменгі ендіктерде $5,8 \text{ кДж}$ -ға жетеді. Суқоймаларының жоғарғы қабатына жоғарғы ендіктерде жылына 1 см^2 –ге $170\text{-}210 \text{ кДж}$, орта ендіктерде- $330\text{-}420$ және төменгі ендіктерде- $580\text{-}670 \text{ кДж}$ энергия түседі. Осы күн энергиясының кейбір бөлігі ($5\text{-}10\%$) судың беткі қабатынан шағылысса, қалған бөлігі, шамамен бірдей қатынаста көрінетін жарық және инфрақызыл жарық түрінде судың ішіне енеді. Жарық тереңдікке енген сайын біртіндеп нашарлайды. Бұл жағдайда бастапқы радиацияның спектр құрамы өзгеріп, өсімдіктер пайдаланатын бөлімі салыстырмалы түрде азаяды. Өсімдіктер пайдаланатын энергияның бұл бөлімі *фотосинтездік белсенді радиация* (ФБР) деп аталады. Бұл негізінен көрінетін жарық жолағына сәйкес келеді және күн сәулесінің энергиясының жалпы жиынының 50% -н құрайды. Суда күн радиациясының тез сіңірілуі және оның спектрлік құрамының өзгеруіне байланысты гидрофиттерде жарыққа бейімделуі кең көлемде пайда болған. Бұл бір жағынан энергия сәулесінің әртүрлі ұзындығына максимум сіңірілуіне қабілеттілігі, ал екінші жағынан жарық күшінің өзгеруі жағдайында фотосинтездің оңтайлануына бейімделуі болып табылады.

Гидрофиттердегі пигментті аппарат хлорофиллдердің, фикобилиндердің (фикоцианин, фикоэритрин және басқалары) және каротиндердің әртүрлі комбинацияларынан тұрады. Пигменттің бірінші тобы бактерияларда бактериохлорофиллдерден, ал басқа фотосинтетиктерде хлорофиллдерден тұрады. Пигменттер бір–бірінен құрылымы және күн энергиясын сіңіру спектрі бойынша ажыратылады. Фотосинтез процесінде пигменттер сіңірген күн энергиясын хлорофиллдер мен бактериохлорофиллдерге береді, ол жерде CO_2 -н қалпына келтіретін фотохимиялық реакциялар жүреді.

Көк-жасыл балдырлар мен кейбір қызыл балдырларда кездесетін фикобилиндер сіңірген энергияны хлорофиллге беріп, фотосинтездің энергиялық базасын кеңейтеді. Фотосинтездегі спектрдің әртүрлі аймағында жиналатын каротиноидтар жарық түсу жағдайына гидрофиттердің бейімделуінде маңызды рөл атқарады. Мысалы, Тынық мұхитының

тропикалық бөлігінде 50 метр тереңдікте каротиноидтар сіңірген күн энергиясының үлесі 90%-ға жетеді, тек 10%-ы хлорофиллдің үлесіне тиеді.

Пигментті аппараттағы ерекшелік әртүрлі тереңдіктегі жарықтың спектр құрамының ерекшелігіне бейімделген балдырлардың тік бағытта таралуын анықтайды. Әдетте саяз суларда жасыл балдырлар, біршама терең учаскелердің түбінде жиі қоңыр, ал оданда тереңіректе қызыл балдырлар басым болады. Біршама тереңдікте цианобактериялар мекендейтіні байқалады.

Жарыққа тәуелділігіне байланысты *жарықсүйгіш* және *көлеңкесүйгіш* өсімдіктерде фотосинтез деңгейі бірдей емес. Нашар жарыққа бейімделген көлеңкесүйгіш балдырларда жарық мол болғанда байқалатын *фотосинтездік белсенді радиация* (ФБР) қарқындылығы жоғары радиацияға бейімделген жарықсүйгіштерге қарағанда бірнеше есе төмен болады. Жарықсүйгіштерде фотосинтез қарқыны жарық артқан сайын күн сәулесінің 20-30 %-ға дейін өседі. Көлеңкесүйгіш өсімдіктерде жарыққа қанығуы біршама ерте, әдетте күн радиациясынан 5-10% -да жүреді.

Балдырлардың максимум өсуін қамтамасыз ететін ФБР-ң мөлшері, фотосинтезді максимум қамтамасыз етуден төмен болады. Бұл құрамында азоты бар өнімдер түзілуі салыстырмалы төменгі жарықтың өзінде-ақ шегіне жетсе, ал көмірсулардың биосинтезі радиация күшейген сайын арта бастайтындығымен түсіндіріледі. Бұлардың реттелуі хлоропласт деңгейінде жүзеге асады, өйткені жарықтың күшіне байланысты хлоропластар клетка бетіне жақындайды немесе одан қашықтайды.

Әртүрлі тереңдікте жарықтың түсу ерекшелігіне байланысты көлеңкеге төзімді және жарықсүйгіш фототрофтар жарықтың әртүрлі мөлшерін қажет ете отырып, түрлі тереңдікте өседі. Мысалы, тұщы судың жоғарғы қабатында цианобактериялар алып жатады, олар жылы және тыныш ауа райында жоғары қабатта тұтастай қабыршық түзеді. Су бетіне көтерілу газ көпіршіктерінің көптеп бөлінуімен байланысты.

Суы мөлдір суқоймаларда жарық көп түскенде су макрофиттері су бетіне көтерілмейді, олар суасты шабындықтар түзеді, осылайша артық радиацияның зиянды әсерлерінен қорғайды. Жерорта теңізінің өте мөлдір литоралдарында балдырлардың жаппай дамуы тек қыс пен көктемде, ал тереңде дамуы жазда байқалады. Осыған ұқсас себептермен судың беткі қабатына жарықтың көп түсуінен балдырлардың максималды концентрациясы тропикалық теңіздерде 10-20 метр тереңдікте байқалады.

Өсімдіктердің жарық сүйгіштік дәрежесі *компенсациялық нүкте* дәрежесін анықтайды. Бұл дегеніміз фотосинтез мөлшері тыныс алу мөлшеріне тең болатын (оттектің түзілуі оның жұмсалыуына тең) жарық күші.

Мұндай жағдайда өсімдік тіршілік ете алуы мүмкін, бірақ массаның өсуі болмайды. Компенсациялық нүкте өсімдіктердің тіршілік ету үшін қажетті үздіксіз жарық түсудің орташа жағдайын анықтайды. Егер тәуліктің жарық және қараңғы бөлігінің алмасуына байланысты олар фотосинтез қызметінен шығып қалса, онда басқа уақытта жарықтың түсуі компенсациялық нүктеден жоғары болуы керек.

Мысалы, су массаларының вертикалды қозғалуының нәтижесінде балдырлар судың жоғарғы қабатына біршама тереңге түсуі мүмкін және онда жарық жеткіліксіз ортада тіршілік етеді. Су ағыны арқылы өсімдіктер су беті горизонтқа түскенде, олар қарқынды түрде фотосинтез жүргізіп, тез қоректік заттың қорын толтырады. Фитопланктонның вертикалды қозғалу нәтижесінде оның тіршілік етуінің төменгі шекарасы әдетте фотосинтез пентыныс тыныс алу теңесетін қабаттан төмен жатады. Радиацияның көбейген уақытында жарықтың түсуі компенсациялық нүктеге сәйкес келетін максималды тереңдік, шамамен судың мөлдірлігінен 2,5 есе артық болады, бұл Секки дискісі арқылы өлшенеді. Теңіздерде ол бірнеше ондаған метрге тең болады. Тұщы суларда компенсациялық нүктенің төменгі шегі бірнеше метр тереңдікке сәйкес келеді.

Фотосинтездің химиялық базасы. Органикалық заттардың жаңадан түзілуі үшін фотосинтетиктер көміртекті қоректі және басқа да минералды элементтердің (биогендердің) түсуін қажет етеді. Гидрофиттердің тіршілігінде минералды қоректену элементтерінің рөлі үлкен. Олардың санының көбеюі немесе азаюы фотосинтез қарқынында және түзілген заттардың құрамында байқалады.

Суда топырақпен салыстырғанда биогендері аз, сондықтан ол қор ретінде өсімдіктердің тіршілік етуін ұзақ уақыт қолдай алмайды. Бірақ судың құрамындағы биогендер тек өсімдіктердің пайдалануынан азайып қана қоймайды, ол гидробионттардың өлуінің нәтижесінде олардың ыдырауынан үздіксіз қалпына келіп отырады. Осылайша фотосинтездің химиялық базасы үнемі қалпына келеді. Биогендердің минималды концентрациясы балдырлардың қалыпты тіршілік етуіне жеткілікті, бірақ әртүрлі таксонды топтарда бірдей емес. Ол өте үлкен дәрежеде клеткалардың мөлшеріне тәуелді. Балдырлардың (ірі балдырлардың) салыстырмалы беті неғұрлым аз болса, соғұрлым қажет болатын биогендердің концентрациясы жоғары болады. Автотрофтар үшін биогендердің ішінде көміртек, азот, фосфор, кремний, темір, марганец және т.б. микроэлементтер маңызды болып табылады.

Көміртек. Өсімдіктер көміртектің көзі ретінде әртүрлі қосылыстарды пайдаланылады. Мысалы, кейбір теңіз балдырлары бикарбонаттардың

көміртегін пайдаға асырады. Көптеген басқа балдырларға, соның ішінде қызыл балдырларға, олардың фотосинтезінің қарқындылығы тек бос күйінде CO_2 -на тәуелді болатынын көрсетеді. Сол себепті суда бос көмірқышқыл газының болуы фотосинтездің жүруін жоғары деңгейде қамтамасыз етеді. Фотосинтез кезінде бос көмірқышқыл газын пайдаланып өсімдіктер ортаның рН-н көтереді және иондық тепе-теңдіктің бұзылуы бикарбонаттардың CO_2 молекуласын босата отырып монокарбонаттарға алмасуын жақсартады. Егер өсімдіктер бос күйіндегі көмірқышқылдарды қарқынды тұтынса, оның суға көп бөлігі түседі және суда бикарбонаттар жеткілікті болғанда фотосинтез көміртекпен қоректену көздерінің жетіспеуінен шектелмейді, ал фотосинтездердегі көміртегінің қоректенуі жалғаса береді.

Азот. Азоттың минералды қосылыстары суда үш аммоний, нитритті және нитратты формада кездеседі. Теңіз суларында жылдың көптеген бөлігінде нитратты формалары басым болады. Әдетте оның мөлшері 0,2 ден 0,4 мг/л аралығында ауытқып тұрады. Тұщы суларда нитратты азоттың концентрациясы 1мг/л-ге жетуі және одан да көп болуы мүмкін. Нитриттер, әдетте нитраттарға қарағанда суда азырақ болады. Мұхиттарда нитриттер 0,03 мг/л-н өте сирек жоғары болады. Әдетте олардың мөлшері 0,003 мг/л-ден аспайды және олар фотосинтез аймағынан төменде орналасады. Фитопланктондар өте қарқынды дамыған кезде азот тұздары судың үстіңгі қабатынан мүлдем жоғалады. Терең су түбінде олар үнемі көп болады. Сондықтан өсімдіктердің азотты қоректену жағдайы су массасының араласу дәрежесіне байланысты болады. Терең су қабатының көтерілетін жерлерінде азот тұздары үстіңгі горизонтқа шығарылады, осылайша фитопланктонның дамуы үшін қолайлы жағдайлар жасалады.

Өсімдіктер әртүрлі азот тұздарының әртүрлі концентрациясын қажет етеді және оларды таңдау да бірдей емес. Азот тұздарының концентрациясы оңтайлы мөлшерден жоғарыласа балдырлардың дамуы нашарлайды, өйткені олар аммиакты азоттың концентрациясын өте сезгіш болып келеді.

Фосфор. Өсімдіктер көбіне фосфаттардың фосфорын пайдаланады. Бұлар теңіз суының үстіңгі қабатында 1литрде миллиграмның бірнеше жүздік немесе мыңнан бір бөлігіндей кездеседі. Тереңде фосфор концентрациясы азот тұздары сияқты көп, оның мөлшері 0,02-0,3 мг/л –ге дейін жетеді. Мұхит суының үстіңгі қабатында фосфаттар тереңдік сулардың көтерілетін жерлерінде біршама мөлшерде кездеседі. Тұщы суларда фосфаттардың мөлшері теңізге қарағанда көбірек болып келеді. Егер судың вертикалды араласуы болмаса, онда фосфаттардың қоры үстіңгі қабаттарда тез азаяды және фосфорлық ашығуы басталады. Бұл олардың санының азаюына әкеледі. Бұл көбіне теңіз суларында жиі кездеседі. Ондағы өлген

организмдер тереңге түсіп, судың үстіңгі қабатына осы жерден пайдаланған фосфор қайтарылмайды, осылайша ол айналым шеңберінен шығарылады.

Кремний. Бұл элемент суда кремний қышқылы және оның туындылары түрінде, мысалы $\text{SiO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ коллоидтар түрінде кездеседі. Тропикалық және субтропикалық теңіздердің суларының үстіңгі қабатында кремний 0,5 мг/л концентрациясында кездеседі, ал субтропикалық суларда 1,1 мг/л-ге дейін көтеріледі. Судың төменгі қабатында кремний едәуір көбірек. Мысалы, Тынық мұхитта 7 мг/л, ал Каспий теңізінде 3 мг/л –ге дейін жетеді. Кремний диатомды балдырлардың діңінің құрылуы үшін қажет, ол теңіз және тұщысуларда кең тараған фитопланктонда маңызды болып табылады. Диатомды балдырлардың жаппай даму кезінде судағы кремнийдің мөлшері өте түсіп кетуі мүмкін. Бұл балдырлардың санын шектейді.

Темір және марганец. Екі элементте суда асқын тотықтар, тотықтар, коллоидтар және органикалық қосылыстар түрінде кездеседі. Ионды формасының концентрациясы рН-тың төмендеуімен көтеріледі және фотосинтездің қарқындылығына тәуелді. Теңіз суында темір әдетте 0,5-5 мг/л, тұщысуда-50 мг/л-ге жетеді. Темірсүйгіш балдырларға 1-2 мг/л темір қажет.

Марганец теңіз суында 1-10 мг/л, тұщысуда-шамамен 10 есе көп болады. Төменгі концентрацияда (1-2 мг/л) ол балдырлардың дамуын арттырады, жоғары концентрацияда (10мг/л-ден артық) көптеген балдырларға улы болады.

Жекелген микроэлементтерден өсімдіктерінің тіршілігіне калий, кальций, йод, мыс және басқаларының маңызы жоғары болады. Әдетте микроэлементтер жеткілікті мөлшерде болады және балдырлардың санын тежемейді.

Фотосинтез мөлшері, қарқындылығы және оның тиімділігі. Бағалау мақсатына қарай фотосинтездің *нағыз немесе шынайы* және *болжамалы* өлшемдерін ажыратады. Бірінші өлшем-*жалпы өнім*- фотосинтез процесі кезінде түзілетін органикалық заттардың барлық көлемі. Екінші өлшем-*таза өнім*- фотосинтетиктердің өзіне жұмсаған энергияны шығарып тастағаннан кейінгі көлем. Бірінші өлшем CO_2 -ң жалпы фиксациясын сипаттайды, екіншісі жинақталған және бөліп шығарылған ассимиляттардың көлемі. Энергия жұмсалу тыныс алудың қарқындылығы бойынша бағаланады. Бұл өсімдіктерде тотығу фосфорлануының қатысуымен тек митохондриялы түрде ғана емес, осымен қатар жарықта өсімдіктердің тотығу фосфорлануының қатысуынсыз фототыныс алуы байқалады.

Фототыныс алу қарқындылығы жарық көлемі артқан сайын артады. Бұл митохондриялы тыныс алуға қарама-қарсы болатын жағдай. Фототыныс алу оттегі концентрациясы артқан сайын күшейеді, ал O_2 -нің концентрациясы 2 % - тен төмен болғанда фототыныс алу тоқтайды.

Болжамалы фотосинтездің мөлшері өте жиі бөлінген O_2 -нің немесе эксперименталды жағдайларда сіңірілген көміртектің көлемімен анықталады. Бірақ әдістермен алынған фотосинтез мөлшері тәжірибелер жасанды ортада жүргізілуіне байланысты дәл болмайды.

Фотосинтез қарқындылығы уақыт бірлігіндегі оның мөлшерінің өсімдік биомассасына немесе құрамындағы хлорофилл массасына қатынасы (*ассимиляциялық сан*) бойынша сипатталады. Фотосинтез қарқындылығы жарықтың жағдайына өте байланысты. Әдетте радиацияның оңтайлы мөлшері минутына спектрдің көріну бөлімінің $0,4-0,8 \text{ Дж/см}^2$ аралығында жатады. Бұл мөлшер әдетте суқоймаларының бетіне бірнеше төменде байқалады. Фотосинтездің қарқындылығына температураның әсері де зор. Температура жоғары болған сайын балдырлар фотосинтезді қамтамасыз етілу үшін жарықтың көп болғанын қажет етеді. Температура артқан сайын фотосинтездің максималды қарқындылығын қамтамасыз ететін биогендердің концентрациясы төмендейді. Мысалы, теңіз фитопланктоны үшін жылы суларда ($\geq 20^\circ\text{C}$) нитриттің көлемі 2 мкмоль/л -ден, ал біршама суық суларда 3 мкмоль/л -ден аз болғанда ассимиляциялық санның мөлшері төмендейді.

Фотосинтездің тиімділігі деп күн энергиясын фотосинтезге пайдалану және клетканың көбею дәрежесін айтады. Фотосинтездің тиімділігінің көрсеткіші CO_2 -нің бір молекуласын сіңіру үшін қажетті жарықтың квант саны болып табылады. Балдырларда ең төменгі квант шығыны 8-10-ға тең. Жоғарғы жарықта квант санының белгілі бір энергиясы CO_2 -нің тотықсыздандыруға жұмсалмайды және фотосинтездің квант шығыны артады. Жарық қарқындылығының азаюына байланысты оның энергиясын пайдалану дәрежесі артады.

Жарық энергиясын пайдалану дәрежесі өсімдіктердің минералды қорекпен қамтамасыз етілуіне тәуелді. Мысалы, *Scenedesmus* балдыры азот концентрациясының 3-тен 20 және 40 мг/л-ге артқанда сәуле энергиясын пайдалануы сәйкесінше 2 және 3 есе тиімді болады.

Хемосинтез. Хемосинтездеуші организмдер (хемоавтотрофтар) – бұлар хемосинтез есебінен энергияны әртүрлі неорганикалық қосылыстардың тотығуы жолымен алатын және оны жарық жоқ кезде CO_2 -нің органикалық заттар формасында фиксациялау үшін пайдаланатын бактериялар. Энергия сутек күкіртті сутек, күкірт, темір, аммиак, нитрит және басқа органикалық қосылыстар тотыққан кезде бөлінуі мүмкін. Хемосинтездеуші бактериялар су

кабатында, су бетінде және терең грунтта мекендейді. Хемосинтетиктерден суқоймаларында ең маңыздылары күкіртті сутекті күкіртке дейін тотықтыратын бактериялар болып табылады. Оттексіз аймаққа түскен органикалық заттар тотықтырғыш ретінде қызмет атқаратын сульфаттардың қатысумен ыдырайды. Бұл кезде энергияның 90%-н астамы сульфаттарды сульфиттерге дейін тотықсыздандыру үшін жұмсалады. Сульфидтер энергия қорын алып грунттан суға жылжиды және тотығу аймағында хемоситездеуші бактериялар пайдаланады.

Хемосинтетиктердің анаэробты ыдырау кезінде толықтай тотықпаған өнімдерді пайдалануына байланысты автотрофты түссіз бактериялар көптеп грунтта жиналады, олар түпмаңы су қабатында аз, ал соңғыларында су бетіне қарағанда көп болады. Грунттар арасында хемосинтетиктерге майлы лайлар бай, өйткені бұларда біршама ыдыраған органикалық заттар болады. Хемосинтез қарқыныдылығы температура артқан сайын артады.

Экожүйелердің энергобалансы. Экожүйенің әртүрлі құрылымдары бойынша үнемі айналымға түсетін және әруақытта айналымға қайта түсе алатын заттардан энергияның ерекшелігі сол ол тек бір мәрте ғана пайдаланылады, яғни экожүйе арқылы энергия ағынының жолы болады. Ол бір формадан (мысалы, жарық энергиясы) екінші (мысалы, қоректің потенциалды энергиясы) формаға өте алады, бірақ ешуақытта түзілмейді және жойылмайды. Өздерінің өзгеруі кезінде энергияның белгілі бір мөлшері жылу түрінде шашырайды, яғни жоғалады. Экожүйе энергия ағынының келуімен және оның компоненттер арасында бөлінуімен сипатталады. Кез-келген экожүйеге үздіксіз күн, химиялық, механикалық немесе басқа бір энергиялар түседі. Экожүйе балансында маңыздылар қатарына күн энергиясын байланыстыру, энергосыйымды заттардың түсуі мен шығуы, биомассаның өзгеруі және жүйедегі энергосыйымды заттардың саны жатады. Экожүйелік процестердің барысында ол байланысады, өзгереді немесе байланыссыз қалады.

Биологиялық жүйелерде энергия біршама жоғары деңгейден төменгі деңгейге ауысады. Бұл, мысалы тынысалу процесі, оның барысында энергияға бай қосылыстар (көмірсулар) қарапайым энергетикасы төмен заттарға-су мен көмірқышқылына ыдырайды, ал бөлініп шыққан энергия әртүрлі процестердің (мысалы, АТФ синтезі) жүруіне жұмсалады. Бірақта тірі жүйелерде керісінше процестер, яғни энергия біршама төменгі деңгейден жоғарғы деңгейге өтетін процестер болып жатады. Мысалы, фотосинтез кезінде қарапайым энергияға кедей көмірқышқылы мен судың қосылыстары жарық квантының қатысуымен бос энергиясы біршама көп заттарды (көмірсулар) синтездейді.

Заттар мен энергияның өзгеруі. Биологиялық жүйелердің жұмыс жасауы әруақытта өзгеру процесстерімен байланысты. Энергетикалық алмасу (метаболизм) процесстерінің арқасында организм ұлпаларының тотығуы жүреді және энергия бөлінеді. Оның бір бөлігі сыртқы және ішкі жұмысқа, мысалы, қорек іздеу, пайдаланылады. Алмасуға жұмсалған энергия жануарлардың өсуіне, қоректенуіне және көбеюіне байланысты маңызды эколого-физиологиялық сипаттамасы болып табылады.

Гидробионттар пайдаланған энергия (алғашқы өнім) экожүйеде таралады, онда жиналады (екіншілік өнім) немесе биогеоағындармен орын ауыстырады. Барлық жағдайларда термодинамика заңдарына сәйкес кірген энергия мөлшері жүйеде оның айналуы мен жүйеден шығатын мөлшердің алгебралық қосындысына тең болады.

Әртүрлі типтегі экожүйелердің энергобалансы олардың тірі және жанама компоненттерінің ерекшеліктеріне тәуелді. Фотосинтетиктермен байланысқан барлық энергияның 50%-ы тыныс алуға жұмсалады, 50%-ы энергосыйымды қосылыстарда жиналады. Әдетте трофикалық деңгейдің келесі сатысына өткенде негізгі энергияның 80-90%-ы жұмсалады. Оның басым көпшілігін (30-40%-ы) өсімдікқоректі жануарлар, продуценттер (20-30%-ы) және редуценттермен (20-40%-ы) өзгеріске түседі. Әсіресе салыстырмалы түрде энергия бактериялармен жұмсалады, олардың биоценоздағы массасы жалпы массаның аздаған бөлігін құрайды, ал энергия шығыны 20-40% және оданда көп болады. Бактериялар деструкторлар ретінде экожүйелерде үлкен рөл атқарады, «микробтық ілмек» арқылы гидробионттар менгере алмаған органикалық заттардың біршама үлесін қайтадан айналымға қайтарады.

Вегетациялық маусымда планктон мен бентостың жануарларының қауымдастығындағы энергия ағынының суммасы осы кезеңдегі қауымдастықтың орташа биомассасына тікелей тәуелділікте болады. Түпкі қауымдастықтардағы энергия ағыны қауымдастықтың орташа биомассасынан 2 есе, планктонда 8 есе көп болады. Бұл кезде энергияның меншікті ағыны зоопланктон қауымдастығында бентос қауымдастығына қарағанда шамамен 3,6 есе көп болады. Көлдер мен жасанды суқоймалары үшін бактериопланктон қауымдастықтарында энергия ағыны олардың биомассасындағы ағынынан 51 есе артық болады (Алимов, 2013).

Экожүйелер динамикасы. Экожүйелер тұрақты болмайды, ерте ме кеш пе басқамен алмасады. Уақыт бойынша бірінен кейін бірінің алмасуы және биоценоздық процесстердің өзгеруі *экологиялық сукцессия* деп аталады. Экологиялық сукцессия *біріншілік* және *екіншілік* деп бөлінеді. Біріншілік сукцессияда жаңадан пайда болған сқоймаларында экожүйенің қалыптасуы

және дамуы, ал екіншілікте - қалыптасқан биоценоздардың орнына оларға бұзылғаннан соң жүретін сукцессияны атайды.

Сукцессия процесінде биоценоз абиотикалық ортаға біршама сәйкес келетін жағдайға жақындайды. Ол экожүйенің ең жоғарғы тұрақтылық жағдайына-оның климаксына жақындайды. Ол абиотикалық ортада өзгерістер болғанда бұзылады және биоценоз қайтадан бірінен кейін бірі жүретін өзгерістерді өткізеді ол жүйенің өздігінен реттелу қасиеті болып табылады. Сериалды өзгерістер сыртқы ортаның өзгерістерінен максималды қорғана алатын жүйенің тұрақтануына алып келеді.

Сукцессиялар тіршілік жағдайлары мен ресурстарды өзгертетін биологиялық процестермен (автогенді сукцессия) және сыртқы абиотикалық факторлармен (аллогенді сукцессия) анықталады. Аллогенді сукцессиядан автогенді сукцессияның айырмашылығы сол соңғысы әруақытта оның гомеостазын көтеру, уақыт бойынша ортаның физикалық факторлары мен оларға тәуелсіз артуын бақылау. Сукцессиядан басқа экожүйелерге бағытталған қайта құрылу арқылы жағдайдың заңды өзгерістері, бірақ ол қайтымды сипатқа ие, болу тән. Бұл процесті *флуктация* деп атайды.

Сукцессия-экожүйелік процесс. Гидробиоценоз теңестірілген жүйе ретінде оның популяциясында метаболизм өнімдері биотопта жинақталмайды және оның сипатын өзгертпейтін жағдайда ғана тіршілік етуі мүмкін. Егер метаболизм өнімдері биотопта жинақталса, онда оның «ластануы» жүреді, яғни бұл жерде мекендейтін гидробионттар үшін тіршілік жағдайы нашарлайды. Осыған қарамастан биотоп басқа организмдер үшін біршама қолайлы мекендеу ортасы боуы мүмкін. Нәтижесінде құрылым өзгереді және оған сәйкес биоценоздың функционалды ерекшеліктері де өзгереді.

Сукцессия процесінде экожүйенің құрылымдық өзгерістері, ең алдымен биоценоздың ұйымдасуының күрделенуінде байқалады. Түр саны, олардың эквитабилділігі артады, ол тез тұрақтанады, ал соңғы сатыларда тіпті төмендейді. Стратификация күшейеді, нәтижесінде қауымдастықта жаңа экологиялық қуыстар пайда болады. Қауымдастықтың өсімтал метаболизмінің жанама өнімдері ретінде биоценоз компоненттері суға шығаратын заттардың алуантүрлілігі үздіксіз артады. Осыған орай метаболиттердің экожүйенің жағдайын тұрақтандыратын реттеуші ретінде рөлі артады. Жүйеде органикалық заттардың жалпы саны көбейеді, фитофагтар басым қоректік тізбектер тарамдалады. Жануарлардың тіршілік циклдері ұзарады және күрделеніледі, экологиялық қуыстар бойынша мамандану артады.

Сукцессия барысында биогенді заттардың айналымының жылдамдығы мен сипаты өзгереді. Экожүйенің дамуының алғашқы сатыларында минералды заттардың айналымы ашық, биогендердің регенерациясында детриттің рөлі шамалы биоценоз бен биотоп арасындағы алмасу жылдамдығы жоғары. Ары қарай айналым біршама жабық бола бастайды, өйткені биоценоз шегінде біршама дәрежеде тұйықталады. Осыған сәйкес қауымдастық пен биотоп арасындағы алмасу жылдамдығы төмендейді, экожүйеде саны көбейетін детриттің рөлі артады. Қалыптасқан сатыларында экожүйелер оларды айналымда ұстап қалуға және ұстап тұруға біршама қабілетті болады.

Сериалды өзгерістер нәтижесінде автотрофтардың салыстырмалы саны биоценозда төмендесе, оны *автотрофты сукцессия*, ал керісінше болғанда, яғни көтерілсе, оны *гетеротрофты сукцессия* деп атайды

Автотрофты сукцессия көпшілік континенталды суқоймаларына тән. Жасанды суқоймаларында экожүйелердің дамуы әдетте екіншілік сукцессия жобасы бойынша жүреді, бірінен кейін бірі жүретін сериялардың тез алмасуымен ерекшелінеді және шарықтау шегіне бір вегетациялық маусымда жетеді. Автотрофты сукцессия көлемі кіші көлдерде жақсы көрінеді. Судың жақсы жылуы, сужинағыштан көп мөлшерде биогендер мен органикалық заттардың түсуі биомассаның және экожүйелердегі биоценоз компонентінің функционалды рөлінің артуына ықпалын тигізеді.

Өзендерде сукцессия әлсіз немесе мүлдем болмайды. Өзен биоценоздарының метаболизм өнімдерінің негізгі массасы ағыспен әкетіледі және алғашқы биотоптарын өзгертпейді, яғни сукцессияның негізгі жағдайы болмайды. Бұл кезде бір популяциялар ортаны өзгертіп, экожүйеге жаңа түрлердің енуіне жағдай жасайды.

Әлемдік мұхитқа судың күшті араласуына қарай сукцессия тән емес, деседе сыртынан қарағанда оны еске түсіретін процестер жиі болады. Мысалы, қатты грунттар батпақтанған кезде олардың биоценоздарының бұталы және ағашты формалары қазушы формалармен алмасады. Бірақ бұл жағдайда батпақтану биоценоздың тіршілік әрекетінің салдары емес, ол тұнбалардың аккумуляциясы жағдайының өзгеруі, яғни экожүйелік процесс болып табылады.

Гетеротрофты сукцессия. Кейде биоценоздар бірқатар уақыт дайын органикалық заттарды өңдеу есебінен тіршілік ете алады. Мысалы, жасанды суқоймасын бірінші жылдары сумен толтырғанда құнарлы жерлер су астында қалады, олар өсімдіктерге бай, суқоймаларында гетеротрофтардың саны өте көп. Грунтта өте көп мөлшерде детритқоректі хирономидтердің дернәсілдері дамиды. Дайын органикалық заттарды өңдейтін бактериялардың жаппай

көбеюі есебінен жасанды суқоймасының пелагиалында бай фауна дамиды. Оның құрамында қарапайымдылар, коловаткалар және шаяндар көптеп кездеседі. 3-4 жыл өткен соң бентостың биомассасы төмендей бастайды және біртіндеп энергияның түсуімен оның шығыны қалыпты жағдайға келеді. Биоценоздардың оттекті тұтынуы төмендейді, фотосинтетиктермен жұмсалатын энергияның жинақталатын энергияға қатынасы бірте-бірте азаяды, бірақ бірліктен біршама жоғары күйінде қалады. Бұл жасанды суқоймасына аллохтонды органикалық заттардың біршама түсуімен түсіндіріледі, ал олардың есебінен көптеген гидробионттар тіршілік етеді, Ақаба суларда гетеротрофты сукцессия анық байқалады, өйткені онда органикалық заттар көп болады. Мысалы, арнаулы суқоймаларына тазарту үшін жіберілетін кәріз суында, автотрофтар мүлдем болмайды. Олар түгелдей бактериялардан және анаэробты тыныс алатын немесе ауадан оттек тұтынатын (мысалы, *Eristalis* шыбынының дернәсілі) аздаған жануарлардан тұрады. Ары қарай органикалық заттардың минералдануына және суда оттектің көптеп пайда болуына байланысты қорекке бай суқоймасында әртүрлі эвриоксибионтты формалар (*Tubificidae* құрттары, *Chironomus* дернәсілдері, *Paramecium* инфузориялары және басқалары) пайда болады. Бұлардың түрлік саны аз, бірақ олардың әрқайсысының дараларының саны көп, сондықтан қауымдастықтың биомассасы үлкен. Органиканың ары қарай минералдануынан биоценозда алғашқы автотрофтар (*Oscillatoria* және *Phormidium* -көк-жасыл балдырлар) пайда болады, бірақ олардың рөлі әлі де өте төмен.

Энергияның жұмсалу процесі оның жиналуымен бірге басталады, бірақ оттекті пайдалану оның бөлінуінен басым. Суқоймаларының фаунасы оттекті біршама көп пайдаланатын жаңа формалар есебінен байиды. Ары қарай гетеротрофтармен минералданатын органикалық заттардың концентрациясының кемуі жүреді, тыныс алу біршама қолайлы болады және осыған сәйкес биоценоз құрамына көптеген түрлер ене бастайды. Автотрофтар арасында диатомды, жасыл протококты балдырлар және ақыры соңында жоғары сатыдағы өсімдіктер пайда болады. Судағы оттек мөлшері артады, жұмсалатын энергия мен жинақталатын энергия қатынасы төмендейді. Көптеген түрлердің санының кемуі есебінен биоценоз биомассасы азаяды.

Осыған ұқсас процестер өзендердің құрамында органикалық заттардың көп болуынан ластанған жерлерінде байқалады. Суқоймаларына органикалық заттар көп түсетін жерлерде суда мекендеушілер гетеротрофты бактериялар болып табылады. Өзеннің төменгі ағысына қозғалумен бірге органикалық заттардың минералдану дәрежесі артады, тыныс алуы жақсартады және су

мекендеушілері алуантүрлі болады. Автотрофтар көптеп дамиды, олардың биоценоздағы рөлі артады және ақаба су толық тазартылған жағдайда жүйенің автотрофтылық жағдайы олиготрофтылықпен алмасады.

Экожүйелердің тербелісі (флуктациясы) мен өзгеруі (трансформациясы). Экожүйенің тербелісі көп жағдайда жыл маусымының алмасуымен, ал аз жағдайда күн радиациясының максимумына және басқа да құбылыстардың циклідігіне байланысты.

Биологиялық көктем фитопланктонның көптігімен сипатталады, бірақ зоопланктон саны әлі де болса максимумға жетпейді. Фитопланктон биомассасының зоопланктон биомассасына қатынасы—*маусымдық көрсеткіш* деп аталады-ол өте үлкен шама, 10 мен 100-ң аралығында жатады. Балдырлар арасында салыстырмалы түрде жоғарғы концентрациялы минералды заттарды қажет ететін түрлер басым болады. Гидрофизикалық биологиялық көктем күн сәулесінің ұзақтығы және қарқындылығының артуымен, судың қыза бастауымен сипатталады.

Биологиялық жазға жарықтың максимум түсуі, су температурасының жоғарылауы, биогендер санының азаюы тән. Ол маусымдық көрсеткіштің күрт азаюымен, ол бірге тең немесе одан аз, сипатталады. Зоопланктон биомассасы максимумға жетеді. Балдырлар арасында маңызды рөл қоректік тұздарды аз қажет ететін формаларға көшеді.

Биологиялық күз жылдық температура максимум болып, соңынан төмендей бастағанда басталады. Қоректік тұздардың мөлшері алғашқыда көктемгі және жазғы планктонның бұзылуы есебінен аздап көтеріледі, сонан соң қайтадан төмендейді. Полярлы аймақтағы теңіздерде биологиялық күз фитопланктон концентрациясының азаюымен, қоңыржай және оңтүстік суларында оның екінші максимумымен, бірақ көктемге қарағанда әлсіздеу болуымен сипатталады. Поляр теңіздерінде маусымдық көрсеткіш бірден аз немесе оған тең, ал қоңыржай және оңтүстікте-бірден 10-ға дейін ауытқиды.

Биологиялық қысқа күннің салқындауы, жарық қарқындылығының азаюы, өлген планктонның ыдырауы нәтижесінде биогендер санының үздіксіз өсуі және терең су қабатының қоректік тұздармен жоғарыға көтерілуі тән болады. Биологиялық қыс планктонның минимумымен, маусымдық көрсеткіштің бірден аз болуымен сипатталады. Балдырлардың әртүрлі түрлері тыныштық күйде болады, зоопланктонда басты маңызға ересек жануарлар немесе олардың қыстайтын стадиялары ие болады.

Түрлі ендіктердегі суқоймаларында биологиялық маусымдар бірдей ұзақтыққа ие болмайды және олар әртүрлі айларға тура келеді. Биологиялық көктемге жазға және күзге сай келетін вегетациялық кезең экватордағы теңіздерде 12 айға созылса, поляр аймағындағы теңіздерде бір-екі айға дейін

қысқарады. Биологиялық қыс экваторда жоқ, ал поляр аймағында 10-11 айға созылады. Полюстерге жақындаған сайын биологиялық көктемнің түсуі мерзімі кешігеді: тропикалық теңіздерде ол қыс айларында басталса, поляр аймағында- тамызда басталады. Биологиялық жаздың ұзақтығы тропикалық суларда 7 ай, поляр аймағында бір айдан екі айға созылады. Солтүстікке және оңтүстікке қарай биологиялық күз ертерек түсе бастайды, оның ұзақтығы қысқарады және жоғары ендіктерде өте тез өтеді.

Білімін тексеру сұрақтары

- 1.Экологияның негізгі бірлігі-экожүйенің құрылымдық және функционалдық қалыптасуын түсіндіріңіз
- 2.Су экожүйелерінің құрылымдық ерекшеліктерін сипаттаңыз
- 3.Тірі және өлі компоненттердің өзара әсерлілігін түсіндіріңіз
- 4.Экожүйелердің тұрақтылығының механизмін түсіндіріңіз
- 5.Су экожүйелеріндегі азот айналымын түсіндіріңіз
- 6.Су экожүйелеріндегі фосфор айналымын түсіндіріңіз
- 7.Су экожүйелеріндегі күкірт айналымын түсіндіріңіз
8. Су экожүйелеріндегі көміртек айналымын түсіндіріңіз
9. Су экожүйелеріндегі темір және марганец айналымын түсіндіріңіз
- 10.Су экожүйелерінде органикалық заттардың жаңадан түзілу механизмін түсіндіріңіз
- 11.Су экожүйелерінде жүретін фотосинтездің қарқындылығы мен тиімділігін түсіндіріңіз
- 12.Су экожүйелеріндегі энергобаланстың механизмін түсіндіріңіз
- 13.Су экожүйелеріндегі экологиялық сукцессиялар және олардың түрлерін сипаттаңыз
- 14.Экожүйенің тербелісі мен өзгеру механизмін түсіндіріңіз

12 тарау. Су экожүйелерінің биологиялық өнімділігі және оны арттыру жолдары

Суқоймаларында гидробионттардың көбею процесі нәтижесінде үздіксіз жаңа органикалық заттар түзіледі, оның түзілу жылдамдығы *өнім* деп аталады. Жаңа биомассаның түзілу процесін биологиялық өнімділік, ал жаңадан түзілген биомассаны *биологиялық өнім* деп атайды. Биологиялық өнім биологиялық өнімділіктің бір бөлігі болып табылады. Биологиялық өнімділікті тіршілік процестерінің нәтижесінде организмдер түзейтін барлық органикалық заттар құрайды. Гидробионттар түзеген органикалық заттар биологиялық өнімділікке жатпайды. Сол сияқты олардың қатарына бөтен заттар, ыдырау өнімдері және басқалары жатпайды. Трофикалық деңгейлердің концепциясы бойынша өнімдер *алғашқы (біріншілік)* және *екіншілік* өнім деп жіктеледі. Біріншілік өнім автотрофты гидробионттардың тіршілігінде бейорганикалық заттардан биосинтез нәтижесінде түзілетін органикалық заттар жиынтығы болып табылады. Бұл процесс суқоймаларда жүретін барлық түзіліс процестердің ішінде негізгісі болып табылады. Екіншілік өнім немесе консументтер өнімі гетеротрофты организмдерде бар органикалық заттардың өзгеруі (трансформациясы) процесінің нәтижесінде түзіледі. Гидроэкожүйелердің биоөнімділігі екі аспектті: табиғи (биосфералық) және адам пайдаланатын өнімдер түрінде қарастырылады.

Бірінші жағдайда өнімділік нәтижелері экожүйедегі заттардың айналым ерекшеліктері бойынша бағаланады, ал әлеуметтік - экономикалық тұрғыдан биологиялық өнімділік адам пайдаланатын гидробионттардың ауланған мөлшерімен сипатталады. Екінші жағдайда, өнімділік экожүйенің өзінің ерекшеліктерімен және шаруашылық жағынан меңгеру түрінде анықталады. Бишаруашылық өнімділік гидробионттардың алуантүрлілігінің құндылығына және ауланған мөлшеріне тәуелді болады.

Аулау нысандары ретінде пайдаланылатын организмдер су қоймаларының биологиялық ресурстарын түзейді. Өніп-өсуіне еңбек жұмсалатын гидробионттар – биологиялық ресурстарға жатпайды, олар тек шикізат көзі болып табылады. Су қоймаларын кәсіптік жағынан меңгеру барысында адам құрлықтың табиғи биотикалық байлығын толықтай пайдалануға ұмтылатындай, олардан мүмкіндігінше көп мөлшерде

биологиялық өнім алуға тырысады. Мысалы, жер учаскелерін пайдалану шаруашылықты мәдени түрде пайдаланумен алмасады. Нәтижесінде адам тек мол өнім алып қоймай, сонымен қатар оны қамтамасыз етуге күш жұмсайды. Дәл осындай жағдай суқоймаларын меңгеру кезінде де жүзеге асады, яғни гидробионттарды аулау оларды өсірумен толықтырылады, нәтижесінде халық шаруашылығының жаңа саласы - *аквакультура* пайда болады. Аквакультура агрокультураның аналогы емес және одан ерекшелігі ол негізінен шығу тегі жануартекес өнім алуға бағытталған.

Су жануарларының өнімділігін анықтау бірінші кезекте гидробиологияның саласында биологиялық өнімділіктің мәселелерін шешу үшін қажет. Сонымен қатар, бұл әдістер екінші саланың, яғни санитарлық-техникалық гидробиологияның мәселелерін шешу үшін де керек. Ең өзекті мәселе ластанған сулардан суқоймаларының өздігінен тазартылуы да оны мекендеушілердің функционалдық маңызын анықтау болып табылады. Ең алдымен организмдердің минералдану процесін және ластанған тұрақсыз заттардың бұзылуын, ал екіншіден олардың тірі заттарға айналу барысында тұрақтануының да алатын рөлін анықтау қажет. Көп түрлі қауымдастықтар қатысатын өздігінен тазалану процесі белгілі бір мөлшерде трофикалық байланыстар арқылы жүзеге асады. Өздігінен тазалану процесі жүретін биологиялық айналымдардың заңдылықтарын және олардың арасындағы қарым-қатынастарын бағалау тек қана сол процеске қатысатын түрлік популяциялардың өнімдерін анықтау барысында ғана жүзеге асады (Винберг, 1968; Алимов 2013).

Алғашқы өнімділік. Минералды заттардан жаңа органикалық заттардың түзілуі суқоймаларында жүретін барлық өнімділік процестерінің негізі болып табылады. Алғашқы өнімділіктің түзілу процестерін зерттеу су өсімдіктері шаруашылық нысандары болып табылған кезде немесе макрофагтармен жекелеген жағдайларда күресу барысында жүзеге асуы мүмкін болады. Алғашқы өнімділік кезінде оттектің қалыптасуы суқоймаларының аэрациясы үшін, ластанған сулардың өздігінен тазалануында және сапалы ауыз суын алуда өте маңызды болып табылады. Алғашқы өнімділік суқоймаларында фототрофтылардың фотосинтезі немесе бактериалды хемосинтез нәтижесінде қалыптасуы мүмкін. Гидросферада алғашқы органикалық заттардың негізгі бөлігі планктонды балдырлар фотосинтезі нәтижесінде түзіледі. Теңіздердегі, үлкен әрі терең көлдердегі фитобентос, фитокапталу фитопланктонмен салыстырғанда алғашқы өнімділікке азырақ мөлшерде үлес қосады. Кіші көлдерде, өзен сағаларында, кейбір басқа суқоймаларында да осыған кері көрініс байқалады. Экзотермиялық процестердің тотығуы нәтижесінде хемосинтездеуші

бактериялар органикалық заттарды қалыптастырады. Кейбір қалпына келген қосылыстарда энергия көзі ретінде хемосинтездеуші бактериялар үшін сутектің, метанның, аммиактың немесе темірдің тотығы қатысады. Егер де бұл заттар автохтонды органикалық заттардың ыдырауы нәтижесінде қалыптасса, онда хемосинтез алғашқы өнімділік процесі кезінде ешқандай рөл атқармайды. Хемосинтездеу процестері нәтижесінде қалыптасатын органикалық заттар алғашқы өнімділік ретінде, егер заттар хемосинтез көзі ретінде күн сәулесінің радиациясы сияқты тек сырттан түскен жағдайда ғана қарастырылады (Алимов, 2013).

Су қоймаларындағы алғашқы өнімділіктің негізгі көзі - фотоавтотрофтардың фотосинтезі болып табылады. Фотосинтез процесі кезінде өсімдіктермен сіңірілген күн сәулесі радиациясының энергиясы органикалық заттардың потенциалды энергиясына айналады, ол хлорофиллмен байланысып синтезделген немесе ферменттік жүйелердің қатысуымен жүзеге асады және оның соңғы нәтижесін мына теңдеу бойынша көрсетуге болады: $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{хлорофилл}} (\text{CH}_2\text{O}) + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Су ыдыраған кезде газтәрізді оттегі түзіледі, көміртегі қостотығы мен тотықсызданған судан көмірсу (CH_2O) синтезделінеді және қайтадан су пайда болады. Қараңғыда фотосинтез тоқтайды, ортадан бөлінген көмірқышқыл газы пайдаланылады және сәйкес оттегі бөлінеді. Алғашқы өнімділік «нағыз фотосинтез», яғни фотосинтез кезінде жылдам түзілу өнімі болып табылады. Фотосинтез өнімдерінің басым бөлімі өсімдіктер биомассасында жиналмайды, олар фотосинтездеуші организмдердің тыныстану кезінде бөлінетін өнімімен тотығу процесіне ұшырайды.

Бағалау әдістері. Зерттеу нәтижелерінің мақсатына қарай алғашқы өнімділіктің мөлшері әр түрлі әдістермен бағаланады. Кейбір жағдайларда өнімділік судың белгілі бір мөлшеріне байланысты анықталады және оның өнімділік қасиеттерін көрсетеді. Көлем бірлігіне қатысты өнімділіктің максималды мөлшерін салыстыра отырып судың сапасы, оның өсімдіктер тіршілігін қанағаттандыру қабілеттілігі жайында ұғым қалыптастыруға болады. Су айдынының көлеміне қатысты алғашқы өнімділіктің мөлшерін зерттеуге болады.

Жалпы және таза алғашқы өнімділіктерді ажыратады. Біріншісі – ол фотосинтез кезінде қалыптасатын органикалық заттың барлық мөлшері. Таза өнімділік өсімдіктердің тыныс алуына кететін бөлігімен бірдей. Фотосинтез қарқындылығына және өсімдіктердің тыныс алуына байланысты жалпы және таза өнімділіктің қатынасы күрт өзгереді. Фотосинтез және тыныс алу тең болғанда, таза өнім 0-ге тең, жарық түскен кезде жалпы өнімнің 80-90%-на

дейін жетеді. Фитоплантон үшін оның орташа мөлшері шамамен 40-50%-ға тең.

Суқоймаларының бірінші реттік өнімі ондағы өсімдіктердің түрлік құрамына, санына және су қабатында орналасуына, судың оптикалық қасиетіне, биогендердің концентрациясына және температураға тәуелді. Тереңдеген сайын жарық азаяды және осыған сәйкес фотосинтездің жылдамдығы да азаяды және белгілі бір тереңдіктен кейін балдырлар жарықтың тапшылығын сезінеді. Әлемдік мұхитта бірінші реттік өнімнің 75 % 40-50 м-лік жоғарғы қабаттарда түзіледі, бұл тереңдікте жарықтылық 400 лк-тен кем болмайды, ал жерде 100-200 м тереңдікте жарық тапшылығының салдарынан балдырлардың фотосинтезінің бірінші реттік өнімі 0-ге тең болады.

Континенталды суқоймаларында фотосинтез байқалатын тереңділіктер негізінен *судың тұнықтығымен* анықталады. Судың тұнықтығы көп жағдайда фитопланктонның клеткаларының көптігіне және жанама түрде фотосинтездің мөлшеріне тәуелді. Судың тұнықтығы негізінен судағы қалқыма бөлшектер санына және хлорофилл $C_{хл}$ мен сестонның құрамы ($мг/м^3$) және хлорофилл $C_{хл}$ концентрациясы арқылы анықталады. Судың тұнықтығы және хлорофилл құрамы өзара кері байланыста болады (Алимов, 1989), ол жарықтығы төмен суларда мына теңдеумен берілуі мүмкін:

$$C_{хл} = 57,7 S^{-2,1}, \text{ мұндағы: } S \text{ – Сески дискісі бойынша судың тұнықтығы.}$$

Эвтрофикация кезінде фитопланктон қарқынды дамиды және планктондағы хлорофиллдердің мөлшері артады, судың оптикалық қасиетінің сөзсіз өзгерістері (негізінен оның тұнықтығы өзгереді) жүреді.

Суқоймаларының температуралық жағдайлары бірінші реттік өнімге түрлі бағытта әсер етеді. Бір жағынан, жоғары температура кезінде фитопланктон өнімдерінің өсу қарқыны артады, ал басқа жағынан- жазда температуралық стратификация айқын термоклинмен жүреді және су тығыздығының өзгеруі балдырлардың терең қабаттарға түсуіне кедергі келтіретін жағдайлар тудырады. Бұл олардың оптималды жарық аймақтағы мөлшерінің артуына алып келеді. Бірінші реттік өнімнің мөлшеріне жарық жоқ аймақтағы (афотикалық) балдырлардың қатты бөлінуіне ықпал ететін сумен араласу да жағымсыз әсер етеді.

Бірінші реттік өнімнің тиімділігіне балдырлардың биогендермен қамтамасыз етілуі үлкен әсерін тигізеді. Стратификация кезінде судың жоғарғы қабаттарында балдырлардың мөлшерінің артуы биогендер қорының тез таусылуына және бірінші реттік өнімнің төмендеуіне әкеледі. Олардың концентрациясының оңтайлы қарқыннан ауытқуынан өнімділік жарықтың жеткіліксіздігі кезіндегідей төмендей бастайды.

Макрофиттер өнімділігі. Макрофиттерге әдетте суда өсетін және осыған байланысты морфологиясында ерекшеліктері болатын жоғары сатыдағы гүлді өсімдіктер жатады. Сонымен қатар, бұларға мөлшері үлкен балдырлар, мысалы ламинариялар, жатады. Макрофиттердің өнімділігі олардың максималды биомассасымен анықталады. Макрофиттердің биомассасын мезгіл-мезгіл анықтау оның вегетациялық кезеңінде даму циклін анықтауға мүмкіндік береді.

Әлемдік мұхитта макрофиттер арасынан ламинариялар ең маңыздысы болып табылады. Олар негізінен салқын және суық белдеулердің теңіздерінде тараған. 200 м-ге дейінгі тереңдікте кездеседі, жиі литоралды аймақта ну түзеп, су жағалауының өнімділігінде маңызды рөл атқарады.

Өзендерде және кейбір саяз көлдерде алғашқы өнімділік көбінесе макрофиттер мен перифитондардың өнімділігімен анықталады. Көлдердің алғашқы өнімділігінде фитопланктондар маңызды рөл атқарады.

Әртүрлі суқоймаларындағы алғашқы өнімділіктің мөлшері. Планктонның алғашқы өнімділігі мен хлорофиллдің құрамы классификациялаудың негізі болып табылады. Кейбір деректер бойынша *лотикалық* экожүйелерде алғашқы өнімділік *лимнолыққа* қарағанда әлдеқайда төменірек. Әртүрлі ендіктер мен континенттердегі суқоймалары бойынша берілген мәліметтерді талдау суқоймаларының өнімділігі Арктикадан тропикаға қарай артатындығын көрсетеді. Зерттелген көлдердің алғашқы өнімділігінің орташа мөлшері оңтүстік суқоймаларда солтүстік суқоймаларға қарағанда шамамен 10 есе артық. ТМД елдерінде Халықаралық биологиялық Бағдарлама бойынша жүргізілген жұмыстар континенталды суқоймаларда планктонның алғашқы өнімділігі солтүстіктен оңтүстікке қарай өсетінін көрсетті. Талдау бойынша температура өзгерген сайын фитоплантонның алғашқы өнімділігі де суқоймаларда жыл сайын өзгеріп отырады. Алғашқы өнімділіктің мөлшеріне балдырлар да өте үлкен әсерін тигізеді. Әлемдік мұхиттың олиготрофтылығы онда азот пен фосфордың жетіспеуіне байланысты.

Бөгендер және басқа да суқоймаларының алғашқы өнімділігі оларға фосфор мен азот тұздарын қосқаннан кейін күрт артады.

Алғашқы өнімнің тиімділігі. Суқоймаларының алғашқы өнімі олардағы өсімдіктердің түрлік құрамына, санына және су қабатында таралуына, судың оптикалық қасиетіне, биогендердің мөлшеріне және температураға байланысты болады.

Әртүрлі суқоймаларында тереңдеген сайын жарықтың мөлшері судың тұнықтығына байланысты нашарлайды. Белгілі бір горизонттардан төмен орналасқан өсімдіктер қандай да бір деңгейде жарықтың жетіспеушілігіне

душар болады. Осыдан кейін дәл осы жарық жағдайындағы фотосинтездің көлемінің пайыздық қатынасы қолайлы жарық кезіндегі көрсеткішпен анықталады. Әлемдік мұхитта алғашқы өнімнің 75%-нан астамы 40-50 м беткі қабатта пайда болады, мұнда жарық күші 4000 лк-тен кем емес, ол 100-200 м тереңдікте балдырларға жарықтың жетіспеушілігі салдарынан фотосинтетиктердің алғашқы өнімі іс жүзінде 0-ге тең болады.

Алғашқы өнімге судың алмасуы және су қабатында балдырлардың таралуына әсер ететін басқа да қолайсыз факторлар себепші болады. Алғашқы өнім тиімділігіне балдырлардың биогендермен қамтамасыз етілуі де күшті әсер етеді. Қолайлы концентрациядан олардың концентрациясы ауытқыса өнімнің қарқындылығы төмендейді.

Әртүрлі суқоймалардағы алғашқы өнімнің көлемі. Суқоймаларының биоөнімділігін және олардың өнімін бағалау аудан бірлігіне шаққандағы көлеммен анықталады. Бұл көлем органикалық көмірсулар массасымен, органикалық заттардың биомассасымен немесе энергия бірлігімен көрсетіледі. Яғни 1г көмірсу фитопланктонның 2г құрғақ затына сәйкес келеді және оның эквиваленті 41,9 кДж-ға тең болады.

Әлемдік мұхиттың әртүрлі аудандарында алғашқы өнім жағдайы мен көлемі қатты ауытқиды. Өнім бойынша Әлемдік мұхитының негізінен 3 аймағын (зонасын) ажыратады: ашық айдын, жағалаулық су және аппевелинг. Осы сулардың таза өнімділігі орташа есеппен жылына 50-100-ден 300г/м²-ге тең. Әр түрлі авторлардың бағалауы бойынша Әлемдік мұхит үшін жалпы өнім жылына орташа 50-ден 250 г/м³-ге дейін ауытқиды.

Әлемдік мұхитқа қарағанда континенталды суқоймаларындағы органикалық заттардың өндірілу қарқындылығы анағұрлым жоғары. Эвтрофты көлдерде орташа тәуліктік таза өнім 600-8000, мезотрофтыда – 250-1000, олиготрофты көлдерде 50-300 мг/см² құрайды. Континенталды суқоймаларындағы алғашқы өнімнің жоғары деңгейі құрлықтан көптеп биогендердің түсуімен және судың алмасуымен түсіндіріледі. Көл суының толық араласуының арқасында су түбі шөгінділерінен судың қабатына биогендердің көп мөлшерде көтерілуі жүреді. Эвтрофты көлдердің грунттағы фосфор қосылыстарының мөлшері 1м² су түбіне бірнеше жүз граммға жетуі мүмкін және олардың суда еріген мөлшері он еседей артады. Грунтта азотты қосылыстардың мол болатындығы белгілі. Сондықтан да Әлемдік мұхитқа қарағанда көлдің су қабаты мен су түбінің арасындағы өзара байланыс қарқынды жүріп, фитопланктонның тіршілік етуіне және оның өнімінің артуына жайлы әсер етеді. Өте терең көлдерде бірінші өнімділіктің көлемі айтарлықтай азаяды. Экваторға жақындаған сайын көлдердің бірінші өнімінің артатындығы анық байқалады.

Эвтотрофты және мезотрофты көлдерге қарағанда өзендер мен бөгендерде су тұнықтығы төмендігінің салдарынан алғашқы өнім әдетте төмен болады.

Екінші реттік өнімділік. Гетеротрофты организмдермен бірінші реттік өнімді пайдалану нәтижесінде, олардың құрамына немесе екінші реттік өнімдердің құрамына кіретін органикалық заттардың түзілуі жүреді. Белгілі бір уақыт кезеңінде гетеротрофтар популяцияларының өнімі осы популяциядағы барлық особьтардың өсу суммасына тең болады. Бұған қарастырылатын кезеңнің алдындағы және осы уақытта туылған особьтар кіреді. Бұл өнімге тек осы кезеңнің соңында қалған особьтардың өсуі ғана емес, сонымен қоса тіршілігінің жойылуына байланысты және де басқа да себептермен популяцияның шешуші биомассасына еңбей қалған особьтар жатады. Осыған орай, екінші реттік өнімділік особьтардың *соматикалық* және *генеративтік* өсуінің қосындысынан тұрады. Соматикалық өнімділік дене массасының өсуімен, ал генеративтік - бөлініп шығарылған жыныс өнімдерінің массасының өсуімен сипатталады. Сонымен қатар өнімділікке басқа да шығарылатын өнімдердің (метаболиттер, экзувиялар, шырыштар) массасының өсуін де жатқызуға болады.

Жануарлар популяциясының өнімдері кез-келген уақытта немесе белгілі бір уақыт аралығында соматикалық (P_s) және генеративтік (P_g) өнімдердің суммасымен, сонымен қоса сол уақытта шығарылатын өнімнің (P_e) суммасымен көрсетіледі: $P=P_s+P_g+P_e$

Популяцияда жүретін өнімділік процесі особьтардың массасының өсуімен және олардың көбею нәтижесінде санының өсуіне қарай биомассаның өсуімен байланысты. Биомасса – суқоймаларында мекендейтін түрлердің сандық өсу дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді, бірақ түрлердің өнімділік қасиеттерін, яғни өсу мен көбеюдің қарқындылығын сипаттамайды. Жануарлар популяциясының өнімділігін есептеу үшін өсу, жеке кезеңдерінің даму ұзақтығы, тұқымдылығы, сондай-ақ осы шамалардың қоршаған орта жағдайларына тәуелділігі туралы сандық деректер қажет.

Қарапайым екіге бөліну арқылы көбейетін *бактериялар мен қарапайымдылардың* өнімділігін есептеу үшін популяцияның орташа санын есепке ала отырып, көбею жылдамдығы пайдаланылады.

Көп клеткалы жануарлар популяциясының өнімділігін есептеу. Көбею кезеңі ұзаққа созылатын популяциялардың өнімділігін есептеу жүйенің шығымы мен биомассаның өзгеруі арқылы жүргізеді (Бойсен-Йенсен әдісі). Популяцияның (P) белгілі бір уақыт кезеңіндегі (t_1, t_2) өнімділігі былайша есептелінеді: $P=(B_2-B_1)+B_e$, мұндағы: B_2-B_1 – *белгілі бір уақыт кезеңіндегі*

(t_1, t_2) бастапқы және соңғы биомассаның айырымы, B_2 – сол уақыт аралығындағы өлім-жітімге ұшыраған особьтардың биомассасы.

Тіршілігі ұзаққа созылатын жануарлар үшін (шаянтәрізділер, ірі моллюскалар, балықтар және т.б.) бұл көрсеткіш жылға тең, ал тіршілік ұзақтығы шамамен бір жыл болатын жануарлар (мысалы, көл бүйіржүзгіштері) үшін – бір ай және т.б. Осы уақыт аралығында өлім-жітімге ұшыраған особьтар биомассасы (B_e) олардың санының азаюы және өлім-жітімге ұшыраған особьтардың орташа массасы бойынша анықталады. Осы кезеңде (t_1, t_2) сан мөлшерінің азаюы сызықтық түрде жүреді деп есептейді және өлім-жітімге ұшыраған особьтардың орташа массасы популяциядағы особьтардың орташа массасына тең болады:

$B_e = W(N_1 - N_2) = 1/2(W_2 + W_1)(N_1 - N_2)$, мұндағы: $(N_1 - N_2)$ – бақылау уақытының бастапқы және соңғы кезеңіндегі саны, $(W_2 + W_1)$ – осы уақыт кезеңіндегі особьтардың салмағы.

Уақыт кезеңіндегі (t_1, t_2) биомассаның өсімі мына теңдеу бойынша анықталады: $B_2 - B_1 = N_2 W_2 - N_1 W_1$

Өнімділікті есептеуді особьтардың өсуінің қосындысы түрінде де жүргізуге болады. Есептеудің бұл түрін жүргізу үшін популяцияның жастық-өлшемдік құрамын, сонымен қатар әрбір жастық-өлшемдік топтағы особьтардың денесінің массасының өсуінің мәнін білу қажет. Жануарлардың өсу жылдамдығы жайлы нақтылы мәліметтерді тек қатаң бақылау жүргізілген жағдайларда, немесе табиғи орта жағдайларына максималды ұқсас болғанда, мысалы, суқоймаларына салынатын арнайы шарбақтарда өсірілген жағдайларда алуға болады. Нәтижесінде жануарлардың белгілі бір жекелеген түрлерінің өсу қисығы алынады, бұл қисықты популяцияның жастық-өлшемдік санының өзгеруін талдау арқылы нақтылы тұрғызуға болады. Жеке жастық (мөлшерлік) топтағы особьтардың өнімі осы топтағы особьтардың өсу жылдамдығы мен жануарлардың орташа санына (N) байланысты. Бүкіл популяцияның (P) өнімі жеке жастық топтардың (P_i) соматикалық өсуінің және генеративтік өнімнің (P_g) жалпы суммасын білдіреді. Өнімнің генеративтік құраушысы бірлік уақытындағы туылған жануарлар санымен есептелінеді, бұлар өз кезегінде популяциядағы бірінші жастық топтың өнімі ретінде қарастырылады.

Биоценоздардың өнімі. Биоценоздардың құрамына әртүрлі түрлерге жататын жануарлардың популяциялары кіреді. Қарапайым тілмен айтқанда бұлар трофикалық деңгейге қарай *жуас* және *жыртқыш жануарлар* деп бөлінеді. Жекелеген популяциялардың өнімін сол биоценозға кіретін жыртқыштар тұтынса, ал келесі бір бөлігі сол биоценозға кірмейтін, мысалы балықтар тұтынады. Энергетикалық балансқа орай тұтылатын өнімдердің

массасы олардың пайдаланған заттарының массасына сай келеді. Биоценоздардың өнімі (P_b) жыртқыш емес жануарлардың популяцияларының арасындағы энергия бірліктері және жыртқыштардың алмасу процесі кезіндегі ыдыратушы энергия бірлігінің айырмашылығы түрінде көрсетіледі:

$P_b = P_y + P_p - A_p$, мұндағы: P_y – жыртқыш емес түрлердің өнімі; P_p – жыртқыш түрлердің өнімі;

ал A_p – ассимиляцияланған қоректің өнімі $P_b = P_y + P_p - C_p$ теңеуі түрінде есептелінеді, мұндағы: C_p – биоценоз құрамына кіретін жыртқыштардың рационны.

Ал қауымдастықтағы жуас жануарлардың қорекпен бірге алған энергиясы (C_f) жүйеге енген кездегі энергия болса, ал биоценоз немесе жануарлар қауымдастығының өнімі – бұл одан шығар кездесі энергия болып табылады және мына теңдеу бойынша көрсетіледі:

$$C_f = P_b + R_b + f_b,$$

мұндағы: R_b – жануарлар қауымдастығының энергетикалық алмасуға пайдаланатын энергиясы; f_b – қорытылмаған қорек қалдығымен шығатын энергия.

Жыртқыштардың қоректік қажеттілігінің артуы биомассаның өсуіне пропорционалды, ол жоғарғы М/Ж (мөлшерлік/жастық) -Р/В (рост/возраст) коэффициенттері тән жемтіктерді тұтынғанда (бұл не майда жануарлар немесе өсу жылдамдығы жоғары жануарлар) қанағаттандырылады. Осыған орай, жыртқыштарға популяция саны өсу және көбею ерекшеліктері арқылы оның саны керекті дәрежеде болатын жануарларды қорек еткен тиімді болады. Жоғарыда айтылғандар екіншілік өнім бірінші өнімнен түрленгендіктен организмде пайда болған энергиядан және қолданған қоректің энергиясынан жоғары бола алмайды (Алимов, 2013).

Қазақстанның суқоймаларының биологиялық өнімділігі. Халықаралық биологиялық Бағдарламаға (МБП – IBP) және оның Кеңестік ұлттық комитетінің жұмыс жоспарларына сәйкес XX ғасырдың 60-шы жылдары бұрынғы Кеңес Одағының тұщысу қоймаларында зат және энергия айналымы жайлы кешенді зерттеулер жүргізілді. ССРО территориясында оңтүстікке ең жақын зерттеу нысанына Қапшағай суқоймасын салу барысында су басқан Алматы маңындағы «Солёные озёра» жатты.

Гидробионттардың негізгі қауымдастықтарының өнімділігін зертеу жұмыстарын Қазақтың С.М.Киров атындағы мемлекеттік университетінің (қазіргі әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті) гидробиология және ихтиология кафедрасының қызметкерлері және аспиранттары б.ғ.д., профессор, кафедра меңгерушісі Н.З.Хусаинованың басшылығымен

жүргізілді. Екі көлдің, соның ішінде тұщысулы Қаракөл көлінің су экожүйесі өнімділіктің барлық тізбегінде – фитопланктон және макрофиттердің бірінші өнімділігінен бастап, соңғы өнім балықтардың деңгейіне дейін зерттелді. Бұл суқоймасы солтүстік типті шөлді аймаққа тән модель ретінде зерттелді. Қаракөл көлінің су экожүйесінің әртүрлі трофикалық деңгейлеріндегі алынған өнімнің мөлшері осы аудандағы күн радиациясының мөлшерімен салыстырылды. Солтүстік типтегі шөлдік көлдің өзіне тән ерекшелігі - бірінші продуценттердің күн энергиясын салыстырмалы түрде макрофиттердің дамуы арқасында пайдалануы жоғары пайызды – 0,75% болады. Өнімнің екінші деңгейлік тізбекке шығуы (зоопланктон және зообентос) жуас жануарлар үшін пайыздың мыңдық бөлігін, ал жыртқыштар үшін – онмыңдығын құрайды. Соңғысымен балықтар да бағаланды. Экожүйенің ішіндегі әртүрлі трофикалық деңгейдегі өнімнің мөлшері де көрнекі болып шықты. Жуас омыртқасыздар фитопланктон өнімінің жоғары мөлшерін (9,2%) балықтар сияқты (0,7%) құрады. Фитопланктон және макрофиттердің алғашқы өнімділігінің қосындысынан жуас әрі жыртқыш екінші продуценттер 0,6–0,05%-н құрады.

Осыған орай, Қаракөл көлінің макрофиттерінің жоғары биомассасы, осы тәріздес көлдердегідей, өнімділік тізбегінің келесі буындарына жетерліктей дәрежеде пайдаланымайды және суқоймаларында айтарлықтай энергетикалық потенциал түзейді.

Қапшағай жасанды суқоймасын толтыру барысындағы алғашқы жылдарындағы (1970-1972 ж.ж.) хириноид өнімділігін анықтауда бұл суқоймасындағы хириноид өнімділігінің қарқындылығы Қаракөл көлінің өнімділігіне тым жақын болды және біршама солтүстік ендіктерде орналасқан суқоймаларымен салыстырғанда біршама жоғары, өйткені бұл суқоймаларындағы вегетациялық маусым қысқа және орташа температура біршама төмен (Минсаринаова, 1976).

Гетеротрофтылардың әртүрлі топтарының өнімі. Планктонның гетеротрофты бактериялары мен қарапайымдыларының өнімін есептеу үшін олардың көбеюі жылдамдығын пайдаланады. Бұл организмдер қарапайым бөліну жолымен көбейеді: бір аналық клеткадан екі жас клетка пайда болады. Планктон бактерияларының көбею қарқындылығын «тікелей» әдіс көмегімен анықтайды. Бұл әдіс белгілі бір уақыт кезеңінде оқшауланған жерден екі су сынамасындағы (пробасындағы) бактериялардың санының (биомассасының) өзгеруін есептеуге негізделген. Бір сынамада бактериялар зоопланктон жоқ жағдайда, ал екіншісінде оның бар жағдайында, яғни онда бір мезгілде бактериялардың көбею және оларды планктон жануарларының пайдаланумен қатар жүреді. Тәжірибенің басында екі шыныдағы судағы бактериялардың

саны анықталады, сонан соң қай жерден сынама алынды, сол суқоймадағы олардың жағдайын 12 немесе 24 сағат бойы тексереді. Тек санын ғана есептеп қоймай, биомассасын да есепке алады. Ол үшін клетканың көлемі тәжірибеге дейін және одан кейін өлшенеді. Бактериялардың биомассасы су көлемінің бірлігіндегі олардың саны, бактериалды клеткалардың орташа көлемі және бактериялардың тығыздығының қосындысы ретінде анықталады. Бактериалдық массаның тәуліктік өсуін есептеу бактерия биомассасының екі еселенуіне кеткен уақыт бойынша жүргізу ұсынылады.

Әлемдік мұхиттың алуантүрлі организмдерінің жеке топтарының арасындағы екінші өнімде бактериялардың, инфузориялардың, зоопланктонның, зообентостың және балықтардың маңызы өте зор. Әртүрлі авторлардың мәліметі бойынша Әлемдік мұхитта *бактериялық* өнімділіктің көлемі мынандай – бактериялардың биомассасы $2-10\text{мг/м}^3$, тәуліктік өнімділік – $0,5-1,5\text{ г/м}^3$, бактериялар арқылы ыдырайтын органикалық заттардың мөлшері $1,5 - 4,5\text{г/м}^3$. Тынық мұхитының экваторлық суларындағы бактериялық өнім бірінші өнімділікке тең немесе тіпті одан да көп болады.

Микрозоопланктон және микрозообентос түзейтін екінші өнімділікте қарапайымдылардың рөлі өте зор. Үлкен аймаққа таралған және саны жағынан да өте көп. Олар суқоймалардағы басқада барлық жануарлар биомассасын қалыптастырады.

Инфузориялар популяциясының өнімін бірлікке шаққандағы популяцияның орташа саны мен биомассасын жеке көбею жылдамдығын есепке ала отырып шығарады. Көрсетілген көрсеткіштер бойынша алғашқы деректерді алудың күрделілігіне байланысты инфузориялар өнімін есептеу үшін біршама нақтылы болатын физиологиялық әдістің көмегіне жүгінеді.

Микрозоопланктонның ерекше маңыздылығы сол, олар бактериялар мен наннофитопланктонның және біршама ірі зоопланктон арасындағы аралық қоректік тізбек қызметін атқарады. Әлемдік мұхиттың жоғарғы беткі 100 метрлік қабатында 1м^3 мезо- және макрозоопланктонның орташа биомассасы бірнеше миллиграммнан 500 мг-ға және одан да көп болып ауытқып отырады. Бір қатар авторлардың (Богоров,1974) мәліметтері бойынша Әлемдік мұхитта зоопланктонның жалпы биомассасы 21-30 млрд.тн-ға тең, ал жылдық өнімділігі 50 млрд. тоннадан асады.

Әлемдік мұхитта *зообентостың* орташа биомассасы 1м^2 -де бірнеше миллиграммнан бірнеше килограммға дейін ауытқиды. Әлемдік мұхиттағы зообентостың жалпы биомассасы 6-10 млрд.тн аралығында бағаланады, десекте оның 80% континенталды шельфтің үлесіне тиесілі. Зообентостың жылдық өнімі 3 млрд тоннаға жетеді.

Қарапайымдыларға қарағанда *коловраткалардың* өнімі әдетте төмен. Өсімдіккоректі планктонды шаянтәрізділердің жылдық өнімі олардың биомассасынан 15-20 есеге көп. Өсімдіккоректілерге қарағанда, жыртқыш шаянтәрізділердің өнімділігі 3-4 есеге төмен.

Қоңыржай ендіктердегі көлдер мен жасанды суқоймаларындағы сутүбінде мекендеушілердің вегетативтік маусымда өндіретін өнімі жануарлардың осы кездегі биомассасының орташа көрсеткішіне тәуелді болады. Осыған орай, бентос қауымдастығының өнімі бұл көрсеткішке тура пропорциональ болады және одан 2,2 еседей артық, яғни бұл уақытта әртүрлі суқоймалары үшін М/Ж коэффициенті 2,2-ге тең болады (Алимов, 2013). Деседе жыртқыштардың жемтігін есептеу нәтижесінде оның көрсеткіші коректік организмдердің өнімінен артық болса, онда зерттеу кезеңінің соңында олардың биомассасының азайғанын көрсетеді.

Балық өнімділігі- белгілі бір уақытта, мысалы, бір жылда, балық өнімі түрінде органикалық заттардың белгілі бір мөлшерін өндіру. Балық аулау әдетте суқоймаларындағы есепке алынған балық өнімдері мен олардың қорының белгілі бір бөлігін құрайды. Тірі қалған балықтардың ихтиомассасының өсуі мен балық өнімін салыстыру ихтиоценоз бен экожүйедегі мүмкін болатын байланыстардың барлығын есепке алу деген сөз емес. Бұл жағдайда балық өнімінің сапасы, турасын айтқанда, жыл соңында зерттеушілердің анықтаған балықтарының өсуі қарастырылады. Бұл кезде әртүрлі себептермен, жыртқыш балықтарға жем болу, аштық, паразиттік факторлар да соңғы орында емес, нәтижесінде өлім-жітімге ұшыраған балықтардың өсімі есепке алынбайды.

Балықтар популяцияларының өнімі, омыртқасыз жануарлар сияқты әртүрлі жастағы балықтардың өнімдерінің қосындысы болып табылады. Балықтардың абсолютті санын бағалаған кезде, өлім-жітім процесін модельдей отырып, балықтардың шабақтарының санын қалпына келтіреді. Егер балықтар популяциясының жағдайы тұрақты жағдайда болса, онда өлім-жітім коэффициентін есепке алмай-ақ жекелеген жастағы топтардың өнімін дәл есептеуге болады. Бұл кезде өлім-жітімге ұшырау жасқа тәуелді және әрбір жастық топта ол жыл бойына тұрақты болып қалады.

Гидросфераның биологиялық ресурстары, оларды игеру және ұдайы өсіру. Көптеген гидробионттардан фаунаың және флораның тек кейбір өкілдерін ғана адам биологиялық шикізат ретінде пайдаланады. Су өсімдіктері мен жануарларының шамамен 3-5%-ы адамдардың азығының құрамына кіреді. Дегенмен гидросфераның алғашқы өнімі құрлық өнімімен салыстырғанда тек 3 есе ғана аз. Әр жыл сайын суқоймаларының фаунасы

мен флорасының жаңа өкілдері кәсіптік объектілердің қатарына қосылуда, бұл процесс халық санының өсуіне сәйкес үздіксіз артып отырады.

Пайдалы қазбалардан биологиялық ресурстардың айырмашылығы сол соңғылары өзін-өзі қалпына келтіре алады. Осыған орай, олардың гидросферадағы мөлшері онда мекендейтін кәсіптік жолмен ауланатын организмдердің санымен, олардың өсуімен, яғни өнімімен анықталады. Бұл өнімді алу шарты аулау болып табылады. Кәсіптік өндіріс популяциялардың табиғи өнімнен асып кетпеуі тиіс және олардың ұдайы өсу процестерінің ерекшеліктерін ескеру қажет. Табиғи ұдайы өсуді қорғау және тиімділігін арттыру, жерсіндіру (акклиматизация) жолымен суқоймаларды жаңа кәсіптік объектілермен байыту кәсіптік өндірістің шикізат қорын нығайтудағы маңызды шара болып табылады. Осындай екі бағытта жүргізіліп жатқан жұмыстар биоресурстарды пайдаланудан биологиялық шикізатты өндіруге көшуге ауысуды дәлелдейді.

Су организмдерінің кәсібінен алынатын өнімдерді жасанды өсіру кезіндегі «өнімнен» айыру барлық уақытта да жеңіл емес, себебі биологиялық шикізаттардың өнімдерінің осы екі түрінің арасында көптеген ауыспалы формалар болады.

Адам тұтынатын жануарлар белогының 20%-н астамын қазіргі уақытта гидробионттардың әлемдік кәсібі береді. XX-ғасырдың 70-ші жылдарының басына дейін ол қарқынды өсті (20-дан 70 млн.тн-ға дейін), 80-ші жылдардың басында шамамен 80 млн.тн су организмдері ауланды, олардың ішінен балықтардың үлесіне 68 млн.тн тиесілі болса, балық емес объектілердің үлесі 12 млн. тоннаны құрады, бұлар моллюскалар (3,2 млн.тн) шаянтәрізділер (3,3 млн.тн) және балдырлар (2,9 млн.тн).

Континенталды суқоймаларда кәсіптік маңызы бар организмдер 10%-ды құрайды. Олар балықтар (95%), шаянтәрізділер (1,5%) және моллюскалар (3%). Теңізде ауланатын кәсіптік маңызы бар организмдерден балықтардың үлесіне 83%, шаянтәрізділердің, моллюскалардың және балдырлардың үлесіне тиісінше 4, 6; 7,1 және 4,6% тиеді.

Балықтардың арасында кәсіптік маңызы өте зорлары: майшабақтар (20%), трескалар (16%), скумбриялар (7,4%), ставридалар (6%) және қиярбалықтар - корюшкалар (5%). Балықтардың көп бөлігі пелагикалық-нерестикалық аудандарда ауланады. Суқоймаларда өндірілетін басқа да организмдердің арасында моллюскалардың алатын орны ерекше. Олардың ішінен қосжақтаулылар өте көп мөлшерде кәсіптік жолмен ауланады, мысалы, устрицалар шамамен 920 мың тонна, мидиялар-870 мың тоннадан астам және ескектілер 490 мың тонна. Едәуір мөлшерде басаяқты моллюскалар ауланады (шамамен 1,5 млн тонна), олардың шамамен 70%-ын

кальмарлар, қалғандарын сегізаяқтар мен каракатицалар құрайды. Шаянтәрізділердің арасында крабтардың, креветкалардың және крильдердің (сәйкесінше 449, 896 және 448 мың тонна) кәсіптік маңызы зор. Жыл сайын Әлемдік мұхиттан кәсіптік маңызы бар 15 мың тонна голотуриялар ауланады.

Гидрофиттердің арасынан әлемде кәсіби жолмен дайындалатын қоңыр және қызыл балдырлар (2,1 және 0,8 млн.тн), едәуір аз мөлшерде жасыл балдырлар (4 мың тонна) өндіріледі. Өндірілетін балдырлардың негізгі бөлігін (жартысынан көбі қолдан өсірудің арқасында алынады) агарды, поташты, иод және басқа да техникалық өнімдер алу үшін пайдаланады.

Кәсіптік гидробионттардың табиғи ұдайы өсуін сақтау және оның тиімділігін арттыру. Қазіргі уақытта гидросфераның биоресурстарын пайдалану деңгейі көпшілік дәстүрлі объектілерге қатысты өз шегіне жетті. Көптеген гидробионттардың шамадан тыс аулануы байқалады, яғни бұл олардың популяциясының ұдайы өсу қабілеті кәсіптік аулау нәтижесіндегі шығындарды толықтыруға жеткіліксіздігін көрсетеді. Балықтардың арасында оңай ауға түсетін камбала, майшабақ сияқты балықтардың шамадан тыс аулануы, бірқатар аудандарда крабтар қорының күрт азайып кеткендігі байқалады. Сондықтан да биоресурстардың табиғи ұдайы өсуін сақтау және тиімділігін арттыру ең өзекті мәселе болып табылады.

Биологиялық ресурстардың табиғи ұдайы өсуін сақтау ең алдымен гидросфераны ластанудан қорғау. Суқоймалардың ластануы салдарынан кәсіптік организмдер улануы мүмкін, олар үшін қорек болып табылатын организмдердің қырылуы нәтижесінде саны да азаяды.

Кәсіптік гидробионттардың ұдайы өсуіне гидротехникалық құрылыс жұмыстары едәуір зиян келтіреді – бөгеттер (плотиналар) өткінші балықтардың табиғи миграциялық жолдарын жауып, кедергі келтіреді. Көптеген балықтардың шабақтары суландыратын жүйелерге немесе электростанциялардағы құбырларға түсіп, қырылады. Сондықтан плотина құбырларында өткінші балықтардың өтуін қамтамасыз ететін әртүрлі құрылғылар болуы тиіс. Суландыратын жүйелердің каналдарына шабақтардың кіруінің алдын-алу үшін әртүрлі ұстағыштар немесе кедергілер орнату керек. Суландыратын жүйелерге шабақтардың 80-90% түнде түседі, сондықтан суды жіберу уақытын реттеу немесе жарықтық қорғаныс ұйымдастыру қажет, нәтижесінде олардың қырылуы бірден азаюы мүмкін. Кәсіптік жолмен ауланатын организмдерді табиғи ұдайы өсуін күшейтуде олардың қоректік бәсекелестерімен, жауларымен және паразиттерімен күресудің маңызы өте зор. Жылу тоғандарындағы жыртқыш *Procladius* хирономидтердің дернәсілдері басқа балықтарға қарағанда көп қоректік

организмдерді жейді. Солтүстік теңізде желінетін қоректің 90%-ы пайдасыз немесе мүлдем пайдасыз организмдер тұтынады.

Кәсіптік организмдердің жаулары омыртқасыз және омыртқалы жануарлар болуы мүмкін. Мысалы, *Anax* инеліктің дернәсілі бір күнде тұқының 52-ге дейін шабағын жейді. Солтүстік Каспийде құстар жылына 900 мың центнерге дейін балық жейді. Гидробионттарға паразиттердің келтіретін зияны да өте зор. *Mухоболус споровигі* кейбір жерлерде қаяздардың толығымен қырылуына алып келеді. Арал теңізінде *Nitrschia stutionis* трематодасы *Арал мекіресінің* санының бірден азаюына алып келді. Каспий теңізінде жыл сайын тұқы балықтары миллиондап *Jigula* таспа құртымен зақымданады. Балықтар көптеп вирустық және бактериялық аурулардан қырылады. Тоған (бөген) балықтарының паразиттермен күресу шараларының басты элементі басқа шаруашылықтан әкелінген балықтарға қатаң бақылау жүргізу болып табылады.

Кәсіптік организмдердің табиғи ұдайы өсуі оларды аулауды дұрыс ұйымдастырмағаннан бұзылады. Сондықтан кәсіптік аулауды реттеуді ғылыми негіздеу қажет, яғни мүмкін болатын аулау көлемін анықтау, аулау мерзімі мен орнын бекіту, аулау әдістерін, аулау құралдарын және түрдің өзін-өзі реттеу қасиетін сақтау есебінде балықтарды кәсіптік аулау шараларын жалпы бұқаралық ақпарат құралдары арқылы насихаттау жұмыстарын жүргізу керек.

Биоресурстардың табиғи ұдайы өсуін сақтау және тиімділігін арттыру мәселесін суқоймаларды кешенді (комплексі) пайдалану жағдайында шешуге тура келеді. Энергетиктердің қызығушылықтарын, егістікті суландыру, суда транспортты жүргізу, ауыз сумен қамтамасыз ету, балық шаруашылығы және басқа да салаларды мүмкіндігінше бір-бірімен сәтті ұштастыру қажет.

Жерсіндіру немесе акклиматизация дегеніміз (лат. *acl*-үшін, *klima*-климат) – организмдердің барлық даму стадиялары өтетін және тіршілікке қабілетті ұрпақ беретін жаңа жағдайларға бейімделуі. Егер акклиматизанттар аборигенді балықтармен бәсекеге түспей олар тұтынбайтын ресурстарды пайдаланса, онда әңгіме *ендіру акклиматизациясы* жөнінде болады. Оған мысал ретінде Каспий теңізіне, Балқаш көліне және басқа да суқоймаларына көпқылтанды құрттарды, моллюскаларды және басқа да бірқатар шаянтәрізділерді жерсіндіруді айтуға болады. Жерсіндіру жұмыстарын жүргізгенде ең алдымен абориген балықтардың саны өзгереді не артады (Талас тарақ балығы), не төменгі деңгейде толықтай жойылуға (элиминацияға) дейін (қарабалықтар-маринкалар және Балқаш көлінде алабұға) жүзеге асады.

Бағалы биологиялық шикізат алу мақсатында жүргізілген жерсіндіру жаңа кәсіптік нысандарды (объектілерді) және олардың қоректік организмдерін ендіру арқылы іске асырылады. Ең алдымен жерсіндіру жұмыстары тұщы және тұзды суқоймаларындағы қоректік омыртқасыздарға жүргізілген.

Тұщысу акклиматизанттары үшін полихеттер, шаянтәрізділер (бүйір жүзгіштер, мизидалар және онаяқты шаянтәрізділер) пайдаланылды. Балқаш көліне жерсіндірілген полихеттер, солардың ішінде, әсіресе мизидалар, осы жерде тіршілік ететін балықтардың қорек құрамында маңызды компонент болды. Жерсіндіру жұмыстарының нәтижесінде Қапшағай, Бұқтырма, Шардара суқоймаларында қоректік база біршама жақсарды.

Қоректік организмдердің интродукциясы теңізде тұщы суға қарағанда сирек жүргізіледі. *Интродукция* деп адамдар акклиматизацияны есепке ала отырып, организмдердің орнын ауыстыруы. Орын ауыстырудың ең маңыздысы Азов теңізінен Каспий теңізіне *Nereis diversicolor* полихетасын жіберу еді. Полихетамен бір мезгілде *Abra* моллюскасы әкелінді, ол бұл суқоймада жақсы жерсінді. Интродуценттер бекіре балықтардың қоректік базасының негізін қалады.

Кәсіптік организмдерден шаянтәрізділер, моллюскалар және балықтар жерсіндіріледі. Кәсіптік шаянтәрізділердің интродукциясы ХІХ-ғасырдың соңғы жылдарында *Cambarus affinus* шаянын Пенсильвания (АҚШ) суқоймаларынан Германия өзендеріне жерсіндіруден бастауын алады. Бұлар осы жерге көндігіп, осы түрдің ұрпақтары ретінде қазіргі кезде Германияда, Польшада, Францияда кең тарады. *Astacus astacus* деп аталатын өзен шаяны Литва көлдерінен Батыс Сібірдің суқоймаларына жерсіндірілді. 1960 жылы Камчатка крабын Баренц теңізіне жерсіндіру жұмыстары жүргізіліп, ол мұнда ойдағыдай көндікті.

Моллюскалардың интродукциясы ХVІІІ ғасырдың ортасында 1769 жылы *Margaritana margaritifera* перловицасын Бавариядан Штейнакқа (Германия) әкелуден басталды. 1968 жылы португалиялық устрица *Cryphea angulata* Франция жағалауларына бұзылған өнім ретінде суға лақтырудан жоспарсыз жерсіндірілді. 1949 жылы *Ostrea edulis* устрицасы Голландиядан Милфорд ауданына (АҚШ) әкелінді, ол бұл жерде өте жақсы жерсінді. 1955 жылы осы түр Англиядан Канадаға жіберілді Жүргізілген жұмыстардың ішінде ең нәтижелісі Жапон устрицасын *Crassostrea gigas* Солтүстік Американың Тынық мұхит жағалауларында жерсіндіру болды.

Тұщы су балықтарын жерсіндіру бұл жұмыстардан бұрын басталды. Мысалы тұқыларды, олардың отаны Жапония мен Қытай болған,

римдіктердің Греция мен Италияға әкелгені белгілі, ал XV-XVI ғасырларда олар Еуропаның суқоймаларында өсіріле бастады.

Қазақстан суқоймаларында нәтижелі жерсіндіру жұмыстары 1885-1890 жылдары Верный (Алматы) маңындағы диірмен бөгетіне Шу көлінен сазанның бірнеше данасы жіберілгеннен бастаған. Кейіннен тоғанның плотинасын су шайып кеткендіктен, ол жырылып сазан Кіші Алматы және Қаскелең өзендерінің бойымен Іле өзеніне, одан Балқаш көліне түскен. Сондай-ақ ғылыми негіздемесіз жерсіндірілгендер қатарына Талас бассейніне жататын Билікөл және Ақкөлге балықшылардың алып келіп жіберген *кәдімгі жайын балығы* жатады.

Қазақстанда жоспарланған жерсіндіру жұмыстарының алғашқы кезеңдері 1929-1935 жылдары жүргізілді. Аталған кезеңде тоғыз балық түрін жерсіндіру жұмыстары қолға алынды. Олардың алтауы сол ортаға бейімделіп, шаруашылыққа тиімді нысан болды. Одан кейінгі жылдары жасалған жұмыстарда шамамен 20 түр жерсіндірілген, оның 9 түрі ғана жоспарлан. Өткен ғасырдың 50-ші жылдарының ортасында ақсақалар, көксерке және өсімдікқоректі балықтар жерсіндірілді. Өсімдікқоректі балықтар Қазақстан мен Орта Азияның суқоймаларына Қытай суқоймаларынан және Амур бассейнінен әкелінді. Жоспарланған балықтардың шабақтарын жерсіндіру барысында олармен бірге ондаған құнсыз балықтардың дернәсілдері кездейсоқ бірге әкелінген. Олардың ішінде саны ең көбі амур шабағы, қытай бұзаубасы және абботина балықтары, аталған балықтар кәсіптік балықтарға қоректік бәсекелестік тудырады.

Қазақстанда жерсіндіру жұмыстары оң нәтиже берген құбылмалы бахта балығын (*Salmo gairdneri Richardson*) жерсіндіру болды. Қазақстанға құбылмалы бахтақтың 200 мың дана ұрықтанған уылдырығы 1964-1966 жылдары Чехословакиядан әкелінді. А.Ф.Сидорованың жетекшілігімен ҚазҰУ–нің қызметкерлері жұмыстарының нәтижесінде Шелек өзенінің бұлақты өзегінде инкубация процесі жүзеге асты. Одан кейінгі жылдары уылдырықтар әртүрлі шаруашылықтардан әкелінді. Бұл жолы Түрген бахта шаруашылығына да жіберілді. Құбылмалы бахта балығын ары қарай жерсіндіру үшін төменгі және орта Көлсай мен Қайыңды көлдері тандап алынды. Аталған суқоймаларда бахта балығы көндікті, ал Көлсай өзенінде және Көлсай көлдерінде ол ойдағыдай өсіп-өнуде.

Интродукция үшін бастапқы материалдың іріктелуі бұл жерсіндіру жұмыстарының ішіндегі негізгі мәселелердің бірі болып табылады. Ең алдымен түрлердің потенциалды ареалын білу ол басқа критериялардан өте маңызды. Келесі критериялар – географиялық - кәзіргі және потенциалды ареалдың климаттарын салыстыру арқылы акклиматизацияның

мүмкіндіктерін білу; экологиялық - қоршаған ортаның организмдердің талаптарына сәйкес келмеуі; биотикалық - фаунада акклиматизантты бос экологиялық қуыспен қамтамасыз ететін биологиялық жағынан ұқсас түрлер таңдап алынған суқойманың болмауымен анықталады.

Аквакультура. Аквакультура дегеніміз гидробионттарды арнайы технологиялық схемалар бойынша өндірістік өсіру. Организмдерді теңіз жағдайында өсіру *марикультура* деп аталады. Аквакультураны енгізудің екі принципі бар. *Бірінші принцип*, ол суқоймаларды шаруашылық мақсатта алғашқы қорек өндіретін орын ретінде, сонымен қатар биологиялық шикізат көзі ретінде максималды түрде пайдалану. Бұл жағдайда аквакультура алғашқы өнімділіктің нәтижесінде дамиды. Алғашқы өнімді көтеру әдістері минералды тыңайтқыштар енгізу жолымен және балықтардың поликультурасын енгізу әдістерімен жүргізіледі, олардың компоненттері фитофагтар, детритофагтар, зоопланктофагтар, зообентофагтар болып табылады. Аквакультураны дамытудың *басқа жолы* құнсыз нысандарды қоректендіру арқылы шаруашылық маңызды объектілерді өсіру.

Аквакультураны ұйымдастыру формасы бойынша үш шаруашылыққа: *өсіретін, тауарлық және толық жүйелі* деп бөлінеді. *Алғашқысын* тіршілікке қабілетті гидробионттардың шабақтарын алу және өсіру мақсатында ұйымдастырады, бұлар отырғызу материалы ретінде пайдаланады. *Тауар шаруашылығында* отырғызу материалы табиғи жем базасының нәтижесінде қажетті стандартқа дейін өсіріледі. *Толық жүйелі* шаруашылықта мәдениеттендіру процесін басқару өсіріліп отырған нысандардың барлық тіршілік циклінде қамтамасыз етіледі (өндірушілерді алу және тауар өнімін алуға дейін сақтау).

Қазіргі кезде аквакультура жылу энергетикасының өсуімен байланысты дамуда. Атом және жылу электр станцияларында конденсаттарды салқындату үшін пайдаланатын жылынған су ағыны аквакультураны ұйымдастырғанда шарбақтық суалабын қарқындалтуға мүмкіндік туғызады.

Аквакультураның жеке формасына көлдер мен жасанды суқоймаларында балық өсіру, бөгенде балық өсіру, теңіз балықтарын, шаянтәрізділерді, моллюскаларды (устрицалар, мидиялар, кальмарлар, голотуриялар және басқаларды), теңіз балдырларын қолда өсіру жатады.

Көлдер мен жасанды суқоймалар, әсіресе шағын, шаруашылық жерлері сияқты оңай мәдениеттендіріледі. Көлдердің балық өсіру өнімділігі басекелес емес балықтардың бірнеше түрін өсіргенде арта түседі. Көлде балық өсіру шаруашылығы алғашқы өнімділікті күшейтетін минералды тыңайтқыштар енгізу арқылы жетіледі.

Жасанды суқоймаларының балық өнімділігін арттыру үшін, біріншіден оларды бағалы жемдік акклиматизанттармен байыту үлкен тиімділікке қол жеткізеді. Екінші жол өсімдікқоректі бағалы кәсіптік балықтарды жерсіндіру болып табылады.

Балықтардың лимнокультурасы. Лимнокультураны ұйымдастырудың бірнеше формалары бар. Олардың ішінде маңызды орын алатындар - бөген шаруашылығы, шарбақта және бассейнде балық өсіру болып табылады. Аквакультура және агрокультура күріш алқаптарында балық өсірген жағдайда бірін-бірі толықтырады. Күріш алқабына жіберілетін балықтардың шабақтары табиғи қорекпен өсіреді, ол күріш алқабының өнім беруіне үлес қосады. Егер дүниежүзінде күріш өсіру үшін 150 млн-дай га алқап пайдаланса, күріш алқаптарында балық өсіруді дамытудың қандай мүмкіндіктері бар екені түсінікті.

Бөгенде балық өсіру тарихи өте ерте және жүйелі түрде пайда болған аквакультураның формасы – жасанды суқоймаларын жасау жолымен балық өсіруді қарқындыру. Тоғанға өсірілетін балықтардың шабақтарын жібереді және оның өсу процесін қадағалайды. Балықтардың жемі, бір жағынан планктон мен бентос болса, екінші жағынан суқоймасына жіберілетін жасанды жемдер болып табылады.

Тоғанда тауарлық балық өсіруде тұқы, албырт, дөңмаңдай, тилипия балықтарының көптеген түрлері пайдаланылады. Балық өсіру монокультурада, егер тоғанға тек бір ғана балық түр жіберілсе, болмаса поликультурада, балықтың бірнеше түрін жіберген жағдайда, жүргізіледі. Тоған шаруашылығының *толық жүйелі және толық жүйелі емес* түрлерін ажыратады. Алғашқысында балық уылдырық күйінен тауар өніміне дейін өсіріледі, екіншісінде осы өндірістік процестің тек бір бөлігі ғана жүзеге асады: не отырғызу материалын өсіру (балық питомниктері) немесе сырттан келген тауар балығы. Тоған шаруашылығы өсірілетін балық құрамына қарай жылысулы (тұқы, дөңмаңдай және т.б) және салқынсулы (түсті бахта) деп бөлінеді. Балық өсіруде (өсімдік қоректілерді санамағанда) әртүрлі жасанды жемдер пайдаланады. Сондықтан тоғанда балық өсірудің қарқынды формасының дамуына әсер ететін факторлардың бірі жеммен қамтамасыз ету болып табылады.

Шарбақта және бассейнде тұқысу балықтарын өсіру. Балықтарды шарбақта өсірген кезде олар тығыздығы өте жоғары (200-300 дана/м³, тоғандарда 0,2-0,3 дана/м³), көлемі кішкене суларда жүргізіледі. Бұған өте концентрлі жем беру, оттегі әкелетін және қалдық өнімдерді шығаратын су ағысының өте жылдамдығы арқасында қол жетеді. Суқоймаларында жиі қалқымалы торлы шарбақтар қолданылады. Әдетте тұқы балықтарын өсіреді.

Оларды жоғарғы калориялық жемдермен тәулігіне бірнеше рет қоректендіреді. Әсіресе шарбақта балық өсіру электр станцияларының салқындатқыш-суқоймаларында тиімді болады.

Кәсіптік балық өсірудің біршама басқару арқылы жүргізу формасы-*бассейндік әдіс* болып табылады. Қоршауларда (темір бетоннан, шыныдан, пластиктен және басқаларынан жасалған) барлық көрсеткіштерге сай балық өсіруге қолайлы режим жасалады.

Бассейндік балық өсіруде кейбір балықтардың шабақтарын, мысалы албырттардың, қоректендіруде жасанды жемді пайдалануға болады. Ал бекіренің шабақтары үшін тірі жем пайдаланылады. Осыған байланысты планктонды шаянтәрізділерді, *Chiromonus dorsalis* масасының және басқа жануарлардың дернәсілдерін зауыттық жолмен өсіру жолға қойылған.

Балықтардың марикультурасы. Тауарлы өнім алу үшін теңіз балықтарын табиғи және жасанды суқоймаларында, сонымен қатар жағалау суларына қойылған торлы шарбақтарда өсіреді. Өте жиі марикультура аумен қоршалған қойнаулар мен шығанақтарда да және шарбақтық марикультура жасанды және табиғи қорек енгізу негізінде жүргізіледі. Судың қозғалысы (тасуы мен қайтуы) шарбақтан айналым өнімін шығару және оттектің түсуін қамтамасыз етеді. Марикультура әсіресе Оңтүстік-шығыс Азияда кең тараған және тиімді. Марикультураның негізгі нысандарына кефалдар, сарықұйрықтар, ханостар, тунецтер жатады.

Омыртқасыздардың аквакультурасы негізінен теңіз моллюскалары мен шаянтәрізділерді өсіруге бағытталған. Ол үшін жағалауманы тоғандарын, теңіздің жекелеген учаскелерін, әртүрлі шарбақтар мен бассейндерді пайдаланады. Моллюскалардан устрицаларды, мидияларды, теңіз тарақшаларын және басаяқтыларды өсіреді. Өсірудің біршама қарқынды формаларын моллюскалар-өндірушілерді (устрицалар, тарақтылар) бассейндерде немесе ағысты суы бар астауларда ұстайды. Бұл керекті уақытта гаметогенезді ынталандыруға мүмкіндік береді және бақылау кезінде өте тез уақытта табиғи температуралық режимді жасауға болады. Осылайша табиғи жағдайларда дернәсілдер жиналады.

Шаянтәрізділерді өсіруде негізгі объект ретінде ірі крабтар, креветкалар, лангустар мен өзен шаяндары алынады. Әсіресе кең тараған жылысүйгіш тез өсетін, сонымен қатар бағалы *Penaeidae* тұқымдасының және тұщы суда мекендейтін *Macrobrachium* туысының шаяндары пайдаланылады. Шаянтәрізділерді қолда өсіргенде қолайлы газдық режим жасау керек, судың оттеппен қанығуы 60%-дан кем болмауы керек. Шаянтәрізділер жануартектес және өсімдіктектес жемдермен қоректенеді.

Көптеген қолда өсірілетін жыртқыштар (креветкалар, омарлар, лангустар, крабтар) моллюскаларға қарағанда жемді көп пайдаланады.

Онаяқтылардың тұқымдылығы өте жоғары және кең ауқымда ауытқиды. Мысалы, теңіз крабының (*Carcinus maenas*) тұқымдылығы 3 млн-ға жуық, камчатка крабы 70-270 мың жұмыртқа салса, жұмыртқаларын суға салатын креветкалар 400-800 мың, ал жұмыртқасы өзінде дамидындайда тұқымдылық төмен болады. Жұмыртқаларын 9 айдан (норвегиялық омар) бір жылға дейін (камчатка крабы, еуропалық омар және т.б.) тасыса, ал *полемон* туысының креветкалары жұмыртқаларын бар-жоғы 1-1,5 ай көтереді.

Кейбір онаяқты шаяндар өте ұзақ өмір сүреді. Мысалы, америкалық омар 50 жылға дейін, камчат крабы 23 жылға, лангустар 15 жылдан аса, ал өзен шаяны 20 жылға дейін өмір сүреді.

Креветкалардан *Penaeus* туысының өкілі алып креветканы (*Macrobrachium Rosenbergi*) өсіруге болады. Бұның дернәсілін теңіздердің тұздылау жіңішке келген құмды жиектерінде қаққыштармен жинайды және өсіретін бөгендерге жібереді. Ең құнды болып теңізбен канал арқылы жалғасқан бөгендер болып саналады. Жапондық креветканы (*P. japonicus*) өсіру теңізден өндіргіштерді аулаудан бастайды. Ауланған жыныстық жағынан жетілген аналықтарын тәлімбақтарға (питомниктерге) жібереді. Бір аналық 100-ден 300 мыңға дейін жұмыртқа сала алады. Жұмыртқа салып болған немесе өлген аналықтарды уылдырық шашатын орыннан алып тастайды. Әдетте креветкалардың салмағы 3 айдан соң 20-25 г-ға (тауарлық массасы 30 г) жетеді. Алып креветкалардың етінің дәмі өте тамаша болғандықтан оларды дүниежүзінің барлық жерлерінде өсіреді. Мысалы, Таиландта 150 мың тн, Индонезия мен Қытайда 100 мың тн-ға жуық, Индия мен Эквадорда 80 мың тн-дай өсіреді. Тұщысулық алып креветканың ұзындығы 32 см, массасы 250 г. Бұл түр ұстау жағдайына өте қатты талап қоймайды, поликультурада әртүрлі балықтармен-тұқылармен, дөңмаңдайлармен және т.б. бірге тіршілік ете береді.

Омарлар – шаянтәрізділердің суықсулық және ең үлкен өкілдері болып табылады. Канадалық (*Homarus americanus*) және еуропалық (*Nephrops norvegicus*) омарлар Атлант мұхитының жартасты және тасты грунттарында, Канада мен Еуропаның жағалауларында мекендейді. Бұлардың массасы 20 кг-ға, ал денесінің ұзындығы 80 см-ге жетеді. Омарларды жасанды жағдайларда өсіру олардың өндірушілерін аулаудан басталады. Ұрықтары шығуға жақын және уылдырықтары бар аналықтарды олардан дернәсілдер шыққанша бассейндерде ұстайды. Омарлардың дернәсілдері мен шабақтарына каннибализм тән, бұл оларды жасанды жағдайларда жаппай өсіруге кедергі келтіреді.

Лангусттар - тасты грунттарда, мөлдір суда, оттекке қаныққан, температурасы 18⁰ С-тан аспайтын орындарда тіршілік етуге бейімделгендер. *Panulirus* және *Palinurus* туыстарының өкілдері кәсіптік маңызға ие. Жыныстық жағынан жетілген ересектерінің дене ұзындықтары 70 см ге дейін, ал массалары 13 кг-ға дейін жетеді, көбінесе ұзындықтары 20-40 см, ал массасы 2-4 кг болатын жануарлар жиі кездеседі. Лангустардың тұқымдылығы өте жоғары, бір аналығы 0,5 млн-нан 1,5 миллионға жуық жұмыртқа шашады. Бірақ олардың көптеген түрлерінің дамуының пелагикалық сатысы өте ұзақ, сондықтан жасанды жолмен өсіру қиын.

Крабтар теңіздердің және мұхиттардың ащы, ащылау суларында, сол сияқты тұщы суларда тіршілік ете алады. Крабтардың дернәсілдерін жинау үшін әртүрлі модификациядағы коллекторлар - түптік шарбақтар-қолданылады. Жастарын жайылымдық жағдайда өсіру үшін түптік плантация жасауда майда түйіршікті және орташа түйіршікті құм алынады. Түптік плантацияларды біршама тереңдікте жасайды. Шабақтарын орын ауыстырып та, ауыстырмай да өсіруге болады.

Бірқатар су омыртқасыздары өсірілетін нысандардың – инфузориялардың, коловраткалардың, төменгі сатыдағы шаянтәрізділердің, хирономидтердің және басқаларының дернәсілдері мен шабақтары тірі жем ретінде өсіріледі.

Инфузориялардың *Paramecium* туыстарының өкілдерін өсіру үшін жем ретінде ашытқыларды, балдырларды немесе арнаулы ортада өсірілген көпсанды бактерияларды пайдаланады.

Коловраткалар мен инфузориялар балықтар дернәсілдерін эндогенді қоректенуден экзогенді қоректенуге көшкен кезде жем ретінде қолданылады. *Artemia salina* науплиусы тірі жем ретінде пайдаланады және олар шаяндардың цисталарынан алады. Бұлар гипергалинды суқоймаларында мекендейді. Сол сияқты жем ретінде артемияның декапсуландырылған жұмыртқалары да пайдаланылады. Сырттай қоректенуге көшкен балықтардың шабақтарына планктонды шаянтәрізділер (*Daphnia*, *Moina* және басқалары), олигохеттер және хирономид дернәсілдері беріледі. Планктонды шаянтәрізділерді негізінен суқоймаларына орналастырған шарбақтарда өсіреді.

Chironomus туысына жататын хирономид дернәсілдерін өсіру екі мақсатта жүргізіледі. Біріншісі аналық топ ұстау үшін, екіншісі жұмыртқадан шыққан дернәсілдерді керекті мөлшерге дейін өсіру үшін.

Балдырларды өсіру. Теңіз балдырларын адам тамақ ретінде пайдаланады, тыңайтқыш ретінде, техникалық және жемдік мақсаттарға кеңінен қолданылады. Балдырлар микроэлементтерге, йодқа, витаминдерге,

көмірсуларға, белоктарға және т.б. заттарға өте бай. Қазір пайдаланылатын балдырлардың 80%-ы жасанды түрде өсіріледі. Өсірілетін негізгі нысандардың қатарына: қоңыр балдырлардан ламинария (*Laminaria*), ундария (*Undaria*), қызыл балдырлардан порфира (*Porphyra*), эухеума (*Eucheuma*) және басқалары, жасыл балдырлардан *энтероморфа* және *ульва* жатады.

Ламинария балдырларының дамуы бірнеше кезеңдерден тұрады. Пайдалануға жарайтын әрі сол үшін өсірілетін ламинария балдырларының ірі қабаттары (жапырақ пластинасы) жыныссыз стадиясы-спорофит болып табылады, онда спорангийлер мен зооспоралардың соруастары дамиды. Пісіп-жетілген зооспоралар спорангийлердің ұшынан шығады және біраз уақыт суда белсенді қозғалады. Біраз уақыт өткеннен кейін зооспора тоқтайды, субстратқа бекиді және бірте-бірте гаметофитке-жынысты стадияға айналады. Ұрықтанған жұмыртқа клеткасынан спорофит дамиды. Осылайша цикл қайталана береді.

Балдырлардың марикультурасының табиғи өскен балдырлардан алумен салыстырғанда артықшылығы бар. Балдырларды пайдалануға ыңғайлы аудандарда өсіруге болады, ал олардың табиғи өсетін аудандары алыста орналасқан. Соңғыларында оларды жинау қолмен тек 4 м-лік тереңдікке дейін ғана жүргізіледі. Одан ары қарай тереңдікте жинау үшін арнайы құралдар қажет болып табылады.

Ламинария балдырларын өсіру процесінің негізгі этаптарына- спораларды отырғызатын орын -субстрат өсінділеріне- егу, эмбрион пайда болған субстраттарды теңізге немесе жағдайларын реттеуге болатын арнайы ыдыстарға көшіру.

Тіршілікке қабілетті спораларлар алу үшін аналық қатпарларды балдырлардың табиғи шіліктерінен немесе көшеттер өсірілген екпежерлерден (плантациялардан) дайындайды. Көшеттерді тек теңіздер мен екпежерлерде ғана емес, арнайы бөлмелерде де өсіруге болады.

Ламинария балдырларынан тауарлық өнім олардың түрі мен мәдени жолмен өсірудің тәсілдеріне қарай өсірудің бірінші немесе екінші жылдарында-ақ алынады.

Білімін тексеру сұрақтары

1. Су экожүйелерінің биологиялық өнімділігі және оның түрлерін сипаттаңыз
2. Алғашқы өнімділік, оның түрлері және бағалау әдістерін түсіндіріңіз
3. Әртүрлі суқоймаларындағы алғашқы өнімділіктің мөлшері мен көлемінің ерекшеліктерін түсіндіріңіз
4. Екінші реттік өнімділік және өнімділікті есептеу жолдарын түсіндіріңіз

- 5.Қазақстан суқоймаларының биологиялық өнімділігін сипаттаңыз
- 6.Гетеротрофтылықтың әртүрлі топтарының өнімділік ерекшеліктерін түсіндіріңіз
- 7.Гидросфераның биологиялық ресурстары, оларды игеру және ұдайы өсір ерекшеліктерін түсіндіріңіз
- 8.Кәсіптік гидробионттардың табиғи ұдайы өсуін сақтау және оның тиімділігін арттыру ерекшеліктерін түсіндіріңіз
- 9.Гидробионттарды жерсіндіру жұмыстарының нәтижелерін сипаттаңыз
- 10.Аквакультура және оны енгізу принциптерін түсіндіріңіз
- 11.Балықтардың лимнокультурасының ерекшеліктерін түсіндіріңіз
12. Балықтардың марикультурасының ерекшеліктерін түсіндіріңіз
13. Балдырлардың марикультурасының ерекшеліктерін түсіндіріңіз

5-бөлім. Таза су және су экожүйелерін қорғаудың экологиялық аспектілері

13-тарау. Таза су және су экожүйелерін қорғау проблемаларының экологиялық аспектілері

Қазіргі кезде адамзат үшін ең өзекті мәселе таза су және су экожүйелерінің қорғау болып табылады. Өйткені суқоймаларының ластануы оларға өнеркәсіптік, ауыл шаруашылық және тұрмыстық сарқынды сулармен ластаушы заттардың түсуімен байланысты. Сондай-ақ, су қоймаларының сапасына ластағыш заттардың атмосферадан түсуі және адамның сол суқоймаларындағы қызметтері де (кеме қатынасы, мұнай тасымалдау, су асты бұрғылау және басқалар) әсерін тигізеді. Көптеген су қоймаларының ластануының қазіргі жағдайы олардың сумен жабдықтау және пайдалану (балық шаруашылық, рекреациялық аумақтар немесе басқа да) көздері ретінде толықтай деградацияға ұшырағанын көрсетеді. Бұл олардың экожүйе ретінде ресурстық құндылығына теріс әсерін тигізеді. Суқоймаларының экологиясының бұзылуы олардың *антропогендік эвтрофикациясы* (қоректік деңгейінің өсуі) және *термофикациясы* (жылыну) деп аталады. Эвтрофикация суқоймаларына биогендердің түсуімен байланысты, біріншілік өнімділік деструкциядан басым, аэробты процестер көбіне анаэробты процестермен алмасады. Нәтижесінде суқоймаларының ауызсулық және су гигиеналық сапасы, рекреациялық күйі төмендейді. *Термофикация* суқоймаларына жылу және атом электр станцияларының жылытылған суларының түсуімен байланысты болады. Термофикация суқоймаларының антропогендік эвтрофикацияның күшеюіне әкеледі.

Ластаушы заттардың аз мөлшері суқоймаларының жағдайын әрдайым нашарлатпайды, өйткені олардың *биологиялық өзін-өзі тазарту* қасиеті бар. Өзін-өзі тазартуда ең тиімдісі заттарды көмірқышқыл газы мен суға дейін ыдырататын аэробты процесс. Анаэробты ыдырауда трансформация аяғына дейін жүрмейді, ол ыдыраудың аралық өнімдерін түзейді, ал олар өте қауіпті ластаушылар болуы мүмкін.

Суқоймаларының ластануы. Ластаушы заттардың экологиялық әсерлері жеке организмдерде, популяцияларда, биоценоздарда немесе суқоймасының бүкіл экожүйесінде әртүрлі дәрежеде байқалады. Организмдік деңгейде тікелей улану барысында жекелеген физиологиялық қызметтердің бұзылуы, өсу қарқынының төмендеуі, мутацияның пайда болуына ықпал ету, өлім-жітімнің көбеюі түрінде байқалады. Популяция деңгейінде ластану гидробионттардың саны мен биомассасының, тууылуы мен өлім-жітімге ұшырауының, жыныстық және мөлшерлік құрылымының өзгеруіне әсер етуі

мүмкін, ал бұлар популяцияның жойылуына себеп болады. Биоценоз деңгейінде ластану қауымдастықтың құрылымы мен қызметіне әсерін тигізеді. Уытты заттардың әсерінен хорологиялық құрылым өзгереді, анаэробты процестер аэробты процестерден, деструкция өнімділіктен басым болады, бұлар *экожүйенің деградациясына* алып келеді.

Токсиканттардың (уытты заттардың) әсер ету механизмі ластанушылардың себебінен туындаған өзгерістерге қарсы жауабы болып табылады. Гидробионттар, олардың популяциялары және гидробиоценоздардың уытты заттарға әр түрлі *сезімталдығы* мен *төзімділігі* байқалады. *Сезімталдық*-токсиканттардың ең аз концентрациясына жауап беру қабілеттілігі, *төзімділік*-судың әртүрлі ластану дәрежесіне өзіне ешқандай залал келтірмей шыдау қабілеттілігі. Гидробионттардың сезімталдығы пен төзімділігі сол бір токсиканттың әсеріне мың рет түрліше болуы мүмкін. Уытты заттардың әсерінің күші особьтардың жартысында өлім тудыратын токсиканттың концентрациясы мен дозасы арқылы бағаланады. Токсиканттардың әсер етуі ұзаққа созылса, ол концентрациясы төмен уға жатады. Өлімге ұшыратудан басқа уыттың әсерінен басқа кез-келген организм, популяциялар мен биоценоздар деңгейінде әйтеуір бір патологиялық өзгерістер тудыратын токсиканттардың ең төменгі концентрациясын *шеткі* улану концентрациясы деп ажыратады.

Көптеген гидробионттар үшін *кумулятивтік құбылыс* – токсиканттың организмде жинақталуы тән. Оның шығарылу жылдамдығы денеге ену жылдамдылығынан төмен. Улы заттарды өзіне жинау арқылы гидробионттардың өздері де уыттылығы жағынан қауыпты болады. Кейбір жағдайларда организмде уытты заттардың концентрациясының көбеюі қоректік тізбектер арқылы жүзеге асатыны байқалған. Мысалы, сынап гидробионттар денесіне жинақталады және қорек тізбегі арқылы беріледі. 1953 жылы Минамата ауруы (Жапония) көпшілік арасында кеңінен белгілі болды. Ацетальгид және винилхлорид өндірісінде HgCl_2 және HgSO_4 пайдаланылатын. Ағынды сулармен теңізге түскен сынап қорек тізбегінде балықта суға қарағанда 500 есе көп жинақталған. Минаматаға жақын бұғаздан ауланған балықтарды тамаққа пайдаланған адамдар жаппай ауруға шалдыққан және сынаптың орталық жүйке жүйесіне тигізген әсерінен өлім-жітім де байқалған (Козловский, Герман, 2012).

Су қоймаларының ластану көздері. Суқоймаларын ластаудың негізгі көздеріне өнеркәсіптік және тұрмыстық ақаба сулар, мұнай өнімдері, пестицидтер, радиоактивтік заттар мен ауыр металлдар қоспалары, детергенттер, антисептиктер, суармалы егістіктердің кәріз сулары (дренажные воды), уыттыға жатпайтын, бірақ гидробионттардың мекендеу

ортасын нашарлататын (оттек концентрациясын төмендету, судың мөлдірлілігін нашарлату, қалқыма заттардың су түбіне түсуі және басқалары) пластиктер мен басқа да ластауыштар болып табылады.

Ақаба сулар деп адамның тұрмыстық және өнеркәсіптік қызметінің нәтижесінде пайдаланған суды құбырлар немесе каналдар жүйесі арқылы шығарылатын суларды айтады.

Қалалық ақаба сулар. Суқұбырындағы шаруашылық-ауызсу суы тұрмыста пайдаланған соң санитарлық-техникалық құралдар (қолжуғыш-раковина, ванна, унитаз және басқалары) арқылы арналық кәріз(канализация) жүйесіне түседі. Әдетте қалалық ақаба сулар елді мекеннің барлық территориясынан оны тазартып суқоймасына жібергенге дейін өздігінен ағады. Егер елді мекеннің орналасқан территориясының жер бедері өздігінен ағуға кедергі келтірсе, онда су сорғыларын орналастырады. Бұлар ақаба суды қысыммен өздігінен ағатын коллекторға жеткізеді.

Соңғы кездері демалыс аймағындағы (рекреациялық) судың да ластануының экологиялық маңызы бірте-бірте артуда.

Өнеркәсіптік ақаба сулар. Бұл сулар құрамы және ерекшелігі жағынан алуантүрлі. Олардың қалыптасуы өнеркәсіптің шикізатынан, аралық және соңғы өнімдерден, технологиялық процестерде қолданатын реагенттерден түзіледі. Әртүрлі кәсіпорындар үшін ақаба суларға бөлінетін орын жағдайы түрліше болуы мүмкін. Кәсіпорындарда бір ортақ кәріздік жүйе болады. Ол шаруашылық, қалалық және өнеркәсіптік суларды жинайды. Бұл сулар жеке-жеке жиналады. Барлық өнеркәсіптік ақаба сулар механикалық, биологиялық және арнайы тазартудан өтеді.

Ақаба суларды қабылдайтын суқоймалары үшін шаруашылық-ауызсу және мәдени-тұрмыстық су пайдалануға гигиеналық шектеулер болады. Олар қашыртқы сулардың (сбросная вода) ингредиенттерінің зиянды критерийлері арқылы анықталады. Барлық басқа жағымсыз ластанулар – балық қорының дамуы мен өнімділігіне, балықтардың қоректік базасына әсері, суармалы егін шаруашылығы және өнеркәсіптік су пайдалану үшін шектеулер қою және оларға бақылау жүргізу арнайы мамандармен-экологиялық техникалық қадағалау қызметтерімен жүзеге асуы тиіс.

Мұнай және мұнай өнімдері. Мұнай және мұнай өнімдерімен Әлемдік мұхиттың ластануы мұнай өңдейтін заводтардың қалдықтарын шығару (мысалы, күштілігі орташа бір завод бір тәулікте 400 тн-ға жуық қалдық шығарады), мұнай таситын танкерлерді жуу және балласты тастау, түрлі апаттар кезінде орын алады. Мысалы, 1978 жылдың наурыз айында суығыстырымы 233 мың тн «Амоко Кадис» супертанкері апатқа ұшырағанда Франция жағалауындағы теңізге 220 мың тн мұнай төгілген.

Қазіргі кезде теңізде жылма-жыл 1 млрд. тн-дан астам мұнай тасымалданады. Мұнайды түсірген соң мұнай танкерлері теңіз суымен жуылады, ал одан соң ол халықаралық келісіммен мақұлданған теңіздің арнайы ашық айдынына төгіледі.

Мұнай-табиғи зат және теңіз суына тек техногендік апаттар нәтижесінде ғана емес, сонымен қатар табиғи жолменде суға түседі. Мұхиттың ашық аудандарын ластау көздері алысқа апаратын атмосфералық тасымалдар да өз үлесін қосады. Бұл ағыстың пайда болуы бензин, керосин және басқада мұнайдың жеңіл фракциясының толықтай жанбауымен байланысты. Бұл заттардың атмосферада болуы 0,5-2,5 жылға созылады, және де олардың 90 %-ы атмосферадан солтүстік жарты шарға түседі. Теңізде мұнай әртүрлі формаларда: өте жұқа пленка түрінде, қалыңдығы миллиметрдей пленка түрінде, жартастардағы пленка түрінде, сутүбі шөгінділері түрінде, «мұнайдағы су» эмульсиясы түрінде, мұнай агрегаты түрінде кездеседі. Мұнай және оның өнімдері теңіз суына түскеннен кейін әдетте мұнай қабыршағын түзейді. Мұнай қабыршағы түзілген жерлерде физико-химиялық процестер басым болады, мұнай су қабатына отектің өтуіне кедергі келтіреді. Жалпы айтқанда, мұнай қабыршағы теңізде бірнеше бірінен кейін бірі жүретін процестермен сипатталады. Олар: булану, эмульсия түзу, еріту, тотығу, агрегаттар түзу, микробтық бұзылу тән седиментация, ассимиляция және бактериясияқты организмдердің жартылай суға бату және мұнайдың сутүбіне түсуі, сутүбіне түскен мұнайдың ауыр фракциялары грунттың майда бөлшектерін желімдейді. Мұнаймен ластанудан тек Әлемдік мұхит қана зиян шегіп қоймайды, континенталды суқоймалары да зардап шегеді. Тұщысу суқоймаларына ақаба сулар мұнай айдайтын заводтардан, автокөліктердің майларын ауыстырғанда, катерлерден май аққанда, автомобилдерге май құйғанда бензин мен дизелді жанар майлардың төгілуінен түседі. Каспий теңізі үшін мұнай өнімдерімен ластанудың негізгі көздеріне теңізді бұрғылау, мұнай құбырларын салу және кеме қатынасы жатады. Мысалы, Солтүстік Каспийде мұнай өнімдері мен фенолдың концентрациясы 4-6 ШРК (шектеулі рұқсат етілген концентрация) құраса, ал Әзербайжан жағалауларында бұл көрсеткіш 10 ШРК-ға (ПДК-предел допустимой концентрации) тең.

Мұнай фитопланктонға уыттық әсерін тигізеді. Оның әсерінен олардың клеткаларының бөлінуі баяулайды немесе тоқтайды, бұл біріншілік өнімді төмендетеді. Төменгі сатыдағы шаянтәрізділер мұнай мен оның өнімдерінің концентрациясы 10^{-6} мг/л-ге жақындағанда өле бастайды. Балық дернәсілдері уылдырыққа қарағанда біршама төзімді, ересек балықтар бұданда жоғары концентрацияға шыдайды. Мұнаймен ластануға көптеген

сутүбі жануарлары (мидиялар, мәрмәр крабтар және басқалары) салыстырмалы түрде төзімді, бұлар концентрациясы 10^{-3} - 10^{-4} мг / л болғанға дейін шыдайды.

Мұнай және оның өнімдерінің уыттылығы көмірсутектердің гидробионттар денесін оңай ылғалдандаруына байланысты, өйткені олар ішке еніп, клетка қабықтары мен мембраналарының липоидты фракцияларын ерітіп, оларды жұмсартады, өткізгіштігін өзгертеді.

Ауыр металдар және басқа заттармен ластану. Табиғи суқоймаларына түсетін заттардың арасында биотамен өзгермейтін консервативті 3 класқа жататын заттар болады. Олар: ауыр металдар, пестицидтер және синтетикалық жуғыш құралдар (СМС-синтетические моющие вещества) немесе детергенттердің құрамына кіретін синтетикалық-беттік активті заттар (СПАВ-синтетические поверхностно-активные вещества). Ластаушы заттардың арасында уыттылықты бағалаудың «стресс-индекстері» бойынша ауыр металдар пестицидтерден кейінгі орында тұр. Металдар тұщы және теңіз суларын неорганикалық ластаушыларының негізгі болып саналады. Бұлар-негізінен сынап, мышьяк, қорғасын, кадмий қосылыстары. Уытты металдардың сулы ортаға түсетін негізгі көздері тікелей ластану және құрлықтан келетін су ағындары. Гидросфераның металдармен ластануында маңызды рөлді атмосфералық тасымалдану атқарады. Ауыр металдардың қоршаған ортаға түсетін негізгі көзі көмірдің жануы екендігі қазіргі кезде дәлелденген. Жыл сайын 2,4 млрд тн таскөмір мен 0,9 млрд тн қоңыр көмірдің жануынан қоршаған ортаға 200 кг мышьяк және 224 кг уран түсетіні белгілі, ал дүние жүзінде бұл металдарды өндіру тиісінше 40 және 30 кг құрайды. Сол сияқты гидросфераны металдармен ластауда маңызды орынды ақаба сулар да (сточные воды) алады.

Планктондар үшін ауыр металдардың уыттылығы былайша анықталады. Планктонды организмдер металдарды өз денелеріне жинайды, олар ыдырамайтындықтан тірі ткандарда ұзақ уақыт сақталып, планктондарды өлім-жітімге ұшыратады, ал олар өлген планктонмен бірге сутүбі шөгінділеріне түседі. Жекелеген қосылыстардың уыттылығы өте өзгермелі және түрлі гидробионттар үшін бірдей емес. Гидробионттардың организміне металдар негізінен көрекпен бірге түседі. Дененің беті арқылы тікелей өту, бұл су өсімдіктеріне тән жол, онша маңызды емес. Металдардың уыттылығы олардың концентрациясына және әсерінің ұзақтығына ғана тәуелді емес, сонымен қатар температура, судың оттегімен қанығуы және басқа да абиотикалық факторларға да байланысты болады. Ауыр металдардың қауіптілігі сол, олар көп жылдар бойы бұзылуға шыдамды, гидробионттар денесінде тез жиналады және өте баяу шығады.

Сынап (Hg) және оның қосылыстары ең уытты металдардың қатарына жатады. Дүниежүзі бойынша жылына 10 мың тн сынап өндіріледі. Бұлардың жылына 3 мың тн-сы жағу барысында қоршаған ортаға түседі. Су жануарларының организміне сынап негізінен қорекпен түседі және жиналады. Сынап фитопланктон үшін де уытты, теңіз экожүйесінің бірінші реттік (алғашқы) өнімін біршама төмендетеді. Фитопланктон және зоопланктон сынапты кең көлемде жинақтайды-1 кг құрғақ массаға 3800 мг, тіпті сынапты жинақтау көрсеткіші 40000 мг-ғ дейін жетуі де мүмкін.

Табиғи сулар және ауаның қорғасынмен ластануы қорғасын пайдаланатын, көмір және басқа да органикалық материалдарды жағатын өнеркәсіптен түсетін ағынды сулар арқылы жүзеге асады. Қоршаған ортаны ластаудың қауыпты көзі қорғасынның алкильді қосылыстары болып табылады. Қорғасын тетраэтилқорғасынға айналады, ол автомобиль бензинінің детонаторға қарсы отырғыш ретінде қолданылады. Алкилқорғасынды дизелді жанармайға антидетонатор ретінде қолдану нәтижесінде жылма жыл мұхитқа түсетін қорғасын мөлшері 25 кг болады.

Пестицидтер. Пестицидтерге зиянды жануарлар және өсімдіктермен күресу үшін синтезделіп алынған химиялық препараттар жатады. Химиялық құрамы бойынша хлорорганикалық (ДДТ, гексахлорциклогексан, гексахлорбутадиен, полихлоркамен, дилор және басқалары) және фосфорорганикалық (метафос, хлорофос, карбофос) деп бөлінеді. Пестицидтер организмдердің барлық тіршілік жүйелерін (генетикалық, репродуктивтік және басқалары) зақымдайды, суда нашар, бірақ майларда, липидтерде, балауыздарда жақсы ериді. Осыған орай олар су жануарларының май ұлпаларында, бауырында, бүйрегінде жиналады. Хлорорганикалық пестицидтердің жартылай ыдырауы 10 жылға созылады. Организмге түскен соң олар онда ұзақ уақыт сақталады. Фосфорорганикалық пестицидтер организмде жиналмайды, клеткаіші эстеразалардың әсерінен тез ыдырайды.

Пестицидтер суқоймаларына жерүсті ағынмен немесе қауіпті гидробионттарды жою мақсатымен суқоймаларын түрлі препараттармен өңдегенде тікелей түседі (мысалы, безгек плазмодиясын тасымалдаушы масалармен күрескенде). Организмдер ДДТ және оның метаболиттерін қоршаған ортадан және жеммен алып жинақтауға қабілетті. Гидробионттар әдетте оларды судан сіңіреді, соңғылары организмге генетикалық және тератогендік зардаптар әкеліп, организмдерге зиянды әсер тигізеді.

Пестицидтер мен гербицидтер әсерлеріне балдырлар мен омыртқасыздар біршама сезімтал болып келеді. Хлорорганикалық қосылыстардың концентрациясы 1-10 мкг/л болғанда фитопланктонның

фотосинтезі 75-95%-ке төмендейді, ал зоопланктон үшін 10 мкг/л дозада уытты болады.

Организмге пестицидтер негізінен жұқарған желбезектердің бетімен және басқа тынысалу органдары арқылы түседі. Әртүрлі пестицидтердің әсер ету механизмдері өте алуантүрлі: өсімдіктердің фотосинтезі мен жануарлардың тынысалуы нашарлайды, мембрана арқылы алмасудың бұзылуы, белок және хитин синтезін тежейді, жүйке жүйесінің қызметін бұзады.

Экожүйеге әсерлерін тигізетін синтетикалық беттік белсенді заттармен (СПАВ-синтетические поверхностные активные вещества) ластануы-детергенттермен, антисептиктермен, ағаш өңдеу кәсіпорындардың қалдықтарымен, химиялық және металлургиялық өнеркәсіптердің өнімдері және басқа заттармен суқоймаларының ластануы. Синтетикалық материалдармен ластану бояу, дәрілік препараттар, жарылғыш заттар, синтетикалық каучук пен талшықтар, пластмассалар, жуғыш құралдар және басқалары өндірісінде жүреді. Бұл заттар өте тұрақты және бұзылуға шыдамды болып келеді.

Химиялық өнеркәсіптің өнімдерінің ішінде гидробионттар үшін ерекше экологиялық маңызға синтетикалық жуғыш заттар (СМС-синтетические моющие средства) ие. СЖЗ-ң (синтетикалық жуғыш заттар) көптеген жағымсыз қасиеттері (судың көпіруі, оттек жетіспеушіліктің пайда болуы, гидробионттар үшін уыттылық) болады. Бұлардан басқа жуғыш заттардың құрамына енетін фосфаттық толықтырғыштар суқоймаларын эвтрофикацияға ұшыратады. Жуғыш заттардың құрамына су организмдері үшін уытты болатын қосымша ингредиенттер: хош иіс беруші заттар, ағартқыш реагенттер кіреді.

Беттік белсенді заттардың тотығуына еріген көп оттек жұмсалады. Детергенттер гидробионттарға уытты әсер етеді. Олар биологиялық мембраналардың қызметін бұзады, нәтижесінде желбезектерден қан кетеді және балықтар мен омыртқасыздардың тұншығуына себепші болады.

Жуғыш заттар суқоймаларына ағынды сулармен олар дұрыс тазаланбаса, сонымен қатар суқоймаларын рекреациялық және балық шаруашылығы мақсатында пайдаланғанда, суқоймаларының өздігінен-өзі тазалану процестері бұзылғанда түседі. Осылайша, суқоймаларының жалпы экологиялық жағдайы бұзылғанда ауызсу дайындауда біраз қиыншылықтар туындайды. Осы сияқты суда еритін беттік-белсенді заттар көп мөлшерде көбік тудырады, олар рН-қа, судың мөлдірлілігіне және гүлденуіне әсер етеді.

Судың ыдыраған органикалық заттармен (тұрмыстық, өндірістік-ауыл шаруашылық ақаба сулар) ластануы гидробионттарға уытты әсер етпейді. Олар суқоймаларының газ режимін және гидробионттардың тіршілігінің басқа жағдайларын нашарлатады. Ол өз кезегінде суқоймаларының гидробиоценозының бұзылуына алып келеді.

Қоршаған ортада күшті қышқылдардың жиналуы, немесе күшті қышқылдар түзейтін заттардың көбеюі, судың қышқылдылығының артуына алып келеді. Бұлар өз кезегінде суқоймаларының химиялық режиміне күшті әсерін тигізеді. Қышқыл шөгінділерінің пайда болуының негізгі көзі атмосфераға өнеркәсіптен шығарылатын түрлі газдар, әсіресе SO_2 және NO_3 тотықтары болып табылады. Бұлар жерге құрамында H_2SO_4 және HNO_3 бар қышқыл атмосфералық жауын-шашын түрінде және аэрозоль немесе газ сияқты құрғақ қоспалар түрінде түседі. Суқоймалары осылардың әсерлерінен бикарбонаттық буферліктен айырылады, рН, судың мөлдірлілігі мен органолептикалық қасиеттері төмендейді немесе күрт өзгереді. Қышқылданған суқоймаларында фитопланктон мен зоопланктон, зообентостың алуантүрлілігінің күрт азаюы байқалады.

Соңғы кезде демалу аймақтарының ластануының экологиялық маңызы артуда. Суқоймаларының мал шаруашылығы және құс шаруашылығынан шығатын ақаба суларындағы органикалық заттар мен минералды тұздардың мөлшері тұрмыстық және өндірісті су ағындарынан бірнеше есе артық. Ал шошқа және ірі қара өсірілетін кешендердің ақаба суларында көптеген микроорганизмдердің, қарапайымдылардың түрлі топтары мен паразиттердің жұмыртқалары болады. Олардың ішінде адам денсаулығына ең қауыптілері - сальмонелла, энтеропатогенді таяқшалар және басқалары болып табылады.

Суқоймаларының радиоактивтік заттармен ластануы. Қазіргі уақытта радиоактивті ыдыраудың түрлі өнімдері (радионуклеидтер немесе радиоизотоптар) арқылы судың ластануы қауіпті болып саналады. Суқоймаларда гидробионттар үшін ең қауіпті және жиі кездесетін стронций, иттрий, цезий, цирконий, ниобий радиоизотоптар болып табылады. Суқоймаларының радиоактивті ластануы радиоактивті заттардан кейін радиоактивті ластануға ұшыраған жерлерден келетін су ағынына байланысты орын алады. Деседе атом отынын қайта өңдеу кәсіпорындарының, атом электр станцияларының ағынды суларды ағызу басты орын алады. Радиоактивті ластанудың ерекшелігі - сәуле шығаратын заттардың зиянды әсерлері. Барлық радиоактивті сәулелер иондары өте химиялық активті болатын иондаушылар болып табылады. Иондаушы сәулелер сыртқы немесе ішкі мүшелердің сәулелендіру кезінде клеткаларының бұзылуына себеп болады.

Атом электр станцияларының барлық қалдықтары суқоймаларына түсетіні сөзсіз. АЭС-ң жылытылған суларында фитопланктон сіңіретін радиоактивті фосфор болатыны белгілі. Қоректену тізбегі бойынша соңғы буын балық судағы фосфордың концентрациясына қарағанда денесіне 500 есе көп радиоактивті фосфорды жинай алады. Суқоймаларындағы грунттың бетіндегі минералды және органикалық бөлшектерінде адсорбция нәтижесінде көптеген радионуклидтердің (церий-95, цезий-144 және т.б.) концентрациясы су қабатына қарағанда оншақты есе көп болады. Сондықтан, сутүбінде немесе оның маңында тіршілік ететін гидробионттар пелагикалық түрлерге қарағанда радиоактивті ластанудан көбірек зардап шегеді. Мысалы, алғашқы рет радионуклидтер фитопланктонға теңіз суына қарағанда 180000 есе көп түседі. Соның ішінде ескекәяқты шаяндарға 200-300 есе, эвфаузидтерге-800 есе, қанатаяқты моллюскаларға 10000 есе көп түседі.

Организмдер денесінде түрлі радиоактивті заттарды жинайды. Мысалы, радионуклеидтер (йод) ламинарияларда жиналуы мүмкін, цезий-137 қоңыр және қызыл балдырларда, мышьяк-саңырақұлақтарда, стронций-90 – балықтарда жиналады. Ал органдарда олар түрліше болады. Мысалы, йод бұлшықетте - 35%, ішкі мүшелерде-17%, сүйекте - 39%, қабыршақтарда - 13% болады. Организмдерде радионуклеидтердің концентрациясы өте жоғары-5000 есеге жетеді. Балықтар радиоактивтік заттарды жұқтырған жерден өте алысқа тасымалдайды. Адам балық және қорекке жарамды омыртқасыздарды асқа пайдаланғанда жұқтырады.

Суқоймаларының антропогендік эвтрофикациясы және термофикация. Антропогендік эвтрофикация дегеніміз адам қызметінің әсерлерінен суқоймаларының өнімділік деңгейінің артуы. Бұл суқоймаларына биогендердің (азот, фосфор, сирек көміртек және кремний) мөлшерден артық түсуі. Антропогендік эвтрофикация нәтижесінде органикалық заттардың жаңадан түзілу жылдамдығы артады, өнім деструкциядан басым болады, нәтижесінде экосистеманың биомассасы артады.

Суқоймаларының термофикациясы- жылу және электрстанцияларының жылытылған суды ағызу барысында суқоймаларының температуралық режимінің бұзылуы. Су температурасының көтерілуі экожүйеде зат алмасуды тездетеді, бұл алғашқы өнімді артырады.

Эвтрофия кезінде су экожүйесі бірте-бірте бірнеше сатыны басынан өткізеді. Алдымен азот пен фосфордың минералды тұздарының жинақталуы жүреді. Бұл саты, әдетте ұзаққа созылмайды, өйткені түсетін биоген тез айналымға тартылады да балдырлардың эпилимнионда қарқынды даму сатысы басталады. Фитопланктон биомассасы артады, судың мөлдірлілігі

төмендейді, судың жоғарғы қабатында оттектің концентрациясы артады. Бұдан соң балдырлардың өлу сатысы басталады, детриттің деградациясы жүреді. Түптік лайлар органиканың көп түсуімен қарқынды түрде шөгеді. Ең соңында терең қабаттарда оттектің толықтай жойылуы жүреді және аэробты ашу басталады.

Су экожүйелерінде эвтрофикацияның ең маңызды теріс көрсеткіші суқоймаларының гүлденуі, саяз судың жағалаумаңын шөп басуы, макрофиттер қалдықтарымен жағалаудың ластануы. Ал балдырлардың көп болуы судың қоректік қасиетін нашарлатады.

Гүлдену өте жиі цианобактериялар көмегімен жүреді. Олардың жылдам көбеюге қабілеттілігі температураға, тұздардың концентрациясына, биогендердің аздығына және басқаларына шыдамды болып келуіне байланысты. Цианобактериялардың жаппай гүлденуі кезінде «гүлдену аймағы» түзіледі. Ол жекелеген зоналарға жіктеледі. Олар-клеткалары ілініп тұратын *планктонды зона*, клеткалары ботқа сияқты немесе қоймалжың массалы *гипонейстонды зона* және аймақтың орталық бөлігінің ең бетінде орналасқан кір көбікті масса-*деструктивті зона*. Балдырлардың гүлденуі су экожүйесіне екі жақты зиян келтіреді. *Біріншіден*, ол жарықты азайтады, нәтижесінде су өсімдіктері өледі. Бұның өзі гидробионттардың табиғи мекендеу ортасын бұзады. *Екіншіден*, балдырлар өлгенде көп оттекті жұмсалады, оның әсері суға органиканы тікелей түсіргенмен бірдей. Балдырлар тұншығуға алып келетін суды жеңіл тотығатын органикамен ғана байытып қоймайды, сонымен қатар уытты заттарды (альготоксиндер деп аталатын) да өндіре алады. Көк-жасыл балдырлар омыртқасыздардың қорегінің рационы мен қуаттылығын нашарлататын токсиндер бөледі.

Суқоймаларының эвтрофикациясын туғызатын заттардың негізгі көздері топырақтан биогендердің табиғи шайылуы мен жыныстарды желмен бұзу, ауыл шаруашылығын қарқынды дамыту барысында тазартылған немесе тазартылмаған ағынды суларды жиі төгу, құрамында фосфоры бар детергенттерді төгу, атмосферадан нитраттардың түсуі болып табылады. Мал және құс шаруашылықтарының ақаба суларында тұрмыстық және өнеркәсіптік ақаба суларына қарағанда органикалық заттар мен минералды тұздардың мөлшері бірнеше есе көп болады. Шошқа және ірі қара өсіру кешендерінің ақаба суларында әртүрлі топтағы микроорганизмдер, қарапайымдылар және паразиттердің жұмыртқалары болады. Адам денсаулығы үшін ең қауыптылары сальмонелла, энтеропатогенді таяқшалар болып табылады.

Антропогендік эвтрофикацияны болдырмаудың негізгі шаралары қоршаған ортаны эвтрофикацияланудан қорғаудың екі топ әдістерінен-

қалпына келтіру және алдын алу әдістерінен- тұрады. Қалпына келтіру негізінен биоген бойынша салмақты азайту үшін ағынды бұру, биогенді элементтердің концентрациясын азайту үшін суды сұйылту, гипоплимнионның көлемін ұлғайту үшін сутүбін тереңдету, биогенді элементтерді біріктіру және тұнбаға түсіру үшін химиялық өңдеу болып табылады.

Эвтрофикацияны болдырмау үшін қолданылатын алдын алу әдістері- биогенді элементтерді төгуді қадағалау, ағынды сулардан биогенді элементтерді шығару, алдын ала тұнбаға түсіргіштерді пайдалану. Биогендердің суқоймаларына тұрмыстық және басқа да ағындармен түсуі екі жолмен жүзеге асады. Олардың бірінші жолы ағындарды биогендерден, ең алдымен фосфордан тазалау. Ол үшін оны тұндыру (алюминий, темірдің әртүрлі тұздарымен, әкпен), қайтара осмос, иондық алмасу және басқалары, ал екінші жолы-олардың құрамындағы фосфат концентрациясын детергенттерді пайдалану есебінен төмендету.

Суда азоттың ерігіштігінің төмендеуі газдық эмболия (балықтардың қанында азот көпіршіктері пайда болады) есебінен балықтарды өлім-жітімге әкеледі. Биогендердің артық түсуі және басқа жағдайларда эвтрофикацияны болдырмау әртүрлі химиялық, физикалық және биологиялық әдістермен жүзеге асады. Олардың біріншісі – суқоймаларына алғашқы өнімділікті басатын түрлі препараттар қосу. Бірақ фотосинтезді тежейтін препараттар әртүрлі деңгейде омыртқасыздар мен балықтар үшін уытты болып келеді. Физикалық әсерлер эвтрофикацияланған суды таза сумен араластыру. Олардың мөлдірлілігін төмендету (лайлау), гипоплимнионнан лайға және биогендерге бай суды шығару, сонымен қатар суды аэрацияға әкелу. Аэрация кішірек суқоймаларын эвтрофикациядан ескерту кезінде жақсы нәтижелер береді. Көпшілік жағдайларда аэрациялық қондырғылар суқоймаларына ауа беру немесе атмосфераға су шашу (су бұрқырату) принципі бойынша жұмыс жасайды, яғни оттектік режимді жақсарту барысында органиканың минерализациялануы күшейеді, суқоймаларында оның жинақталуы азаяды немесе тоқтайды.

Эвтрофикацияны ескертуде биологиялық әдістер біршама перспективті болып саналады. Е.Е.Успенский 1932 жылдың өзінде-ақ балдырлардың дамуын макрофиттер көмегімен жүзеге асыруды ұсынған. Өйткені олар жағалау маңы аймақтарда биогендерді өзіне көптеп алады, ал соңынан макрофиттердің фитомассасы жинап алынады.

Суды жылыту кальций иондарының концентрациясының төмендеуіне әкеледі, ол балықтардың қаңқасының және моллюскалардың бақалшықтарының өсуін тежейді. Бірінші продуценттердің түрлік

алуандылығы азаяды: суықсүйгіш диатомды балдырлар өледі, токсиндер бөлетін жасыл және көк-жасыл балдырлардың саны артады, гидробионттардың қорек рационы мен қоректену құнарлылығы нашарлайды. Суды $+30^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары жылытқанда шаянтәрізділер, біркүндіктер мен жылғалықтардың дернәсілдері өледі. Суды жылыту фенологиялық фазаларды біршама алға қарай жылжытады және вегетациялық кезенді ұзартады. Әсіресе суды жылыту планктонға кәдімгідей әсер етеді. Вегетациялық маусымды ұзарту бірмезгілде немесе жыл бойы өсетін балдырлардың саны артады. Түрлік құрамы аз өзгереді, бірақ диатомды балдырлардың салыстырмалы түрде рөлі төмендейді, ал жасыл, пирофитонды және әсіресе қыздыруға шыдамды цианобактериялардың саны артады.

Температураны $+27-28^{\circ}\text{C}$ -қа көтерген кезде зоопланктонның саны төмендейді. Анық температуралық стратификация кезінде шаяндар үстіңгі кабаттан төменге түседі. Түптік организмдер судың жылуын түпманы кабатында температураның аз өзгеруіне байланысты оның әсерін біршама аз сезінеді. Су жылыту аймағындағы бентостың биомассасы мен түрлік құрамы аса көп өзгермейді, бірақ олардың фенологиясында жылжу байқалады. Гетеротопты гидробионттардың дамуы тіршілік циклінің өзгеруіне байланысты баяулайды. Мысалы, ерте күзде хирономидтер дернәсілдері жылы суда қуыршаққа жылдам айналады, бірақ имаго ауа температурасы төмен болғандықтан жұмыртқа салмайды.

Суқоймаларының биологиялық өздігінен тазалануы және судың сапасын қалыптастыру. Экожүйелердің ерекше қасиеттерінің бірі табиғи сапасын қалпына келтіру қабілеттілігі, яғни өздігінен тазалану болып табылады. Суқоймаларының өздігінен тазалануына биологиялық, химиялық және физикалық факторлар қатысады. Суқоймаларының биологиялық өздігінен тазалануы-биологиялық фактор, бұлар-тірі организмдер. Суқоймаларының органикалық заттармен ластануы бактериялар мен саңырауқұлақтар, балдырлар, жоғары сатыдағы өсімдіктер және гидробионттардың қатысуымен жүретін биологиялық өздігінен тазалануды талап етеді. Биологиялық өздігінен тазалану әдетте 3 фазадан тұрады. Олар: абсорбция (сіңу) және резорбция (сору), организмдермен сіңірілу және минерализация. Өздігінен тазалану процесінің соңғы этапы биологиялық толық құнды судың, яғни гидробионттардың мекендеуіне және су пайдаланушыларға жарамды судың қалыптасуы болып табылады. Сужинаушы ауданнан түсетін шамалы органика, егер ол көп болмаса, суқоймаларында жиналмайды, ол тыныс алу процесінде минералданады. Метаболизмге біршама мөлшерде әртүрлі ластаушы заттар түседі. Олардың биологиялық бұзылуы нәтижесінде ортаның детоксикациясы жүреді.

Гидробионттар-сүзгіштер және седиментаторлар суды түссіздендіреді, қалқыма заттарды шөктіреді, грунтқа зиянды заттардың жиналуына себебін тигізеді, яғни оларды экожүйеден шығарады. Автотрофтардың оттекті бөлу және көмірқышқыл газын сіңіруі-суқоймаларының газ режимін жақсартудың маңызды факторлары.

Гидробиоценоздар суқоймаларының эвтрофикациясы мен ластануына қарсы тұра алатын биологиялық өзінен-өзі тазаланатын жүйе болып табылады. Гидробионттардың әсерінен табиғи минерал-судан жаңа, біршама күрделі биотұрақты дене түзіледі. Ол организмдердің, соның ішінде адамның, ойдағыдай тіршілік етуіне қажет.

Суқоймаларында гидробионт-гетеротрофтар неғұрлым көп және олардың метаболизмінің деңгейі жоғары болса, соғұрлым органикалық заттар биологиялық тотықтануға ұшырайды, яғни өздігінен тазалану процесі қарқынды жүреді. Бұл кезде органиканың минералдануында негізгі рөл атқаратын судағы оттек концентрациясы аэробты процестерді тежемеуге жеткілікті болады деп санайды. Минерализация қарқындылығының шамасы уақыт бірлігінде экожүйе қалпына келтіретін оттек мөлшерімен анықталатын деструкция көлемі болып табылады. Органиканың редукциясының шамасы алғашқы өнімділіктен деструкцияның басым болуымен және аллохтонды органиканың түсуімен бағаланады. Өзендер мен жасанды суқоймаларында деструкция жаңадан түзілетін органикалық заттардан біршама басым болады. Өйткені аллохтонды органиканың сужинау аймағынан түсуі жағдайында экожүйелер органикалық заттардың бір бөлігі грунтқа түсуі немесе олардың суқоймасынан шығарылу есебінен өнімнен деструкция басым болғанда да тіршілік ете алады. Минералданудың ең жоғары дәрежесі аэробты бактериялар мен қарапайымдылардың тіршілік әрекеті есебінен жүзеге асады. Осыған орай оттекпен мол қамтамасыз етілу өздігінен тазалануды жылдамдатады. Минералдану температура көтерілген сайын, катаболиттердің шығарылуы мен анаболиттердің келуінің тезделуімен артады. Сол себепті ағысты суқоймаларында судың қарқынды турбулентті араласуы салдарынан тоспа суларға қарағанда минералдану тез жүреді.

Биоседиментация және суды түссіздендіру. Ластаушы заттардан судың тазаруы, әдетте олардың биологиялық араласу нәтижесінде су түбіне түсуі болып табылады. Грунтта уытты заттар (токсиканттар) біршама қауыпсыз және олардың көпшілігі (қысқа мерзімді радионуклеотидтер, тұрақсыз органикалық заттар) ұзақ сақталмайды және түпкі шөгінділерде толықтай залалсызданады. Гидробионттардың қалыпты тіршілігі процесінде судан грунтқа ластанушылардың тасымалдануы сүзгіштер мен седиментаторлардың жұмыстарының нәтижесінде жүзеге асады. Бұл

организмдер судан өте көп қалқыма заттарды нәжіс түйіршіктері түрінде грунтқа тасымалдайды, олар су түбіне шөгеді. Жануарлардың сүзгіштер жұта алмайтын жалған нәжістер түзуінің үлкен маңызы бар. Мысалы, қосжақтаулы моллюскалар қорекке байланысты аз жарамды сүзілген материалдардың негізгі бөлігін жұтпайды, оларды шығару сифоны арқылы сыртқа шығарады, ал пседофикалийдің ірі түйіршіктері су түбіне түседі. Қосжақтаулы моллюскалардың биосүзгіштік рөлі өте жоғары. Ұзындығы 5-6 см болатын мидиялар бір тәулікте 3,5 л суды сүзе алады, ал теңіз жағалауында олар тәулігіне 1 шаршы метрде 150-280 л су сүзеді. Мидиялар, устрицалар және басқа да қосжақтаулы моллюскалардың бірігіп атқаратын сүзу жұмыстарының арқасында теңіз жағалауларында өте күшті биосүзгіш белдеуі пайда болады. Осы белдеу арқылы бір тәулікте литораль және сублитораль зоналарының барлық суы өтеді. Биоседиментация өлген организмдердің грунтқа түсуімен байланысты. Оларда жинақталған уытты және басқа ластаушы заттар суқоймаларының түбіне шөгеді. Бұл Әлемдік мұхиттың пелагиалының неритикалық және мұхиттық аймақтарында радионуклеотидтер үшін белгілі.

Биологиялық детоксикация. Барлық гидробионттар азды-көпті болса да әртүрлі уытты заттарды бұзады немесе залалсыздандыра алады. Бір жағдайда токсиканттар қорек көзі (энергия) ретінде пайдаланылса, екінші жағдайда-оттек донаторы ретінде немесе басқа мақсатта, үшінші жағдайда- жем және сумен бірге гидробионттардың денесіне түседі, организмде жиналу барысында уытты заттардың саны суда азаяды. Суқоймаларының өздігінен тазалануы үшін мұнай және басқа көмірсуларды, пестицидтерді және ауыр металдар мен метаболизмнің зиянды өнімдерін биологиялық детоксикациясының маңызы өте үлкен. Мұнай мен оның өнімдерінің 10-90%-н тотығу ассимиляциясы типі бойынша бұзу микроорганизмдердің үлесіне тиеді. Мұндай қабілеттілік 100-ге жуық бактериялар, ашытқылар және саңырауқұлақтар түрлерінде кездеседі. Табиғи жағдайда олардың дамуына температура, рН, оттегі концентрациясы, тұздылық және басқа факторлар әсер етеді. Тотығу: қаныққан көмірсулар---қанықпаған көмірсулар--спирттер--кетокұрылымдар--май қышқылдары--CO₂--H₂O түрінде жүзеге асады.

Суқоймаларының мұнайдан өздігінен тазалануында жоғары сатыдағы өсімдіктердің маңызы үлкен. Олар мұнай өнімдерін оны бұзатын микрофлораның түйісу бетін ұлғайтады, мұнайды бұзатын микроорганизмдердің санын олардың өсуін тездететін метаболиттер бөле отырып арттырады, суды оттегімен байытады, осылайша тотығу процестерінің үздіксіздігін қамтамасыз етеді. Мұнаймен ластануды төмендету үшін мидиялардың атқаратын қызметі айтарлық. Ластануға

резистентті моллюскалар судағы қалқыған мұнай бөліктерін псевдофекалий түйіршіктері түрінде жинайды. Түйіршіктер судан жеңіл, оның бетінде жүзеді, бірақ кейде оларға минералды қалқымалар тұнады да, олар төменге түседі. Бірнеше минуттан соң мұнайдың сары-лайлы эмульсиясы мидиялардың маңында ағара бастайды, ал бір сағаттан соң аквариумдегі су мөлдірленеді.

Көптеген микроорганизмдердің қатысуымен пестицидтер бұзылады. Көптеген фенокисірке қышқылдары (гербицидтер) неорганикалық хлоридтер түрінде ыдырайды. Кең қолданылатын пестицидтерді жануарлар да метаболизм процесінде белгілі бір деңгейге дейін ыдыратады.

Ауыр металдардың көптеген тұздары бірқатар балдырлар мен бактериялардың тіршілік процесінде залалсызданады. Мысалы, Cr^{6+} судан *Scenedesmus quadricauda* және *Chlorella vulgaris* инокуляциясынан 30 күннен кейін толықтай тазарса, бір жағынан ол Cr^{3+} -ке дейін тотықсызданса, екінші жағынан балдырларда жиналады.

Судың фотосинтездік аэрациясы және оны метаболиттермен байыту. Биологиялық өздігінен тазаланудың көптеген процестерін тездету үшін және ауызсудың сапасын арттыру үшін оны фотосинтез процесінде бөлінетін оттеппен байытудың маңызы зор. Фотосинтездік аэрация атмосфералық аэрациядан жиі басым немесе онымен тепе-тең болатыны белгілі. Суды фотосинтездік аэрациялау органикалық заттардың минералдануын күшейтеді, тотығу биологиялық детоксикациясының көптеген процестерін жылдамдатады, судың сапасын жақсартады.

Судың сапасына микроорганизмдердің, балдырлардың және басқа да гидробионттардың тіршілік процестерінде бөлінетін заттар үлкен әсерін тигізеді. Бір жағынан, әртүрлі витаминдердің және басқа заттардың бөлінуі су организмдерінің өсуі мен дамуына қолайлы ықпал етеді, судың сапасын жақсартады. Екінші жағынан, гидробионттардың көптеген катаболиттері судың биологиялық сапасын нашарлататын физико-химиялық процестерге жол бермейді.

Суда еріген органикалық заттар бос оттектің қатысуымен асқынотықтық тотығуға ұшырайды, нәтижесінде белсенді асқынотықтар, гидроасқынотықтар, бос радикалдар және басқа өнімдер пайда болады. Суда еріген органикалық заттар арасында реакцияға қабілетті липидтер, соның ішінде қанықпаған май қышқылдары, болады. Липидтердің асқынотықтық тотығуы нәтижесінде аралық өнімдер-гидроасқынотықтар мен асқынотықтар және соңғы өнімдер- альдегидтер, кетондар, эпоксидтер және басқалары түзіледі. Бұл өнімдер гидробионттар үшін уытты. Суда асқынотықтарды ферменттік жолмен ыдыратуға қабілетті балдырлардың

көптеп кездесуі еріген органикалық заттардың қолайсыз әсерлерін басудың қосымша факторы болып табылады. Асқынтотықтарды ыдыратуға қабілетті цианобактериялар, әсіресе тұрып қалған суда өте қарқынды түзілетін оттектің жоғары концентрациясына сезімтал болып келеді.

Биологиялық толық құнды суда тек барлық тұздар мен микроэлементтер ғана емес, сонымен қатар белоктар, ферменттер және гидробионттардың тіршілігінің басқа да өнімдері болуы қажет. Судың сапасын қалыптастыруда гидробионттар түзейтін протеолитикалық ферменттердің де маңызы зор. Судың протеолитикалық белсенділігі жоғары болса, оның өздігінен тазалану процесі де жылдам жүреді.

Суды тазалаудың экологиялық негіздері және биологиялық кедергілермен күресу. Суқоймаларының биологиялық өздігімен тазалану қабілеттілігінде шек жоқ және оларды ластанудан қорғау ағынды суларды максималды залалсыздандырусыз мүмкін емес. Егер ағын сулар тазаланбаса, континенталды суқоймалардың экожүйелері шамалы айлардың ішінде толықтай бұзылады. Сондықтан тазаланбаған ағындарды төгу барлық жерде тиым салынған және қажетті тазалау дәрежесі заңмен бекітіледі.

Ағын суларды тазалау үшін қолданылатын барлық әдістерді-*механикалық, биологиялық, физико-химиялық*- залалсыздандыру әдістері деп бөледі.

Ағынды суларды механикалық тазалаудың мәні шығу тегі органикалық және минералды болатын ірі ерімейтін және коллоидты түйіршіктерді тікелей жолмен шығару. Ағынды суды тор арқылы өткізгенде ірі нысандар ұсталып қалады. Ары қарай су тұндырғыштарға түседі, ол жерлерде құм және басқа ауыр қалқымалар тұнады.

Тазалаудың биологиялық тәсілдері бактериялар, қарапайымдылар және омыртқасыздардың басқа топтарының тіршіліктерін пайдалануға негізделген. Бұлар күрделі органикалық құрылымдарды қарапайым минералды заттарға айналдырады. Су механикалық тазалаудан кейін ағынды суды биохимиялық тазалау үшін аэротенктерге түседі. Аэротенктерде тазалаудың аэробты әдісінде «белсенді лай» деп аталатын үлпек - бактериялардың, қарапайымдылардың және басқа микроорганизмдердің жиынтығы - пайда болады. Аэротенктерде тазалау ағынды сұйықтықтың белсенді лаймен бірге жай қозғалуы және суды оттеппен қанықтыру үшін қарқынды аэрацияны пайдалану жолымен жүзеге асады. Соңғысы лайды қалқымалы жағдайда ұстап тұру үшін қажет. Оттек көп болса судағы органикалық заттар қарқынды түрде минералданады. Ауа ағыны, бір жағынан белсенді лайдың үлпектерінде жиналған микроорганизмдер үшін қолайлы оттектік жағдай жасаса, екінші жағынан, оларды қалқыма жағдайда ұстап тұрады. Бұл кезде

организмдер ағынды сұйықтықпен тікелей байланыста болады, соңғысы оларға қорек жеткізеді және алмасу өнімдерін әкетеді.

Аэротенктен су екінші қайтара тұндырғыштарға түседі, бұл жерде түбіне тұнып қалған белсенді лайды жинайтын аэротенктер мен метантенктерді қолданылады. Метантенктер-тұндырғыштағы лай шөгінділермен толтырылған –жабық бассейндер. Жасанды жылыту арқылы метантенктегі массаның ішінде анаэробты бактериялар жаппай дамиды. Олардың тіршілік әрекеті нәтижесінде белоктардың аминақышқылдарға және аммиақа дейін ыдырауы жүреді, H_2S шығарылады, сонымен қатар майқышқылдардың тотығуы нәтижесінде көмірқышқыл газы, метан және сутек түзіледі.

Қуаты біршама аз тазартқыш құрылысы-аэротенктердің орнына биофилтрлер (биосүзгіштер) қолданылады. Аэробты микроорганизмдердің қаптап кеткен биопленкасы төсенген материалдардың (ірі құм, шлак, керамзит және т.б.) үстінгі қабатын ағынды сұйықтықпен бірге айнала ағады. Біршама аз мөлшерлі ағынды суларды тазалау әдісі жиі *биологиялық* не *қышқылдандыратын* тоғандарда жүзеге асады. Осылай ет комбинаттарының, сүт комбинаттарының, кондитерлік және басқа кәсіпорындардың ағынды суларын тазартады. Мұндай тоғандар судың жасанды айналысы арқылы аэрацияны қамтамасыз етеді.

Ағынды суларды тазарту кезінде олардың су экосистемасына зиянын тигізбеуін қамтамасыз ету керек. Сол себепті белгіленген РШК (рұқсат етілген шекті концентрациясы) суқоймаға емес, пайдаланатын суға қатысты болуы керек. РШК нормаларының өздері қосымша зерттеулерді қажет етеді, себебі оларды негізінен экожүйе емес, санитарлық-гигиеналық жағдайына қарай гигиенистер белгіледі.

Ауызсумен қамтамасыз етудің экологиялық негіздері. Судың биологиялық сапасы суқойманың ішкі процестерімен анықталады. Сол себепті халықты таза ауыз сумен қамтамасыз ету негізінен экологияның (гидробиологияның) міндеті болып табылады.

Сумен қамтамасыз етудің көзі ретінде жасанды суқоймаларын, өзендер мен көлдер және жиі жерасты суларын қолданады. Ең алдымен бұл сулар эвтрофикациялық ластаушылардан тазартылған және өзін-өзі тазарту процесі жүру үшін барлық қолайлы режим сақталған болуы керек.

Сумен қамтамасыз етуші көздердегі су дайындау дегеніміз оттек режимін, судың түсі мен лайлылығын жақсарту және әртүрлі иондарымен олардың байланыстарының концентрациясын бақылау. Суда балдырлар мен цианобактериялардың жаппай дамуы ауыз судың сапасын түсіретін негізгі факторлардың бірі. Су жинау алабына және тазалаушы жабдықтарға

балдырлардың түсуі оларды жуып-шаюды талап етеді. Балдырлар құмды сүзгіштердің тесіктерін бітейді, су өтпейтін пленка құрайды. Фототрофты планктон жаппай дамыған кезде судың органолептикалық қасиеттері төмендейтіні сонша, ол тіпті ішуге жарамай қалады. Балдырлар, цианобактериялар және олардың метаболиттері адам үшін токсинді болуы мүмкін. Суқоймаға фототрофты планктонның дамуының ескерту іс шарасы ретінде суға қоректік тұздың құрамын ұлғайтатын заттардың түсуінен қорғау болып табылады. Ол үшін биогендерге бай жоғарғы қабаттық қалдықтарды азайту керек. Су ағындыларымен биогендердің келуін төмендету үшін биологиялық күресу әдістерін қолданады. Ең алдымен биогендерді жинақтайтын жоғары сатыдағы өсімдіктерді өсіру қажет. Сумен қамтамасыз етуші көздерде макрофиттерді өсіру, бір жағынан, балдырлардың дамуын төмендетсе, екінші жағынан судың детоксикациясы мен аэрациясы есебінен судың өзін-өзі тазалау процестерін күшейтеді. Судың гүлденуімен биологиялық күрестің тағы бір жолы - суқоймада балықтарды, соның ішінде альгофаг балықтарды, өсіру. Суда балдырлардың жаппай дамуы жүрмес үшін химиялық күрестің бір түрі - суға тотияйын қосады. Оның нәтижесінде көптеген балдырлар (протококктарды қоспағанда) адамға ешбір зияны жоқ 0,1ден 0,6 мг/л мөлшерде тіршіліктерін жояды.

Ауыз су мақсатында пайдаланылатын суды тазарту үш этаптан өтеді. Ең алдымен су тұтындырғыштарға түседі, бұл жерде әртүрлі бөліктері тұнады. Медициналық және ветеринариялық тұрғыдан қауіпті организмдермен, ең алдымен безгек таратушы қансорғыштармен, күресу үшін негізінен физикалық, химиялық және биологиялық әдістер қолданылады. Дернәсілдерді жою мақсатында суқоймаларының бетіне керосин не мұнай құяды не болмаса пестицидтер төгеді. Дернәсілдермен биологиялық жолмен күресу үшін суқоймаларына гамбузия (*Gambusia attinis*) балықтарын жерсіндіреді. Бұл жылысу сүйгіш балықтар масалардың дернәсілдерін сүйсіне жейді. Бұл әдіс жылы жерлерде қолданылады, өйткені гамбузия салқын суларда тіршілік ете алмайды. Осы сияқты суқоймаларына өсімдікқоректі балықтарды жібереді, бұл фитофагтар арасында масалардың жаппай өніп-өсетін макрофиттерді жояды.

Биологиялық кедергімен күресудің экологиялық негіздері. Адамдарға су мекендеушілерінің әртүрлі зияны болуы мүмкін. Қауіпті гидробионттар адамға және үй жануарлар үшін суқойманың санитарлық жағдайын нашарлатады, су өткізгіш каналдардың, гидротехникалық құрал-жабдықтардың қолданылуын қиындатады.

Маңызды кедіргіні, әсіресе кеме қатынасында, қаптап өсуші организмдер-перифитондар тудырады. Теңізде ең негізгі қаптап өсушілер

мұртаяқты шаянтәрізділер - *Balanus*, моллюскалар- *Mytillus*, *Dreissena*, және көпқылтанды құртар - *Nereis* болады. Бұлар навигацияға кедергі келтіреді. Шаянтәрізділер—*баллянус* (ең жаппай қаптап өсуші организмдер) кемеңің түбінің үстінгі қабатын кедір-бұдырлы жасап, оның қозғалуын 16%, тіпті қалың болып өскенде 50%-ға төмендетеді. Қаптап өсушілер гидроакустикалық құралдардың тиімділік жұмыстарын төмендетеді және су жүргізетін құбырларды тоздырушылар болып табылады.

Қаптап өсушілер су ағатын әртүрлі түтіктердің қабырғаларын бітеп, ауыз судың сапасын төмендетеді. Олар әртүрлі гидротехникалық құрал-жабдықтарға да зиян келтіреді. Әртүрлі электростанциялық құрал-жабдықтарға өте көп мөлшерде *дрейсена* моллюскалар қоныстанады. Көптеген электростанциялар су ағатын түтіктерін және торшаларын бақалшақтан тазарту үшін өздерінің турбогенераторлы қондырғыларын амалсыздан қайта-қайта өшіріп қояды.

Қаптап өсушілердің түрі және дәрежесі субстраттың тұрған орнына, судың ағысына, температурасына және басқада факторларға тәуелді. Судың ағысы артқан сайын үстінгі қабатында қаптап өсіп тұратын организмдердің құрамы азаяды. Ең алдымен бекініп отырған жануарлардың арасында еркін қозғалып тұратын және еркін жүзіп жүретін формалар судың ағысымен шайылады. Судың ағысы күшейген сайын әлсіз бекінген организмдерді жұлып әкетеді. Судың ағысы 0,5 м/с болғанда бекініп отыратын *баллянус* шаянтәрізділердің дернәсілдері тіпті бекіне алмай қалады.

Қаптап өсушілерден қорғау әртүрлі жолмен жүзеге асырылады. Кеме қатынасында ең маңыздысы құрамында сынап пен мыс бар улы бояулармен кемеңің түбін сырлайды, ол едәуір қаптап өсушілердің қаптауын төмендетеді. Кемеңің түбі өте қаптап өссе, оның түбін қырып тазартады.

Суқоймаларды, әсіресе суландыратын каналдарды, пайдаланғанда негізгі кедіргіні макрофиттер келтіреді. Әсіресе каналдардың тасты қаптауыштарын мүк қаптап кетеді. Механикалық және химиялық әдістермен - гербицидтер мен пестицидтерді қолдану арқылы өсімдіктерді жойып отырады. Каналдарды шөп басумен күресетін ең тиімді жол, ол өсімдікқоректі балықтар - макрофагтар және альгофагтар өсіру болып табылады.

Суқоймаларының гүлденуімен күресуге қол жеткізу ең алдымен биогендердің түсуін азайту, оның аэрациясын жақсарту және термофикацияның алдың алудың шаралары болып табылады. Егер эвтрофикацияның алғышарты жойылмайтын болса, онда гүлденудің басылуына химиялық, биологиялық және механикалық әдістермен қол жетуге болады. *Ақ амур* мен *ақ дөңмаңдайлар* эвтрофикациямен күресетін ең

тиімді нысандар (объектілер) болып есептеледі. Олар өздерінің сүзгіш аппараттарының көмегімен барлық балдырлар мен цианобактерияларды сүзіп жейді. Гүлденуімен күресудің тағы бір әдісі - балдырларды механикалық жолмен алып тастау. Қырып алынған балдырлар ауыл шаруашылығы жануарлары үшін жемдік концентрациясы өндірісінде шикізат ретінде қолданылады.

Гидросфераны қорғаудың экологиялық негіздері. Гидросфераны ластанудан қорғау- қазіргі уақыттағы маңызды экологиялық мәселердің бірі. Суды қорғау деп табиғи ресурстарды толықтай қолдануға қабілетті болатын қызметті түсінеді. Оның бір-бірімен тығыз байланыста болатын үш аспектісі бар: су қолдануды оңтайландыру, су пайдалану және гидроэкожүйелердің жағдайы. Осы үш аспект ең бірінші судың ластануын болжайды.

Қазіргі таңда ластанудан қорғаудың негізгі формасы- тұрмыстық, ауыл шаруашылықтық, коммуналдық және өндірістік қалдық суларды тазарту. Айта кету керек, оларға деген шектеулі рұқсат етілген концентрацияны (ШРК) адам денсаулығын, өндірістік гидробионттарды және жалпы экосистеманы қорғайтындай етіп қояды. Осылармен қатар, суқойманың өзіндегі судың әртүрлі токсинділікке арналған суқойманың ластану биоиндикациясы және токсикологиялық бақылау арқылы судың сапасын бағалайды. Ластануды ескертетін радикалды іс-шараның бірі суқоймаға белгілі бір ластаушы заттарды тастауды болдыртпайтын барлық өндірістердің технологияларын қайта құру, яғни қалдықсыз технология болып табылады. Ластанумен күресудің негізгі формасы - бір өндіріс шеңберінде бір суды қайталап қолдану, сондай-ақ белгілі бір кәсіпорынның қалдық суын келесі бір кәсіпорынды сумен қамтамасыз етуге қолдану.

Жоспарланған гидроқұрылыстар үшін өзен ағысын реттеу және қайта бөлу, суқоймадан үлкен көлемдегі суды суландыруға және басқада мақсаттарға бағытталған нәтижелерді экологиялық бағалау қиындау.

Табиғатты қолданудың қауіпті нәтижелерін болдырмау үшін ең алдымен өз уақытында биогидросфера жайлы нақтылы түсінік болуы керек және оның ластану дәрежесі мен зардаптарын білу керек.

Қазіргі таңда біртекті келісіммен мемлекетаралық бағдарлама бойынша халықаралық жүйе жұмыс жасайды. Биосфераның, соның ішінде гидросфераның, жағдайын қадағалайтын қызмет-ғаламдық мониторинг жүйесі ұйымдастырылған. Ол көптеген көрсеткіштер бойынша, әсіресе биологиялық көрсеткіштері бойынша жұмыс жасайды. Суқоймаларының гидробиологиялық мониторингінің мәліметтері адамдарды сулы ортаның қауіпінен қорғау бойынша әлеуметтік іс әрекеттердің оңтайландардың негізі болып табылады.

Суқоймаларының ластануының биологиялық индикациясы.

Суқоймаларының ластану деңгейін бағалау екі жоспарда жүзеге асады. Оның біреуі-ауызсудың сапасын төмендетуге мүмкін болатындарды анықтаумен байланысты болса, ал екіншісі-су экожүйесін қорғаумен, деградация (нашарлау), су сапасын биологиялық қалыптастыру және гидросфераның гомеостазымен байланысты. Гигиенистер мен гидробиологтардың жүргізетін зерттеулері суқоймаларының ластануында туындайтын ортақ мәселелерді шешкен кезде бірін-бірі толықтырады.

Ластанудың гидробиологиялық индикациясында физико-химиялық (судың мөлдірлілігі, қалқымалы заттардың саны, еріген газдар мен басқа заттардың концентрациясы және т.б. анықтау) әдістерді қолданады. Физико-химиялық сипаттамалар тез байқалады және нақты сандармен сипатталады, бірақ осы және басқада ластануларға экожүйенің әрекеті не мүмкін болатын әрекеті деген сұраққа тікелей жауап бермейді. Оған қарағанда, нақты экосистеманың өзінің жағдайын есепке алуға негізделген биологиялық индикацияны қолдану тиімдірек. Әйтседе, оны қолдану қажетті деген зерттеулердің қиындығымен шектеледі. Биоиндикацияның алуантүрлі әдістері организмдік, популяциялық және биоценоздық деңгейлерде дайындалады және алынған мәліметтер талданады.

Организмдік деңгейде ластанған суқоймалардың ластануын, әсіресе олардың интоксикациясын, ең алдымен, олардың морфологиялық және физиологиялық критерияларын қолдану арқылы жүргізеді. Созбалы интоксикация жағдайында құбыжық формалардың туылуы, особьтардың өсу қарқыны мен тұқымдылығының төмендеуі жиі бақыланады. Ластану әсер еткенде алмасу деңгейі өзгереді, қоректі сіңіру тиімділігі және өсуге пайдаланылатын қоректі тұтыну деңгейі төмендейді. Орта жағдайының нашарлауы особьтардың мінез-құлқы арқылы да байқалады. Токсиканттары бар ортада шашақмұртты шаяндар өзінің өсі бойынша немесе спираль бойынша қозғалады. Коловраткалар токсиканттар әсер еткенде анабиозға тап болады, қоректенуін тоқтатады, ұзыннан серейеді немесе жиырылып алады. Бүйірмен жүзушілер аз қозғалады, хирономидтердің дернәсілдері ұзарып, су түбінде қозғалмай жатады. Организмдердің токсикантқа сезімталдылығы температура көтерілген сайын артады.

Суқойманың ластану деңгейін популяция жағдайымен бағалау олардың құрылымындағы өзгерістерді және популяцияішілік өзара әсерлерді табуға негізделген. Себебі жас особьтар ересектеріне қарағанда интоксикацияға жоғары деңгейде сезімтал және ластану неғұрлым артқан сайын олардың популяциядағы мәні төмендейді. Ластанудың әсері популяцияның жыныстық құрамына әсер еткенде аталықтарының саны

артады, бұл ұрпақтың тіршілік қабілеттілігін арттыруға бағытталған бейімдеушілік. Деседе айта кетер бір жай метагенетикалық жолмен көбейетін популяциялардың партеногенезден қос жыныстылыққа көшуі және тыныштық күйдегі жұмыртқа салуы-тіршілік ортасының жағдайы нашарлағанда болатын әдеттегі әрекет. Ластану кезінде популяцияларда ергежейлі аталықтар пайда болады. Ластану әсер еткенде туылу төмендейді, өлім-жітім артады, нәтижесінде популяцияның саны мен биомассасы төмендейді.

Биоценоздық деңгейде ластану индикациясы алуантүрлілікті талдау барысында қауымдастықтың трофтық және түрлік құрылымын анықтауға негізделген. Токсикологиялық стресс қауымдастықтағы шыдамдылығы төмендердің санын азайтады, нәтижесінде биоценоздың алуантүрлілігі төмендейді. Трофикалық құрылымның қарапайымдалуымен бұл көрсеткіш төмендеуі күшейе береді және мұнда аздаған қоректік тізбектер басымдылық көрсетеді. Бірақ голозойлылардың рөлі төмен болады. Тізбектердің орын ауысуы жүреді, ыдырау тізбегі басым болып, деструкция өнімділіктен, ал анаэробтылық аэробтылықтан басым болады.

Биоценоздық деңгейде ластану биоиндикациясының негізгі формасы қауымдастықтың түрлік құрамын және экологиялық параметрлері сәйкес келетін жекелеген организмдерді есепке алу болып табылады.

Р. Кольквиц және М. Марссон (1902-1908 ж.ж.) судың ластану деңгейін бағалау жүйесін ұсынды. Олар ластану дәрежесін классификациялау үшін көрсеткіш организмдердің болуын қолданған. Кольквиц-Марссон классификациясы сапробтылық жүйе деген атқа ие болды. Лас ортада тіршілік ететін көрсеткіш организмдерді сапробионттар (гректің *sapros-шірік* деген сөзінен шыққан) деп атаса, тек таза сулы ортада тіршілік ететін көрсеткіш организмдерді катаробионттар (*kathoros* гректің *таза* деген сөзінен шыққан) деп атаған. Кольквиц және Марссонның шкаласы бойынша сапробионттар үш топқа бөлінеді: *полисапробионттар* - қатты ластанған сулардың организмдері; *мезосапробионттар* - орташа ластанған сулардың организмдері; *олигосапробионттар* - әлсіз ластанған сулардың организмдері;

Органикалық заттармен ластанған суқоймаларды қазіргі кезде де Кольквиц пен Марссонның жүйесін қолданады, ол тұрақты түрде түзетіледі және қосымшалар енгізіледі.

Органикалық заттармен қатты ластанған полисапробты суқоймаларда оттегі мүлдем болмайды, детриттердің мөлшері көп болады, қалпына келу процестері жүріп жатады. Полисапробты ортада мекендеушілердің алуантүрлілігі аз болады, деседе жекелеген түрлердің саны көп болуы

мүмкін. Бактериялардың зооглеялары жаппай дамиды. Полисапробты зонада қарапайымдылардың түрі көп: кірпікшелі инфузория *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum* және басқалары көптеп кездеседі. Саркодалылардың арасынан жалаңаш амеба *Ameba guttulla*, *Pelomyxa palustris* және бақалшақты амебалар дамиды. Өсімдіктекті және жануартекті талшықтылардың да саны көп. Аталған қарапайымдылардың әрқайсысы жаппай дамиды.

Мезосапробты суқоймада ластану әлсіз байқалады: ыдырамаған белоктар жоқ, күкірттісутек және көміртек диоксиді аз, оттегі бар, бірақ суда әлсіз қышқылданған азоттық байланыстар аммиак, аминқышқылдары және амидоқышқылдар бар. Мезосапробты сулар α - және β мезосапробтылар деп бөлінеді. Біріншісінде бос көмірқышқылдар көп болады, деседе оттегі де болады. Альфа-мезосапробты зонада оттегі жетіспеушілігіне және көмірқышқылдың көп мөлшеріне төзімді организмдер болады. Гетеротрофты және миксотрофты қоректенетін өсімдіктекті организмдер көп болады. Ең көп болатын саңырауқұлақтар мен бактериялар. Бұл зонада қарапайымдылардан бекініп тіршілік ететін жұмыр кірпікшелі инфузориялар – *Carchesium polypinum*, *Epistylus plicatilis*, *Vorticella microstoma* және т.б. болады. Саркодалылардан жаппай дамитындар- жалаңаш амебалар («*Limax*» топтарынан), бақалшақты тамыраяқтылар (*Bodo*, *Cerobodo туыстары*) және жасыл талшықтылардың бірнеше туыстары *Euglena*, *Lepocinclis*, *Astasia* және т.б. Альфа-мезосапробты зонаның әдеттегі мекендеушілері коловраткалар (*Brachionus* және т.б.), еркін тіршілік ететін нематодтар, олигохеттер (*Tubifex tubifex* және т.б.), хирономид дернәсілдері (*Chironomus* және *Psychoda* туыстары) кездеседі.

Бета-мезосапробты зона (β) аммиак пен оның қышқыл өнімдері- азот және азотты қышқылдарының болуы шіруді минералдануға жақындатады. Суқоймаларының бұл зонасы өсімдік пен жануарлар әлеміне бай болып келеді және саны жағынан да көп (олигохеттер *Naididae* және *Tubificidae*, моллюскалар және *Chironomidae* тұқымдасының дернәсілдері мен көптеген шаянтәрізділер және балықтар). Көптеген макрофиттер осы жерден өздерінің өсулеріне қажетті оңтайлы жағдайды табады.

Олигосапробты зона таза суларда басымдылық көрсетеді. O_2 көп. Бұл сулардың түрлік құрамы бай, дегенмен саны жағынан басқа зоналармен салыстырғанда аз болып келеді. Таза олигосапробты суқоймалар химиялық жағынан таза суқоймалардан айырмашылығы жоқ, бірақ ол жерде адам іс-әрекетінің іздері болады. Бұл суқоймалардың таза суын қандай мақсатқа, тіпті ауыз су ретінде қолдануға да болады. Ол үшін суды хлорлау немесе озондау жеткілікті.

Су сапасы нашарлаған сайын гидробионттардың алуантүрлілігі азаяды, алайда кейбір түрлердің (*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus*, *Chironomus* туыстарының түрлері) саны көп болуы мүмкін.

Кольквиц -Марссоның сапробтылық жүйесі өздерінің атақты рәсімделген кезінен бастап классикалық болған, бірақ үнемі түзетіледі және гидробионттардың тізімі және судың биологиялық және химиялық сапасы жайлы мәліметтер есебінен толықтырылып тұрады. Кольквиц пен Марссонның жүйесі бойынша сапалық бағалауды сандық бағалауға аударуға болады. 1955 жылы Р. Пантле және Г. Бук сапробтылық индексін есептеп шығаруды ұсынды:

$$S = \sum sh / \sum h$$

Мұндағы: S-сапробтылық индексі, s- түрдің индикатор ретінде маңызы, (s=1 –олигосапробты зонада, s=2 -α-мезосапробты зонада, s= 3-β -мезосапробты зонада, s=4 полисапробты зонада; h= түрөсобьтарының сандық қатынасы: h=1кенеттен табылғандар, h=3 жиі кездесетіндер, h=5 жаппай дамидындар. S=4,0-3,5 – полисапробты зона, S=3,5-2,5 S=2,5-1,5- α және β мезосапробты зонада, олигосапробты зонада 1,5-1 (Семерной, 2008).

Әдістер зообентос құрылымын сипаттауға негізделген. Мысалы, олигохеттер барлық жерде кездеседі және көпшілік суқоймаларының бентосында басым. Олар биоиндикация мақсатында жиі пайдаланылады. Су сапасының индикаторлары, яғни ластануды көрсететін түрлерге –*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri* және *L. udekamianus* особьтары жатады.

Ластанудың әсерін бағалау үшін түрлік алуандылық-организм бар ма әлде жоқ па? көрсеткіштері пайдаланылады. Индекснің шамасы сынама санына және оны алу жиілігінен тәуелді. Планктон мен бентос сынамаларында индикаторлық организмдердің болуы судың ластану дәрежесін анықтау үшін қолданылады. Деседе индикаторлық организмдер бойынша анықтауда жеке түрлер емес, қауымдастық бойынша жүргізіледі. Судың сапасын анықтау зоопланктон (мысалы, Cladocera, Oligochaeta: *Tubifex*, *Limnodrilus* туыстары және Chironomidae: *Chironomus* туысы) көрсеткіштері бойынша анықталады.

Ластануды анықтайтын жақсы әдіс-гидробионттардың дәрежесі бойынша орналастыру арқылы есептеу. Судың сапасы жанама түрде-бағаланатын учаскелердегі организмдердің түрлік құрамының өзгеруін суқоймаларының ластанбаған учаскелерімен салыстыру арқылы анықтайды. Бұл өзгерістің шамасы индикаторлық түрлердің салыстырмалы маңыздылығы, ал ранг қатары бойынша санымен, яғни индикаторлық

маңыздылық қауымдастықта тек белгілі-бір түрдің болуымен ғана емес, сонымен қатар саны бойынша қатынасымен де (биомассасы) бағаланады.

Токсикологиялық бақылау. Ақаба суларда әртүрлі уытты заттар болады, осыған байланысты ағындарда олардың концентрациясы мен мөлшерінің рұқсат берілген шектен асып кетпеуін тұрақты түрде қадағалап отыру керек.

Суды ластанудан қорғау ережелерінде негізінен концентрацияның рұқсат етілген медициналық шегі, яғни адам денсаулығына қауіпті концентрацияға шектеу қойылады. Кейіннен осындай көрсеткіш үй жануарлар және шаруашылық жағынан маңызды гидробионттар үшін, мысалы, балықтар үшін дайындалды. Алғашқы кезде медициналық және ветеринариялық көрсеткіштер суқоймаларын ластанудан қорғайды деп санады. Балық шаруашылық зерттеулер, балықтардың токсиканттарға бірнеше есе сезімтал екендігін көрсетті. Ластануға көптеген омыртқасыздар да сезімтал болып келеді. Бұл зерттеулер экожүйелер үшін медициналық және ветеринариялық көрсеткіштерге негізделе алмайтынын көрсетті.

Токсикологиялық қадағалау мәселесі өте күрделі, өйткені ластанудың құрылымдық әрі функционалдық көрсеткіштері өте көп. Олар түрлі тірі жүйелерге бірдей емес және түрлі токсиканттарға пайдалану да бірдей емес. Уыттылықты тез әрі шамалап бағалау үшін экспресс-әдіс қолданылады. Әдістің мәні- бір тәулікте немесе бірнеше күнде зерттелетін заттардың түрлі концентрациясында организмдердің тірі қалуын анықтау. Алынған мәліметтер бақылаумен салыстырылады. Тірі қалудың көрсеткіштері ретінде әдетте зерттелетін особьтардың 50 немесе 100% -ң өлімін есепке алады. Бірақ уыттылықты бағалау экспресс-әдістермен рұқсат етілген шекті анықтаудың негізі бола алмайды.

Судағы уытты заттардың концентрациясының рұқсат етілген шегін дайындаудың теориялық негізіне екі биологиялық заңдылық жатады: уытты заттардың әсер етуі тиімділігі оның қарқындылығына пропорционалды және кез-келген биологиялық фактордың әсері табалдырық принципіне бағынады. Осы заңдылықтарға сәйкес гигиеналық нормалаудың негізіне максималды әсер етпейтін дозаның мөлшері алынады.

Зиянды заттардың рұқсат етуші концентрациясының шегін анықтаудың ғылыми негіздемесіне үш белгі есепке алынады: *жалпы санитарлық, органолептикалық және санитарлық-токсикологиялық.*

Концентрацияның рұқсат етілген шегін балық шаруашылығында нормалағанда зияндықтың келесі көрсеткіштері алынады: *жалпы санитарлық, токсикологиялық және шаруашылықтық.* Жалпы санитарлық көрсеткіштерге суқоймаларының трофтылығының өзгеруі, суда еріген оттегі концентрациясының төмендеуі, судың тұздылығы мен температурасының

өзгеруі жатады. Зияндылықтың токсикологиялық көрсеткіштеріне гидробионттарға зиянды заттардың тікелей уыттылық әсері жатады. Зияндылықтың балық шаруашылық көрсеткіштеріне *кәсіптік түрлердің дәмдік сапасының бұзылуы, адам денсаулығына қауіпті мөлшердегі уытты заттардың жинақталуы, ауру қоздырғыштардың жинақталуы* болып табылады.

Өнеркәсіптік, ауыл шаруашылығы және басқа мекемелердің ақаба суларында уытты заттар көп болады. Гидросфераның ластануын шектеу жайындағы кешенді жүйелер шараларына жататындар: қалдықсыз технология дайындау, ақаба суларды тазалау технологиясын жақсарту, су айналымының жабық циклдерін құру. Қалдықсыз өндірісті құрған кезде бірқатар күрделі техникалық, технологиялық және басқа міндеттерді шешуге тура келеді. Қалдықсыз технологияның негізі шикізатты кешенді пайдалану, өйткені өндіріс қалдықтары шикізаттың пайдаланылмаған бөлігі. Цивилизацияның қазіргі этапында қалдықсыз технологияға көшу бұл гидросфераны ластаудан қорғаудың бірден-бір жалғыз жолы болып табылады

Гидробиологиялық мониторинг. Қоршаған ортаны қорғаудың негізгі міндеттерінің бірі - антропогендік фактілердің әсерінен оның өзгерістерін бақылау, яғни биологиялық мониторинг ұйымдастыру. Гидробиологиялық мониторингті ұйымдастыру жалпы биологиялық мониторингтің бөлігі болып табылады.

Мониторинг - қоршаған ортаның жағдайын бақылау, адам қызметінің әсерінен болатын зардаптарды бағалау және болжауды қамтитын мамандандырылған жүйе. Мониторингтің негізгі міндеттері: бақылау және биосфера жағдайын бағалау; ортаның өзгеру себептері мен әсер етуші көздерді анықтау және байқыланатын өзгерістер бағалау.

Гидробиологиялық мониторинг объектісі (нысаны) су экожүйелері болып табылады. Бұл кезде ортаның бұзылуымен қатар ондағы тірі жүйелердің әрекетін бағалау да есептелінеді. Қарастырылатын құбылыстарды бір мезгілде тіркеу олардың өзара байланыстарын талдауды жеңілдетеді және осы негізде болжау мүмкіндіктерін күшейтеді. Әсіресе бақылаудың маңызды бөлігі - гидрожүйенің ластануының биологиялық зардаптарын білу.

Гидробиологиялық мониторинг жүйесінде ақпарат жинаудың негізгі әдістері бақылау және эксперимент болуы тиіс.

Бақылау—биогидросферадағы өзгерістердің таңдап алынған көрсеткіштері бойынша негізгі үрдістерді анықтауға мүмкіндік беретін диагностикалық мониторингтің негізгі формасы болып табылады.

Эксперимент абиотикалық ортадағы өзгерістерді байқалған тенденциялар бойынша, яғни осы тенденциялардың биологиялық зардаптарын болжауға болатын ықтимал жағдайларды зерттеуге мүмкіндік береді. Осылайша, бір мезгілде диагностикалық мониторингпен қатар болжау мониторингі-экологиялық оқиғаларды көре алатын методологиялық негізі - құрылады.

Тірі жүйелерге әсер ететін факторлардың саны және олардың әсеріне жауаптарының саны шексіз. Осыған орай мониторинг бағдарламасында бақыланатын көрсеткіштердің салыстырмалы саны аз болуы керек. Оларды екі категорияға-*функционалық* және *құрылымдық* категориялар деп бөлінеді. Функционалдық көрсеткіштерге уақыт бойынша көрсетіледі, бірақ жеке көрсеткіштердің (өнімділік, деструкция, ассимиляция және басқа көрсеткіштер) өзгерістер жылдамдығы алынады. Құрылымдық көрсеткіштерді (организмдер, популяциялар мен экологиялық қауымдастықтар құрылымы) тіркеу кезеңінде кейбір қызметтердің қорытындысы кіреді.

Функционалдық өзгерістер – сыртқы орта әсерлеріне біршама тез жауап беру. Бұл қайта құрылымдаумен салыстырғанда орта факторларының нормадан өзгеруіне ұзақ әсерлерді сипаттайды. Қысқа циклді жүйелер ұзақ тіршілік ететіндерге қарағанда өзінің құрылымын тез қайта құра алады. Мысалы, суқоймаларындағы бактериялардың саны адамдар суға шомылғаннан кейін айтарлықтай өзгереді. Бұлар экожүйеге әсерлерді сезгіш индикаторлар болып табылады. Ұзақ мерзімді тіршілік ететін популяция ұзақ мерзімді өзгерістерді бағалауда біршама маңызды болып табылады.

Гидробиологиялық мониторингтің нысаны ретінде басқа ортамен (атмосферамен, құрлықпен) қалыптасатын қауымдастық құрамына кіретін топтарды алуға болады. Олар түрлік алуандылығымен, жоғары сандық көрсеткіштерімен ерекшелінеді және бірінші болып сыртқы әсерлермен жолығады және оларға сезімталдығымен жауап береді.

Су экожүйелерінің жағдайларын болжау және олардың өзгеру тенденцияларын анықтау суқоймаларын болашақта тиімді пайдаланудың жоспарлауда маңызды болып табылады. Негізгі жалпы қағидаларды болжаудан басқа бассейннің жеке бөлімдерін және жеке құбылыстардың: пайдалы және зиянды гидробионттардың популяцияларының динамикасы, трофикалық өзара қарым-қатынастар және басқа да гидробиологиялық көрсеткіштерді де енгізу керек.

Мониторинг әдістерін дайындау су қоймаларында энергия ағынын экожүйелердің құрылымы мен оның барлық трофикалық деңгейде жеке компоненттерін тасымалдайтын заттардың өзгеру балансын бағалауға негізделуі тиіс.

Білімін тексеру сұрақтары:

- 1.Суқоймаларының ластану көздерін сипаттаңыз
- 2.Суқоймаларына токсиканттардың әсерін сипаттаңыз
3. Суқоймаларына пестицидтердің әсерін сипаттаңыз
4. Суқоймаларына радиоактивті заттардың әсерін сипаттаңыз
- 5.Суқоймаларының антропогендік эфтрофикациясын және термофикациясының мәнін түсіндіріңіз
- 6.Суқоймаларының өздігінен тазалану мәнін түсіндіріңіз
- 7.Суды тазалаудың экологиялық негіздерін түсіндіріңіз
- 8.Ауызсумен қамтамасыз етудің экологиялық негіздерін түсіндіріңіз
- 9.Биологиялық кедергілермен күресудің экологиялық негіздерін түсіндіріңіз
- 10.Гидросфераны қорғаудың экологиялық негіздерін түсіндіріңіз
- 11.Суқоймаларының ластануының биологиялық индикациясының мәнін түсіндіріңіз
- 12.Токсикологиялық бақылау және оның түрлерін сипаттаңыз
- 13.Гидробиологиялық мониторинг және оның мәнін түсіндіріңіз

14-тарау. Тақырыптық тестілік тапсырмалар

1.Су экожүйелерін және олардың құрамдас бөлімдерін зерттейтін ғылым:

- 1.ихтиология
- 2.гидрохимия
- 3.гидробиология
- 4.гидротехника
- 5.ихтиогеография

2.Гидробиологияның теориялық негіздері:

- 1.суқоймаларыныңбиологиялық өнімділігін зерттеу
- 2.балықтардың суқоймаларында таралуын зерттеу
- 3.су құрылыстарын орналастыруды зерттеу
- 4.суқоймаларының эвтрофикацияға ұшырау себептерін зерттеу
- 5.гидробионттардың ауруларын зерттеу

3.Гидробиологияның қолданбалы міндеттері:

- 1.планктон мен бентостың өнімділігін анықтау
- 2.таза су мәселелерін зерттеу
- 3.жерсіндірудің биологиялық негіздемелерін дайындау
- 4.аквакультураны кең көлемде зерттеу
- 5.ластанған суларды биоиндикация тәсілімен анықтау

4.Гидробиологияның зерттеу нысандары (объектілері):

- 1.ихтиофаунаның Жер шарында таралған аудандары
- 2.су жануарлары мен өсімдіктердің қауымдастығы
- 3.гидробионттардың тіршілік ортасы
- 4.суқоймаларында жүретін процестер
- 5.гидротехникалық қондырғылар

5.Гидробиологиялық зерттеулердің алғашқы объектілері (нысандары):

- 1.планктон
- 2.бентос
- 3.нектон
- 4.абиссаль
- 5.литораль

6.Алғашқы ғылыми зерттеу ұйымы-Орталық балық шаруашылығы институты ашылған жыл:

- 1.1891
- 2.1901
- 3.1911

4.1921

5.1931

7.Бірінші рет гидробиология кафедрасы ашылған жоғары оқу орны:

1.Мәскеу университеті

2.Киев университеті

3.Петровский ауыл шаруашылығы Академиясы

4.Петроград университеті

5.Қазақ мемлекеттік университеті

8.Алғашқы «Общая гидробиология» оқулығының авторы:

1.Зернов С.А.

2.Жадин В.И.

3.Дерюгин К.М.

4.Правдин И.Ф.

5.Никольский Г.В.

9.Жағасында ССРО Ғылым Академиясының «Борок» биостационары орналасқан жасанды суқойма:

1.Днепропетровск

2.Рыбинск

3.Цимлянск

4.Братск

5.Соловецк

10.Түптік қабатта жүретін микробиологиялық құбылыстарды зерттеудің тамшылы микроскопия әдісін ашқан ғалым:

1.Баранов И.В.

2.Родина А.Г.

3.Винберг Г.Г.

4.Зинкевич Л.А.

5.Перфильев Б.В.

11.Каспий теңізін жан-жақты зерттеген ғалым:

1.Книпович Н.М.

2.Ливанов Н.А.

3.Державин А.Н.

4.Вагнер Н.Н.

5.Габе Д.Р.

12.Азов (Азау) теңізінен Каспий теңізіне алғаш әкелінген омыртқасыз:

1.мизидалар

2.циклоптар

3.артемиялар

4.нереистер

5.жылғалылықтар

13.Арал теңізінде жерсіндірудің алғашқы жылдарында өте қарқынды өсіп, кейіннен саны азайып, жойылып кеткен балық:

1.танабалық (бұзаубас балық)

2.Балтық салакасы

3.Каспий қаязы

4.Еділ майшабағы

5.өзен камбаласы

14.Арал теңізі мен оның фаунасына арналған монография авторы:

1.Бэр К.М.

2.Солдатов В.К.

3.Шмидт П.Ю.

4.Бражников В.К.

5.Берг Л.С.

15.Қазақстанда Бүкілодақтық балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының Арал тұрақты станциясы ашылған жыл:

1.1921

2.1929

3.1939

4.1949

5.1959

16.Қазақстан Ғылым Академиясы Зоология институтында ихтиология және гидробиология секторында (кейіннен бөлім) қызмет жасаған гидробиологтар:

1.Малиновская А.С.

2.Тэн В.А.

3.Крупа Е.Г.

4.Хусаинов Н.М.

5.Курмангалиева Ш.Г.

17.Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтында табиғи және жасанды суқоймаларында ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізген гидробиологтар:

1.Шарапова Л.И.

2.Фаломеева А.П

3.Амиргалиев Н.А.

4.МатмуратовС.А.

5.Айнабаева Н.С.

18.Қазақстанда ихтиология және гидробиология кафедрасы алғаш ашылған жоғары оқу орны:

1. қазіргі Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ
2. қазіргі Қазақ ұлттық аграрлық университеті
3. қазіргі С.Сейфуллин атындағы агротехникалық университет
4. қазіргі Жәңгір-хан атындағы агротехникалық университет
5. қазіргі Досмұхамбетов атындағы Атырау университеті

19.әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-ң ихтиология және гидробиология кафедрасының алғашқы меңгерушісі, гидробиолог:

1. профессор Митрофанов В.П.
2. профессор Хусаинова Н.М.
3. доцент Фаламеева А.П..
4. доцент Сидорова А.Ф.
5. доцент Смирнова В.А.

20. Гидробиология ғылымының Қазақстанда дамуына үлес қосқан гидробиологтар:

1. Ибрашева С.И.
2. Маилова Р.Х.
3. Минсаринова Б.Х.
4. Бәйімбет Ә.А.
5. Көбегенова С.С.

1. Гидробионттардың тіршілік ортасының физико - химиялық жағдайлары

1. Судың тығыздылығы 1 г/см³ болатын температура:

1. 3⁰ С
2. 4⁰ С
3. 10⁰ С
4. 15⁰ С
5. 0⁰С

2. Беттік тартылыс коэффициенті суда тең болады:

1. 30 эрг/см²-қа
2. 42 эрг/см²-қа
3. 65 эрг/см²-қа
4. 76 эрг/см²-қа
5. 82 эрг/см²-қа

3. Беттік тартылыс коэффициенті глицеринде тең болады:

1. 30 эрг/см²-қа
2. 42 эрг/см²-қа
3. 65 эрг/см²-қа

4.76 эрг/см²-қа

5.82 эрг/см²-қа

4. Беттік тартылыс коэффициенті аммиакта тең болады:

1.30 эрг/см²-қа

2.42 эрг/см²-қа

3.65 эрг/см²-қа

4.76 эрг/см²-қа

5.82 эрг/см²-қа

5. Бір грамм Н₂О буланғанда сіңірілетін жылу мөлшері:

1.339 кал

2.439 кал

3.539 кал

4.639 кал

5.739 кал

6. Жұмсақ грунт:

1. пелиттер

2. селиттер

3. алевриттер

4. қиыршық тас

5. жұмыр тас

7. Қатты грунт:

1. құм

2. сазбалшық

3. майлы лай

4. қиыршық тас

5. кесек тас

8. Стеноэдафикалық түрлер:

1. литофилдер

2. псаммофилдер

3. пеллафилдер

4. эвриэдафилдер

5. араласфилдер

9. Тұщы судағы тұз мөлшері:

1. 0-0,5‰

2. 5‰

3. 18‰

4. 30‰

5. 40‰

10. Тұздылау судағы тұз мөлшері:

1.0-0,5‰

2.40‰

3.5‰

4.30‰

5.5-30‰

11. Теңіз суындағы тұз мөлшері:

1.0-0,5‰

2.30‰

3.0,5-5‰

4.5-30‰

5.40-50‰

12. Өте тұзды судағы тұз мөлшері:

1.0-0,5‰

2.0,5-5‰

3.40‰-дан астам

4.30-40‰

5.5-30‰

13. Су қозғалысының тікелей маңызы:

1. пелагикалық организмдерді горизонталь бағытта тасымалдау

2. пелагикалық организмдерді вертикаль бағытта араластыру

3. грунттан бентосты организмдерді шаю

4. оттегі мен қоректі тасымалдау

5. метаболиттерді әкету

14. Су қозғалысының жанама маңызы:

1. оттегі мен қоректі тасымалдау

2. метаболиттерді әкету

3. пелагикалық организмдерді горизонталь бағытта тасымалдау

4. пелагикалық организмдерді вертикаль бағытта араластыру

5. грунттан бентосты организмдерді шаю

15. Биолюминесценцияның биологиялық маңызы:

1. миграция жасауға көмектесу

2. басқа жынысты дараны еліктіру

3. қорғаныштық

4. баспанасын табу

5. қорегін аулау

16. Күн жарығы мүлдем өтпейтін зона:

1. афотикалық

2. дисфотикалық

3. эвфотикалық

4.атмосфералық

5.тропосфералық

17.Электроцепторларға өте сезімтал су жануарлары:

1.аз қылтанды құрттар

2.моллюскалар

3.көп қылтанды құрттар

4.балықтар

5.дөңгелек ауыздылар

18. Нейтралды суқоймалардың рН шамасы:

1. 3,4-6,9

2. 6,9-7,3

3. 7,3-8,0

4. 8,1-8,4

5. 8,5

19. Теңіз сулардың рН шамасы:

1. 3,4-6,9

2. 6,9-7,3

3. 7,3-8,0

4. 8,1-8,4

5. 8,5

2. Суқоймалары және оларды мекендеушілер

1.Ішкі теңіздерге жататын суқоймалары:

1.Қара теңіз

2.Баренц теңізі

3.Каспий теңізі

4.Ақ теңіз

5.Арал теңізі

2.Шеткі теңіздерге жататын суқоймалары:

1.Баренц теңізі

2.Қызыл теңіз

3.Қара теңіз

4.Карск теңізі

5.Каспий теңізі

3.Мұхиттың континенталды шельф аймағының барлық акватория ауданынан алып жатқан бөлігі:

1.7,6%

2.15,3%

3.24,1%

4.25%

5.28%

4.Мұхиттың континентік беткейінің барлық акватория ауданынан алып жатқан бөлігі:

1.7,6%

2.15,3%

3.24,1%

4.25%

5.28%

5.Мұхиттың табанының барлық акватория ауданынан алып жатқан бөлігі:

1.3,6%

2.4%

3.7%

4.8%

5.77,1%

6.Мұхит суларының вертикаль (тік) бағыт бойынша бөлімдері:

1.жағалау

2.жағалаумаңы

3.үстіңгі

4.аралық

5.сутүбімаңы

7.Экваторлық үстіңгі су қабатының ерекшеліктері:

1.температурасы жоғары

2.тұздылығы төмен

3.тұздылығы жоғары

4.тығыздығы төмен

5.тығыздығы жоғары

8.Тропикалық үстіңгі су қабатының ерекшеліктері:

1.тұздылығы жоғары

2.тұздылығы төмен

3.тығыздығы жоғары

4.тығыздығы төмен

5.температурасы нөлден төмен

9.Полярлық үстіңгі су қабатының ерекшеліктері:

1.температурасы жоғары

2.температурасы 0⁰-тан төмен

3.тұздылығы төмен

4. тұздылығы жоғары

5. су айналымы күрделі

10. Неретикалық - теңіз экологиялық зонасы:

1. 0-200 м-ден терең

2. 200-3000 м-ден терең.

3. 3-7 км -ден терең.

4. теңіз жағалауы

5. теңіздің ашық аймағы

11. Әлемдік мұхиттағы тропикалық температуралық зона:

1. 40° солтүстік және 40° оңтүстік ендік аралығында жатады

2. 40-60 градус солтүстік ендікте жатады

3. 40-60 градус оңтүстік ендікте жатады

4. 50-60 градус оңтүстік ендікте жатады

5. 50-60 градус солтүстік ендікте жатады

12. Әлемдік мұхиттағы бореалдық температуралық зона:

1. 20° солтүстік және 20° оңтүстік ендік аралығында жатады

2. 40° солтүстік және 40° оңтүстік ендік аралығында жатады

3. 40 -60 градус солтүстік ендікте жатады

4. 50 -60 градус оңтүстік ендікте жатады

5. 40-50 градус оңтүстік ендікте жатады

13. Әлемдік мұхиттағы ноталдық температуралық зона...

1. 20 солтүстік және 20 градус оңтүстік ендікте жатады

2. 40 солтүстік және 40 градус оңтүстік ендікте жатады

3. 40 -50 градус солтүстік ендікте жатады

4. 50 -60 градус солтүстік ендікте жатады

5. 40 -60 градус оңтүстік ендікте жатады

14. Гидробионттардың биполярлы кездесуі:

1. тропикалық және бореалдық зоналарда

2. тропикалық және ноталдық зоналарда

3. ноталдық зоналарда

4. бореалдық зоналарда

5. ноталдық және бореалдық зоналарда

15. Шығу тегі жағынан тектоникалық көлдер:

1. Балқаш көлі

1. Зайсан (Жайсан) көлі

3. Көлсай көлдері

4. Байкал көлі

5. Телец көлі

16. Шығу тегі жағынан реликті көлдер:

- 1.Каспий теңізі (көлі)
- 2.Азов (Азау) теңізі (көлі)
- 3.Балқаш көлі
- 4.Марқакөл
- 5.Теңіз

17.Қазаншұңқырларының қалыптасу сипатына қарай бөгілген (тоғанданған) көлдер:

- 1.Алакөл
- 2.Теңіз
- 3.Көлсай
- 4.Есік
- 5.Қорғалжын

18.Эвтрофты көлдерге тән белгілер:

- 1.фитопланктон жақсы дамиды
- 2.литораль жақсы дамиды
- 3.макрофиттер күшті өседі
- 4.биогеңдер суға аз түседі
- 5.оттекке бай

18.Олиготрофты көлдерге тән белгілер:

- 1.түптік лай қабаты күшті
- 2.сутүбі грунты лайлы
- 3.оттекке бай
- 4.су иелдірлілігі жоғары
- 5.фитопланктон аз

19.О.А.Алекиннің классификациясы бойынша өзен сулары:

- 1.гидрокарбонатты
- 2.сульфатты
- 3.хлоридті
- 4.темірлі
- 5.кремнийлі деп бөлінеді.

20.Литореофилділер:

- 1.кірпікшелі құрттар
- 2.ірі олигохеттер
- 3.сүліктер
- 4.қарапайымдылар
- 5.коловраткалар

21.Псаммореофилдер:

- 1.хирономидтердің дернәсілдері
- 2.балықтар

3. майда олигохеттер

4. коловраткалар

5. нематодалар

22. Пелореофилдер:

1. балықтар

2. қосжақтаулы моллюскалар

3. құрсақаяқты моллюскалар

4. сүліктер

5. кірпікшелі құрттар

23. Батпақтардың ерекшеліктері:

1. гумин заттарының көп болуы

2. қышқылдылығы жоғары

3. биогендерге кедей

4. фаунасы бай

5. тұз иондары көп

24. Үңгірлік сулардың ерекшеліктері:

1. фотосинтез қарқынды жүреді

2. кальций ионының концентрациясы төмен

3. жарық түспейді

4. температура салыстырмалы түрде тұрақты

5. оттегі мөлшері аз

25. Лимнобионттар:

1. теңізде мекендейтін жануарлар

2. көлде мекендейтін жануарлар

3. өзенде мекендейтін жануарлар

4. құрлықта мекендейтін жануарлар

5. мұхитта мекендейтін жануарлар

26. Ағысы тез суқоймаларда тіршілік ететіндер:

1. эврибаттылар

2. стенобаттылар

3. реобионттар

4. голобионттар

5. стенотермділер

27. Реофильды жануарлар:

1. біркүндіктердің личинкалары

2. құрсақаяқты моллюскалар

3. ескекаяқты шаянтәрізділер

4. тақтажелбезекті моллюскалар

5. көпқылтанды құрттар

3. Гидробионттардың тіршілік формалары

1. Макропланктонға жататын организмдердің дене мөлшері:

1. 5 см.
2. 5 мм – 5 см
3. 0,5 – 5 мм
4. 50 мкм – 0,5 мм
5. 5 мкм – 50 мкм

2. Мезопланктонға жататын организмдердің дене мөлшері:

1. 5 см.
2. 5 мм – 5 см
3. 0,5 – 5 мм
4. 50 мкм – 0,5 мм
5. 5 мкм – 50 мкм

3. Микропланктонға жататын организмдердің дене мөлшері:

1. 5 см.
2. 5 мм – 5 см
3. 0,5 – 5 мм
4. 50 мкм – 0,5 мм
5. 5 мкм – 50 мкм

4. Макробентосқа жататын организмдердің дене мөлшері:

1. 0,1 мм-ден майда
2. 0,1 мм – 1 мм
3. 1 мм – 2 мм
4. 2 мм-ден ірі
5. миллимикроннан кіші

5. Мезобентосқа жататын организмдердің дене мөлшері:

1. 0,1 мм майда
2. 0,1 мм – 2 мм
3. 2 мм – 4 мм
4. 4 мм ірі
5. миллимикроннан кіші

6. Микробентосқа жататын организмдердің дене мөлшері:

1. 0,1 мм майда
2. 0,1 мм – 2 мм
3. 2 мм – 4 мм
4. 4 мм ірі
5. миллимикроннан кіші

7. Көпқылтанды құрттар жататын тіршілік формалар:

1. зообентос
2. планктон
3. нектон
4. плейстон
5. перифитон

8. Маржан полиптер жататын тіршілік формалар:

1. зообентос
2. планктон
3. нектон
4. плейстон
5. перифитон

9. Тақта желбезекті моллюскалар жататын тіршілік формалар:

1. макрозообентос
2. микрозообентос
3. мезозобентос
4. наннопланктон
5. перифитон

10. Тікентерілілер жататын тіршілік формалар:

1. макрозообентос
2. микрозообентос
3. мезозобентос
4. наннопланктон
5. перифитон

11. Хирономидтердің дернәсілдері (личикалары) жататын тіршілік формалар:

1. макрозообентос
2. микрозообентос
3. мезозобентос
4. наннопланктон
5. фитобентос

12. Ескекаяқты шаянтәрізділер жататын тіршілік формалар:

1. макропланктон
2. мезоопланктон
3. микрозооплантон
4. наннозоопланктон
5. пикозоопланктон

13. Бұтақмұртты шаянтәрізділер жататын тіршілік формалар:

1. макропланктон

2. мезоопланктон
3. микрозооплантон
4. наннозоопланктон
5. пикозоопланктон

14. Коловраткалар жататын тіршілік формалар:

1. макропланктон
2. мезоопланктон
3. микрозооплантон
4. наннозоопланктон
5. пикозоопланктон

15. Балықтар жататын тіршілік формалар:

1. зообентос
2. планктон
3. нектон
4. плейстон
5. перифитон

16. Кальмарлар жататын тіршілік формалар:

1. зообентос
2. планктон
3. нектон
4. плейстон
5. перифитон

17. Сифонофоралар жататын тіршілік формалар:

1. зообентос
2. макрозоопланктон
3. нектон
4. плейстон
5. перифитон

18. Теңіз жаңғақтары жататын тіршілік формалар:

1. зообентос
2. планктон
3. нектон
4. плейстон
5. перифитон

19. Суаршын-қандалалар жататын тірі форма:

1. сестон
2. нектон
3. планктон
4. перифитон

5. плейстон

20. Бекініп тіршілік ететін шаянтәрізділер:

1. мизидалар
2. дафниялар
3. теңіз жаңғақтар
4. ескекаяқтылар
5. креветкалар

21. Балдырлар жататын тіршілік формалары:

1. зоопланктон
2. фитопланктон
3. плейстон
4. сейстон
5. зообентос

22. Бентостың көп дамитын көлдің бөлігі:

1. литораль
2. сублитораль
3. профундаль
4. пелагиаль
5. нейстон

23. Макрофиттер дамитын көлдің бөлігі:

1. литораль
2. сублитораль
3. профундаль
4. пелагиаль
5. нейстон

24. Зообентос өте тапшы, судың түбінде O_2 өте аз болатын суқоймалар:

1. көлдер
2. өзендер
3. батпақтар
4. суқоймалар
5. тоғандар

25. Ескекаяқтылардың дернәсілдері:

1. науплиус, метанауплиус
2. трохофора, метатрохофора
3. велигер
4. глохидий
5. мирацидий

4. Гидробионттардың қоректенуі

1. Гидробионттардың қоректену типтері:

1. автотрофты
2. гетеротрофты
3. миксотрофты
4. қоректенбейді
5. денесімен сіңіру

2. Сүзу аппарат арқылы қорек заттарды табу әдісі...

1. жайылу
2. аулау
3. детритофагия
4. фильтрация (сүзу)
5. тору

3. Қорегін белсенді түрде аулау немесе анду әдісі....

1. жайылу
2. аңшылық
3. детритпен қоректену
4. фильтрация (сүзу)
5. тору

4. Детритпен қоректенетін жануарлар....

1. фитофагтар
2. детритофагтар
3. жыртқыштар
4. сүзгіштер
5. аңшылар

5. Өсімдіктермен қоректенетін жануарлар....

1. фитофагтар
2. детритофагтар
3. жыртқыштар
4. сүзгіштер
5. аңшылар

6. Белсенді сүзгіштерге жататын жануарлар:

1. дафния
2. олигохеттер
3. кальмарлар
4. қарапайымдылар
5. губкалар

7. Седиментация әдісімен қоректенетін жануарлар:

1. дафния
2. олигохеттер

3. кальмарлар
4. карапайымдылар
5. губкалар

8. Жыртқыштар:

1. тақтажелбезектілер
2. олигохеттер
3. кальмарлар
4. ескекаяқтылар
5. губкалар

9. Қорек базасы

1. қоректің қорытылған бөлігі
2. түр популяциясының пайдаланатын қорек мөлшерінің қатынасы
3. кейбір организмдер тобының қорекке пайданатын компоненттерінің жиынтығы
4. организмдер және басқа органикалық заттардың жиынтығы
5. қорек өнімінің көлемі

10. Органикалық затты жаңадан құрастыратындар:

1. фотосинтетиктар
2. гетеротрофтілар
3. сүзгіштер
4. жыртқыштар
5. консументтер

5. Гидробионттардың тыныс алуы

1. Жануарлардың қырылуының себебі:

1. температураның күрт өзгеруі
2. органикалы аттардың концентрациясының өзгеруі
3. суда еріген оттегінің жетіспеуі
4. судың тұщылануы
5. су ағысының жылдамдығының азаю

2. Біркүндіктердің дернәсілерінің тыныс алу мүшелері:

1. желбезек
2. кеңірдек желбезектер
3. өкпе
4. кеңірдек
5. бүкіл денесімен

3. Хирономидтер дернәсілдерінің тыныс алу мүшелері:

1. желбезек

2. кеңірдек желбезектер

3. өкпе

4. кеңірдек

5. бүкіл денесімен

4. 1 атмосферада жағдайында 1 л суда 34 мл O₂ еритін температура:

1. 0⁰C

2. 4⁰C

3. 10⁰C

4. 15⁰C

5. 20⁰C

5. Арнаулы тынысалу мүшелерінен айырылған гидробионттар:

1. коловраткалар

2. моллюскалар

3. остракодтар

4. мшанкалар

5. максиподтар

6. Тынысалудың қолайсыз жағдайында денесін ұзынынан созып, денесінің бетін ұлғайтатын гидробионттар:

1. тікентерілілер

2. олигохеттер

3. моллюскалар

4. шаяндар

5. балықтар

7. Оттек жетіспеген жағдайда денесі мен қармалауыштарын өте күшті созатын гидробионттар:

1. моллюскалар

2. шаяндар

3. гидралар

4. актиниялар

5. тікентерілілер

8. Оттек жетіспеген жағдайда амбулякралды аяқтарын өте күшті созатын гидробионттар:

1. гидралар

2. тікентерілілер

3. мшанкалар

4. балдырлар

5. моллюскалар

9. Дернәсілдерінде газалмасуға барынша кедергі келтіретін эпикутикаласы мүлдем болмайтын насекомдар:

1.біркүндіктер

2.масалар

3.көктемдіктер

4.соналар

5.шыбындар

10.Симбиозды жолмен өсетін балдырлар бөліп шығаратын оттегімен тыныс алатын кейбір гидробионттар:

1.шаяндар

2.ішекқуыстылар

3.құрттар

4.моллюскалар

5.тікентерілілер

11.Әрі сулық әрі ауалық жолмен тынысалушы гидробионттар тіршілік ететін облыстар:

1.тропикалық

2.қоңыржай

3.бореалды

4.ноталды

5.субтропикалық

12.Көк түсті тынысалу пигменті-гемоцианин бар гидробионттар:

1.тікентерілілер

2.басаяқты моллюскалар

3.құрттар

4.гидралар

5.шаяндар

13.Гидробионттардың тынысалу бейімдеушілігі бағытталған:

1.сұйықтықтардың ағынын жылдамдатуға

2.пигменттердің концентрациясын өзгертуге

3.температураны көтеруге

4. сұйықтықтардың ағынын тежеуге

5.тұздылықты азайтуға

14.Гидробионттарда газалмасудың қарқындылығы тәуелді:

1.гидробионттардың орналасуына

2.гидробионттардың таралуына

3.гидробионттардың түріне

4. гидробионттардың жасына

5. гидробионттардың физиологиялық күйіне

15.Гидробионттарда газалмасудың тиімділігіне қол жетеді:

1.су мөлшерінің артуы арқылы

2. оттекті пайдалану дәрежесі арқылы
3. су температурасының көтерілуі арқылы
4. тұздылықтың артуы арқылы
5. жарықтың азаюы арқылы

16. Су түбіндегі майлы лайда (ил) мекендеушілердің арасында оттегі жетіспеуіне шыдамды гидробионттар:

1. жағалау маңында мекендеушілер
2. шөп арасында мекендеушілер
3. құмды ортада мекендеушілер
4. сазды ортада мекендеушілер
5. тасты ортада мекендеушілер

17. Судағы оттектің мөлшерінің төмендеуіне алып келетін қосылыстар:

1. көмір диоксиді
2. хлорлы қосылыстар
3. күкіртті сутек
4. темір қосылыстары
5. метан

18. Жаздық тұншығулар болатын суқоймалары:

1. өзендер
2. тоспа сулар
3. өзендер
4. бұлақтар
5. гейзерлер

6. Гидробионттардың су-тұз алмасуы

1. Гидробионттарда сусызданудан қорғану тиімділігі нашарлайтын жағдайлар:

1. температураның жоғарылауы
2. ауа ылғалдылығының күрт төмендеуі
3. тұздылықтың төмендеуі
4. жарықтың азаюы
5. оттектің жетіспеуі

2. Гидробионттарда эвапорацияны болдырмайтын не баяулататын морфологиялық бейімдеушіліктер:

1. шаянтәрізділердің сауыттары
2. балықтардың қабыршақтары
3. моллюскалардың бақалшықтары
4. насекомдардың кутикуласы
5. гидралардың қармалауыштары

3.Құрғап қалған күйде апта, ай, жыл бойы тіршілігін сақтай алатын гидробионттар:

- 1.тікентерілілер
- 2.коовраткалар
- 3.жұмыр құрттар
- 4.шаяндар
- 5.насекомдардың дернәсілдері

4.Ішкі орта тонусы шамамен қоршаған сыдағыдай болатын көп клеткалы организмдер:

- 1.осмоконформаторлар
- 2.стенотермділер
- 3.эвригалинділер
- 4.оксифилдер
- 5.реофилдер

5.Осмоконформаторлар:

- 1.теңіз гидробионттары
- 2.өзен гидробионттары
- 3.көл гидробионттары
- 4.бұлақ гидробионттары
- 5.тоспа су гидробионттары

6.Осморегуляторлар (реттегіштер):

- 1.теңіз гидробионттары
- 2.өзен гидробионттары
- 3.көл гидробионттары
- 4.бұлақ гидробионттары
- 5.мұхит гидробионттары

7.Бірнеше күн тұшы суда тіршілік ете алатын теңіз гидробионттары:

- 1.теңіз мидиялары
- 2.балянустар
- 3.устрицалар
- 4.көктемдіктер
- 5.жылғалықтар

8.Гипергалинді суларда мекендейтін артемия шаянының күніне ішетін суының мөлшері дене көлемінің:

- 1.10%-ын
- 2.25%-ын
- 3.40%-ын
- 4.60%-ын
- 5.75%-ын **құрайды**

9.Көбіне денесінің беткі қабаты арқылы күкірт қосылыстарын қабылдайтын балықтар:

- 1.тұқытәрізділер
- 2.жыланбалықтар
- 3.бекіретәрізділер
- 4.майшабақтәрізділер
- 5.камбалатәрізділер

10.Дернәсілдері 6-8‰ тұздылыққа шыдайтын балықтар:

- 1.жайын
- 2.сазан
- 3.көксерке
- 4.табан
- 5.ақ амур

7.Гидробионттардың өсуі мен дамуы

1.Гидробионттардың өсуі ұзақтығына қарай:

- 1.шексіз өсу
- 2.изометриялық өсу
- 3.шекті өсу
- 4.анизометриялық өсу
- 5.соматикалық өсу деп бөлінеді

2.Дене мөлшерінің өзгеруіне қарай өсу:

- 1.шексіз өсу
- 2.изометриялық өсу
- 3.шекті өсу
- 4.генеративтік өсу
- 5.аллометриялық өсу деп бөлінеді

3.Гидробионттар өсуінің типтері:

- 1.экспоненциялық
- 2.параболалық
- 3.генеративтік
- 4.сигмоидалдық
- 5.соматикалық

4.Жыныстық жетілгенге дейін организмге түсетін негізгі энергетикалық ресурстар жұмсалады:

- 1.белоктық өсуге
- 2.дене ұзындығының өсуіне
- 3.қор заттардың жиналуына
- 4.зәр заттарын шығаруға

5.серігін табуға

5.Гидробионттардың өсуіне әсер ететін абиотикалық факторлар:

1.трофикалық

2.иерархиялық

3.суда еріген тұздар

4.газ режимі

5.гидродинамика

6.Гидробионттардың өсуіне әсер ететін биотикалық факторлар:

1.трофикалық

2.иерархиялық

3.суда еріген тұздар

4.агонистикалық

5.жарық

7. Түрдің дамуын шектеп отыратын орта факторлары:

1. доминанты

2. шектеуші

3. спецификалық

4. биотикалық

5. абиотикалық

8.Өсудің аллометриясының маңызы:

1.особьтардың дамуында

2.особьтардың көбеюінде

3.особьтардың аман қалуында

4.особьтардың миграциясында

5. особьтардың қырылуында

9.Өсудің гетерогендігінің маңызы:

1.денеде май жинау

2.денеден зәр шығару

3.жыныс өнімдерін шығару

4.тынысты жақсарту

5.ұрпағына қамқорлық жасау

10.Кеуіп қалған суқоймаларының грунтна көмілу арқылы дамуын тоқтатын гидробионттар:

1.балдырлар

2.тікентерілілер

3.шаянтәрізділер

4.моллюскалар

5.губкалар

11.Гидробионттардың дамуы экологиялық тұрғыдан қарағанда:

1. құрылымдардың алмасуымен
2. әртүрлі факторлардың өсу жылдамдылығына әсерімен
3. әртүрлі стадияларда организмдердің тірі қалуға бейімдеушілігімен
4. особьтардың көбею қарқындылығымен
5. особьтардың қырылуымен **сипатталады**

12. Гидробионттардың өте күшті даму жылдамдығын сипаттайтын жағдайлар:

1. трофикалық
2. респираторлық
3. тұздылықтың артуы
4. жарықтың көбеюі
5. ағыс жылдамдығы

13. Биомассасы бір тәулікте 2 есе өсетін гидробионттар:

1. балықтар
2. медузалар
3. бактериялар
4. балдырлар
5. шаяндар

14. Гидробионттар үшін оксиэнергетикалық коэффициенттің орташа мөлшері:

1. 5 Дж/мг
2. 10 Дж/мг
3. 14 Дж/мг
4. 20 Дж/мг
5. 25 Дж/мг

15. Гидробионттардың энергобалансы тұрақты болатын ендіктер:

1. төменгі
2. жоғарғы
3. тропикалық
4. субтропикалық
5. экваторлық

16. Генеративті өсу:

1. салмақтың өсуі
2. ұзындықтың өсуі
3. ассимптотикалық өсу
4. изометриялық өсу

5. жана түзілген сұйық материалды денесінен бөліп шығару

17. Органикалық заттарды құрайтын популяцияның қасиеті...

1. көлем

2. тығыздылық

3. өнім

4. өнімділік

5. тиімділік

18. Моноциклды жануарлар

1. коловраткалар

2. құрсақаяқты моллюскалар

3. хирономидтер

4. ішекқуыстылар

5. губкалар

19. Моноциклды жануарлар

1. жылына аталықтардың бір ұрпағы дамиды

2. жылына аталықтардың екі ұрпағы дамиды

3. жылына аталықтардың көп ұрпақтары дамиды

4. тек партеногенезді жолымен көбееді

5. жыныссыз жолмен көбееді

20. Дициклды жануарлар....

1. жылына аталықтардың бір ұрпағы дамиды

2. жылына аталықтардың екі ұрпағы дамиды

3. жылына аталықтардың көп ұрпақтары дамиды

4. тек партеногенезді жолымен көбееді

5. жыныссыз жолмен көбееді

21. Ациклды жануарлар....

1. жылына аталықтардың бір ұрпағы дамиды

2. жылына аталықтардың екі ұрпағы дамиды

3. жылына аталықтардың көп ұрпақтары дамиды

4. тек партеногенезді жолымен көбееді

5. жыныссыз жолмен көбееді

22. Полициклды жануарлар...

1. жылына аталықтардың бір ұрпағы дамиды

2. жылына аталықтардың екі ұрпағы дамиды

3. жылына аталықтардың көп ұрпақтары дамиды

4. тек партеногенезді жолымен көбееді

5. жыныссыз жолмен көбееді

23. Моноциклділерге жататын гидробионттар:

1. жылына бір ғана аталық ұрпақтары болады

2. жылына екі аталық ұрпақтары болады

3. жылына көп аталық ұрпақтары болады

4. жылына үш аталық ұрпақтары болады

5. партеногенетикалық жолымен көбейетіндер

24. Ациклділерге жататын гидробионттар

1. жылына бір ғана аталық ұрпақтары болады
2. жылына екі аталық ұрпақтары болады
3. жылына көп аталық ұрпақтары болады
4. жылына үш аталық ұрпақтары болады
5. партеногенетикалық жолымен көбейетіндер

25. Вегетативті көбею тән гидробионттар:

1. коловраткалар
2. талшықтылар
3. дафниялар
4. губкалар
5. мұртаяқты шаянтәрізділер

26. Партеногенетикалық жолмен көбейетін гидробионттар:

1. коловраткалар
2. талшықтылар
3. полихеттер
4. асцидиялар
5. мұртаяқты шаянтәрізділер

9. Гидробионттар популяцияларының өніп-өсуі және олардың динамикасы

1. Монотипия және политипия – бұл:

1. түрдің әртүрлі жағдайларда тіршілік етуге бейімделуі
2. түрдің бір рет көбеюге қатысуы
3. түрдің көп рет көбеюге қатысуы
4. түрдің алуантүрлі болуы
5. түрдің әртүрлі қорекпен қоректенуі

2. Организмдердің бір түрінің популяцияға бірігуі:

1. организмдердің саны мен биомассасының өсуіне
2. өлім-жітімге ұшыраудың азаюына
3. туылымның өсуіне
4. қырылуға
5. баспананың жетімді болуына алып келеді

3. Көлемі әртүрлі аудандарды алып жатуына байланысты популяциялар:

1. аралас
2. біртекті
3. жергілікті (элементарлы)

4.экологиялық

5.географиялық деп бөлінеді

4.Таралу аймағының белгілі бір бөлігін алып жататын жеке түр особтарының тобы:

1. қауымдас
2. популяция
3. биотоп
4. биоресурс
5. экосистема

5. Белгілі бір ауданды алып жатқан популяцияның бөлігі:

1. қауымдас
2. популяция
3. биотоп
4. биоресурс
5. экосистема

6. Популяциядағы организмдер санының олар тіршілік ететін кеңістік бірлігіне қатынасының сипаты:

1. көлем
2. тығыздық
3. сыйымдылық
4. өнімділік
5. биомасса

7.Популяцияның саны және биомассасы көрсетеді:

1. көлемін
2. тығыздығын
3. сыйымдылығын
4. өнімділігін
5. биомассасын

8.Популяцияның негізгі параметрлері:

- 1.көлемі
- 2.жасы
- 3.тығыздығы
- 4.орналасуы
- 5.өлім-жітім

9.Популяцияның хорологиялық құрылымы:

- 1.ретсіздік
- 2.жалпыламалық
- 3.біркелкілік
- 4.оқшаулылық

5.шашыраңқылық

10. Популяцияның орта жағдайының өзгеруіне бейімделуі:

1.коректенбеу

2.ұйқыға кету

3.туу

4.семіру

5.өлу

11. Популяцияның генеративтік құрылымы:

1.префертилдік

2.моноциклдік

3.фертилдік

4.постфертилдік

5.полициклділік

12. Популяция ішілік қарым-қатынастар:

1.каннибализм

2.бәсекелестік

3.иерархия

4.симбиоз

5.коменсализм

13. Үйір құру тән:

1.литоралды гидробионттарға

2.абиссалды гидробионттарға

3.пелагикалық гидробионттарға

4.бентосты гидробионттарға

5.суперабиссалды гидробионттарға

14. Топтану тән:

1.литоралды гидробионттарға

2.абиссалды гидробионттарға

3.пелагикалық гидробионттарға

4.бентосты гидробионттарға

5.суперабиссалды гидробионттарға

15. Жыныстық жетілген мизидалардың үйірленуі (үйір құруы):

1. шабуыл жасаудан қорғану

2. жауларынан қорғану

3. көбеюге дайындалу

4. жыртқыштардың бағдарын өзгерту

5. коректену кезінде

16. Теңіз кірпілерінің үйір құруы (үйірленуі)

1. шабуыл жасаудан қорғану

2. қорғаныс
3. көбеюге дайындалу
4. жыртқыштардың қууынан құтылу
5. қоректену кезінде

17. Кальмарлардың үйірінің ыдырап кету кезі:

1. шабуыл жасаудан қорғану
2. қорғаныс
3. көбеюге дайындалу
4. жыртқыштардың қууынан құтылу
5. қоректену кезінде

18. Теңіз балықтарының үйірі....

1. шабуыл жасаудан қорғану
2. қорғаныс
3. көбеюге дайындалу
4. жыртқыштардың қууынан құтылу
5. қоректену кезінде

10. Гидробиоценоздар

1. Толық құрамды биоценоз деп аталады:

1. автотрофтардан тұратындар
2. гетеротрофтардан және автотрофтардан тұратындар
3. гетеротрофтылардан тұратындар
4. биофилтраторлар өкілдері
5. зоопланктонға кіретіндер

2. Популяцияның көбею формалары:

1. цитогения
2. метагенез
3. гетерогония
4. моноциклді
5. полициклді

3. Популяцияның тұқымдылығы:

1. полиспермия
2. гиногенез
3. абсолюттік
4. салыстырмалы
5. нейтралды

4. Ұрықтардың өміршеңдігіне әсер ететін факторлар:

1. респираторлық
2. температуралық

3. қорғаныштық

4. симбиоздық

5. комменсализм

5. Өсімдіктер қауымдастығы:

1. ихтиоценоз

2. зооценоз

3. фитоценоз

4. сапротроф

5. геоценоз

6. Балықтар қауымдастығы:

1. ихтиоценоз

2. зооценоз

3. фитоценоз

4. сапротроф

5. геоценоз

7. Тек қана суда тіршілік ететін гидробионттар:

1. амфибионттар

2. эврибионттар

3. стенобионттар

4. гологидробионттар

5. галобионттар

8. Гидроидты полиптердің тіршілік циклі:

1. метагенез

2. гетерогония

3. цитогония

4. партеногенез

5. гипогенез

9. Бұтақмұртты шаянтәрізділердің тіршілік циклі:

1. метагенез

2. гетерогония

3. цитогония

4. спорогония

5. гипогенез

10. Бір-біріне өзара әсер етпейтін популяциялардың қарым-қатынасы:

1. нейтрализм

2. бәсекелестік

3. комменсализм

4. симбиоз

5. паразитизм

11. Бір түрдің ресурстарын пайдаланатын бірнеше түрлердің популяцияларындағы особтар арасындағы күрес:

1. нейтрализм.
2. бәсекелестік
3. комменсализм
4. симбиоз
5. паразитизм

12. Екі популяцияның біреуіне ғана пайдалы, ал екіншесіне зиянсыз бірге мекендеу:

1. нейтрализм
2. бәсекелестік
3. комменсализм
4. симбиоз
5. паразитизм

13. Бір-бірінсіз өмір сүре алмайтын организмдер қарым-қатынасы:

1. нейтрализм.
2. бәсекелестік
3. комменсализм
4. симбиоз
5. паразитизм

14. Симбиозды балдырлар мен губкалар арасындағы қарым-қатынас:

1. жыртқыштық
2. нейтрализм
3. мутуализм
4. комменсализм
5. паразитизм

15. Гидробионттардың макрофиттерді баспана ретінде пайдаланылуы:

1. жыртқыштық
2. нейтрализм
3. мутуализм
4. комменсализм
5. паразитизм

16. Гидробионттардың маржан полиптерін баспана ретінде пайдаланылуы:

1. жыртқыштық
2. нейтрализм
3. мутуализм
4. комменсализм
5. протокооперация

17. Гидробионттар популяциясының саны мен биомассасы динамикасының кезеңдері:

1. минуттық
2. сағаттық
3. тәуліктік
4. маусымдық
5. жылдық

18. Тәуліктік динамика тән гидробионттар:

1. балықтар
2. сүтқоректілер
3. бактериялар
4. бірклеткалы балдырлар
5. қарапайымдылар

19. Планктонды балдырлардың саны мен биомассасының маусымдық динамикасы тәуелді:

1. жарықтың маусымдық өзгеруіне
2. температураға
3. су массасының вертикалды тұрақтылығына
4. судың тұздылығына
5. судың ластануына

20. Зоопланктон популяциясының саны мен биомассасының маусымдық динамикасы тәуелді:

1. жарықтың маусымдық өзгеруіне
2. су массасының вертикалды тұрақтылығына
3. температура ауытқуына
4. жемтіктің болуына
5. балдырлардың жаппай пайда болуына

11. Су экожүйелері

1. Су экожүйелерінің құрлық экожүйелерінен айырмашылығы:

1. жыртқыштар бар
2. фитофагтар бар
3. консументтер бар
4. жемтіктер бар
5. бекінетін жануарлар бар

2. Балдырларда басым болатын органикалық заттар:

1. белоктар
2. майлар
3. целлюлозалар

4.крахмалдар

5.спирттер

3.Көптеген омыртқасыз гидробионттар пайдаланатын кең тараған қоректік объектілер:

1.шаяндар

2.моллюскалар

3.детриттер

4.тікентерілілер

5.бактериялар

4.Маржан рифтері бірлестігінің басымдылығы:

1.күрделі құрылымдықа ие болу

2.алуантүрлілікке ие болу

3.серпімділікке ие болу

4.қарапайым құрлысқа ие болу

5. төзімділікке ие болу

5.Суқоймаларында белокты заттарды ыдырататын организмдер:

1.балықтар

2.балдырлар

3.бактериялар

4.саңырауқұлақтар

5.актиномициттер

6.Фосфорды седиментациялауда басты рөл атқаратындар:

1.тақтажелбезекті моллюскалар

2.балықтар

3.балдырлар

4.медузалар

5.шаяндар

7.Көлдерде H_2S -ң пайда болатын жерлер:

1.оттек болмайтын жерлер

2.тотығу-тотықсыздану потенциалы төмен су қабаты

3.судың беткі қабаты

4.судың пелагиалды қабаты

5.су айдыны

8.Биологиялық көктемнің ерекшеліктері:

1.фитопланктон көп

2.зоопланктон максимумға жетпеген

3.мұз қабаты жұқа

4.жағасында қамыс өскен

5.су температурасы жоғары

9. Биологиялық жаздың ерекшеліктері:

1. биогендер көп
2. жарықтың түсуі максимум
3. су температурасы жоғары
4. биогендер аз
5. су мөлшері өте көп

10. Биологиялық қыс 10-11 айға созылады:

1. экваторда
2. поляр аймағында
3. тропикалық облыстарда
4. субтропикалық облыстарда
5. қоңыржай ендіктерде

12. Су экожүйелерінің биологиялық өнімділігі және оны арттыру жолдары

1. Биологиялық өнім дегеніміз:-

1. жаңадан түзілген биомасса
2. жаңадан ыдыраған қорек
3. жаңадан туылған ұрпақ
4. қорек қоры
5. ресурстық қорлар

2. Алғашқы өнімділік кезінде O_2 -ң қалыптасуы маңызды:

1. суқоймасының аэрациясы үшін
2. ластанған сулардың өздігінен тазалануы үшін
3. сапалы ауызсу алу үшін
4. тұздылықты жою үшін
5. температураны жоғарылату үшін

3. Суқоймаларының бірінші реттік өнімі тәуелді:

1. өсімдіктердің түрлік құрамына
2. тұздылыққа
3. судың оптикалық қасиетіне
4. жарыққа
5. биогендер концентрациясына

4. Алғашқы өнім әдетте төмен болатын суқоймалары:

1. өзендер
2. бөгендер
3. эвотрофты көлер
4. мезотрофты көлдер

5.теңіздер

5.Екінші реттік өнімділікке жататын заттар:

1.коректік ресурстар

2.метаболиттер

3.шырыштар

4.экзувиялар

5.сулар

6.Континенталды суқоймаларындағы кәсіптік маңызы бар организмдер:

1.асцидиялар

2.балықтар

3.шаянтәрізділер

4.моллюскалар

5.медузалар

7.Қазақстанда жерсіндіру жұмыстары оң нәтиже берген гидробионттар:

1.кұбылмалы бахта

2.ақ амур

3.көксерке

4.алабұға

5.таутан

8.Қазақстан суқоймаларында жоспарсыз пайда болған гидробионттар:

1.мекіре

2.шортан

3.амур шабағы

4.Қытай танабалығы (бұзаубасы)

5.абботина

9.Аквакультураны ұйымдастыру формалары:

1.өсіретін шаруашылық

2.тауарлық шаруашылық

3.толық жүйелі шаруашылық

4.ұжымдық шаруашылық

5.кеңестік шаруашылық

10.Лимнокультураны ұйымдастыру формалары:

1.ұжымдық шаруашылық

2.кеңестік шаруашылық

3.бөген шаруашылығы

4.шарбақта балық өсіру шаруашылығы

5.бассейнде балық өсіру шаруашылығы

11.Марикультураның негізгі объектілері:

1.кефалдар

2. тунецтер
3. шортандар
4. көксеркелер
5. жайындар

12. Омыртқасыздар аквакультурасының негізгі объектілері:

1. жылғалықтар
1. көктемдіктер
3. омарлар
4. лангустар
5. крабтар

13. Балдырлар марикультурасының негізгі объектілері:

1. ламинария
2. ундария
3. порфира
4. синура
5. дация

14. Экосистеманың автотрофты сукцессиясы:

1. алуантүрліліктің артуы
2. гетеротрофтылардың санының көбеюі
3. автотрофтылардың санының азаюы
4. автотрофтылар санының көбеюі
5. ұсақ формаларының басым болуы

15. Экосистеманың гетеротрофты сукцессиясы:

1. алуантүрліліктің артуы
2. гетеротрофтылардың санының көбеюі
3. автотрофтылардың санының азаюы
4. автотрофтылар санының көбеюі
5. гетеротрофтылардың санының азаюы

16. Қарапайым органикалық заттардан қорек құрайтын организмдер:

1. фаготрофтар
2. сапрофагтар
3. макроконсументтер
4. продуценттер
5. осмотрофтар

17. Продуценттерге жататын қарапайымдылар:

1. фораминифералар
2. кірпікшелілер
3. күнтәрізділер
4. эвгленалар

5. тамыраяқтылар

18.Суқоймаларының алғашқы өнімділігің құрайтындар:

1. фототрофтылар
2. фитотрофтылар
3. консументтер
4. жыртқыштар
5. гетеротрофтылар

19. Омыртқасыздардың марикультурасына жататындар:

1. устрица, мидиялар
2. хирономидалар
3. дафниялар
4. инфузориялар
5. коловраткалар

20. Балықтардың корегі ретінде қолдан өсіретін жануарлар:

1. мидиялар
2. креветкалар
3. артемиялардың науплиустары
4. крабтар
5. өзен шаяндары

13.Таза су және су экожүйелерін қорғаудың экологиялық аспектілерінің проблемалары

1.Хлорорганикалық пестицидтер:

- 1.ДДТ
- 2.дилор
- 3.метафос
- 4.хлорофос
- 5.карбофос

2.Суқоймаларына адам қызметі нәтижесінде түсетін биогендер:

- 1.азот
- 2.фосфор
- 3.кремний
- 4.темір
- 5.аллюминий

3.Су экожүйелерінің эвтрофикациясының ең маңызды теріс көрсеткіштері:

- 1.оттектің азаюы
- 2.CO₂-ң артуы
- 3.суқойманың гүлденуі

4. жағалау маңын шөп басу

5. макрофиттер қалдықтарымен жағалаудың ластануы

4. Суқоймаларының антропогенді эвтрофикациясы дегеніміз:

1. суқоймаларының мұнай және оның өнімдерімен ластануы

2. судың температурасының көтерілуі

3. өнімділік мөлшерінің деструкция мөлшерінен артық болуы

4. суқоймаларының ауыр металлдармен ластануы

5. суқоймаларының детергенттермен ластануы

5. Гидробионттардың улы заттарды бұзуы және залалсыздандыруы:

1. детоксикациялану

2. тұнықтандыру

3. деструкциялану

4. биоседиментациялану

5. биологиялық детоксикацияландыру

6. Стагнация дегеніміз:

1. Оттектің судан атмосфераға шығуының жылдамдығы

2. Оттектің су қабатына біркелкі таралуы

3. Су массасының тік бағытта айналуының болмауы

4. Судың атмосферадағы оттеппен қанығуы

5. Оттектің тотығу процестеріне жұмсалуды

7. Гомоксигения дегеніміз:

1. Оттектің судан атмосфераға шығуының жылдамдығы

2. Оттектің су қабатына біркелкі таралуы

3. Су массасының тік бағытта айналуының болмауы

4. Судың атмосферадағы оттеппен қанығуы

5. Оттектің тотығу процестеріне жұмсалуды

8. Гидробионттардың токсиканттарға сезімталдығының түсінігі:

1. токсиканттардың ең аз мөлшеріне жауап беру қабілеттілігі

2. түрлі дәрежедегі ластанған ортада тіршілік ету қабілеттілігі

3. улы заттарды жинау қабілеттілігі

4. организмдегі улы заттар мөлшерінің судағы мөлшеріне қатынасы

5. қоректік тізбегіндегі әр түрлі деңгейде организмдегі улы заттың көбеюі

9. Улы заттарға организмдердің тұрақтылығының белгісі:

1. токсиканттардың ең аз мөлшеріне жауап беру қабілеттілігі

2. түрлі дәрежедегі ластанған ортада тіршілік ету қабілеттілігі

3. улы заттарды жинау қабілеттілігі

4. организмдегі улы заттар мөлшерінің судағы мөлшеріне қатынасы

5. қоректік тізбегіндегі әр түрлі деңгейде организмдегі улы заттың көбеюі

10. Жаппай қаптаушылар (жабысушылар):

1. құрсақаяқты моллюскалар
2. біркүндіктердің личинкалары
3. желбезекаяқты шаянтәрізділер
4. дрейссеналар
5. коловраткалар

11. Санитарлы тазалаушылар мен басқа жануарлар арасындағы өзара қарым-қатынас:

1. жыртқыштық
2. нейтрализм
3. мутуализм
4. протокооперация
5. комменсализм

12. Жинақтау коэффициенті дегеніміз:

1. токсиканттардың ең аз мөлшеріне жауап беру қабілеттілігі
2. түрлі дәрежедегі ластанған ортада тіршілік ету қабілеттілігі
3. улы заттарды жинау қабілеттілігі
4. организмдегі улы заттар мөлшерінің судағы мөлшеріне қатынасы
5. қоректік тізбегіндегі әр түрлі деңгейде организмдегі улы заттың көбеюі

13. Суқоймаларына биогендердің түсу процесі:

1. термофикациялану
2. эвтрофикациялану
3. деструкциялану
4. депрессиялану
5. қайта өрлеу

14. Биофилтраторлар:

1. ескекаяқтылар, тақтажелбезекті моллюскалар
2. инеліктердің, біркүндіктердің личинкалары
3. басаяқты моллюскалар
4. ішекқуыстылар
5. креветкалар

Студенттердің өзіндік жұмыстары (СӨЖ) үшін ұсынылатын тақырыптар

1. Су мен грунттың физико-химиялық қасиеттері. Судың жылу және жарық өткізу қасиеттері мен табиғи судың құрамындағы заттар
2. Гидробионттардың тіршілік формалары
3. Әлемдік мұхиттағы гидробионттар, олардың алуантүрлілігі және орналасуы
4. Континенталды суқоймаларындағы гидробионттар, олардың алуантүрлілігі және орналасуы
5. Тұщы суқоймаларындағы зоопланктон мен зообентостың басым түрлерінің биологиясы
6. Популяция және оның құрылымы (жастық, жыныстық және генеративтік)
7. Гидробионттардың көбею формалары және қарқындылығы. Популяцияның өсуі және оның жылдамдығы
8. Гидробиоценоздар құрылымы. Гидробиоценоздарда заттар мен энергияның өзгеруі
9. Биоценоздардағы заттар айналымы
10. Су экожүйелеріндегі биологиялық өнімділік-алғашқы және екінші өнім.
11. Әртүрлі географиялық ендіктердегі континенталды суқоймаларындағы екінші өнімділіктің қарқыны мен тиімділігі
12. Негізгі ластаушы заттар, суқоймаларының антропогендік эвтрофикациясы мен термофикациясы және олардың популяциялық-биоценоздық деңгейдегі әсері
13. Суқоймаларының биологиялық өздігінен тазалануының маңызы және гидробионттардың судан грунтқа ластаушыларды тасымалдаудағы рөлі
14. Суқоймаларының ластануының индикациясының физико-химиялық және биологиялық тәсілдері

Студенттердің оқытушымен өзіндік жұмыстары (СОӨЖ) үшін ұсынылатын тақырыптар

1. Су-гидробионттардың тіршілік ортасы: су мен грунттың физико-химиялық қасиеттері. Судың термиялық қасиеттері және тұщы суда мұздың пайда болуы
2. Әлемдік мұхит пен континенталды суқоймаларының эколого-фаунистикалық зоналары және оларды мекендеушілер
3. Пелагиаль мен бенталь организмдері, олардың мекендеу ортасына бейімдеушіліктері, морфологиялық ерекшеліктері
4. Сулық организмдердің қоректенуге бейімдеушіліктері-қорегін ұстау тәсілдері, қоректену спектрлері және қорек талғампаздығы
5. Гидробионттардағы су және тұз алмасудың реттелуі, құрғап кетуден, осмостық сусызданудан қорғану
6. Гидробионттардың әртүрлі иондардың концентрациясын реттеуі-пассивті және активті тұз алмасу
7. Гидробионттардың газалмасуға бейімделушіліктері, газалмасу қарқындылығының сыртқы жағдайларға тәуелділігі
8. Жануарлардың өсуінің жалпы заңдылықтары. Жануарлардағы өсу мен энергия алмасуының өзара байланысы
9. Биологиялық жүйе ретінде популяцияның сипаттамасы: популяция көлемі, популяция тығыздығы, жыныстық және жастық құрылымы, тууы
10. Популяция саны мен биомассасының реттелуі
11. Алуантүрлілік, басым (доминантты) және сирек түрлер, гидробиоценоздарда түрлердің біркелкі орналасуы.
12. Гидробиоценоздардағы популяциялардың тікелей және жанама байланыстары
13. Су экожүйелерінің құрылымдық және функциялық ерекшеліктерінің сипаттамасы.
14. Экожүйелердегі қоректік тізбектер, трофикалық теңдеулер және экологиялық пирамидалар
15. Биохимиялық циклдерге қатысатын заттар, экожүйелерде органикалық заттардың жаңадан түзілуі
16. Экожүйелер өнімділігінің сипаттамасы-алғашқы өнімділік және гидроэкожүйелерде алғашқы өнімділікті шектейтін факторлар
17. Әртүрлі географиялық ендіктердегі континенталды суқоймаларының екіншілік өнім өндіруінің қарқындылығы (темпі) және тиімділігі (эффектілігі)

- 18.Континенталды суқоймаларында гидробионттарды мақсатты және кездейсоқ түрде интродукциялаудың маңызы
- 19.Суқоймаларының экожүйелеріне негізгі ластаушы заттардың, антропогендік эвтрофикация мен термофикацияның әсері
- 20.Пайдаланған суды тазартудың экологиялық негіздері
- 21.Судың биологиялық өздігінен тазаруы және су сапасының қалыптасуы
- 22.Экологиялық мониторинг және биоиндикация. Су сапасын бағалау критериялары

Аралық бақылау сұрақтары

1-Аралық бақылау сұрақтары

1. Гидробиологиялық сынамаларды (пробаларды) жинау құралдары мен әдіс-тәсілдері (методикалары)
2. Судың физико-химиялық қасиеттері.
3. Судағы оттегі мөлшерін анықтау тәсілдері.
4. Судың температуралық қасиеттері.
5. Судың тотығуын анықтау. Судың активті реакциясы, организмдердің рН-қа байланысты таралуы.
6. Су түбінің физико-химиялық қасиеттері.
7. Әлемдік мұхиттің су температурасына сипаттама.
8. Әлемдік мұхиттің экологиялық зоналары және олардың мекендеушілері.
9. Көлдердің бенталды және пелагиалды экологиялық зоналарына сипаттама.
10. Жануарлардың көлде өмір сүру жағдайлары.
11. Планктон құрамының жалпы сипаттамасы. Планктондардың пелагиалда өмір сүруге бейімдеушіліктері
12. Бентос құрамының жалпы сипаттамасы. Бентондардың бенталда өмір сүруге бейімдеушіліктері
13. Пелагобентостың, нейстонның, плейстонның құрамының жалпы сипаттамасы.
14. Жануарлардың өзенде өмір сүруге бейімдеушіліктері.
15. Суқоймалар фаунасының түзілу процесіндегі ортақ заңдылықтар.
16. Гидробионттардың қоректену ерекшеліктері.
17. Гидробионттардың тыныс алу ерекшеліктері.
18. Гидробионттардың су-тұз алмасуы. Ылғалдың бөлінуін азайтуға бейімделу.
19. Су тұздылығының экологиялық мағынасы.
20. Осмостық құрғау және суланудан сақтану жолдары.
21. Гидробионттардың өсуі, өсудің энергетикасы және дамуы.

2-Аралық бақылау сұрақтары

1. Гидробионттардың популяциясының құрамы, популяцияның көлемі мен тығыздылығы.
2. Гидробионттар популяциясын қайта қалыпқа келтіру және олардың динамикасы.
3. Популяцияның ішкілік қарым – қатынасы, саны мен биомассасының динамикасы.

4. Гидробиоценоздардың құрылымы – түрлік құрылымы, трофикалық құрылымы, хорологиялық құрылымы.

5. Гидробиоценоздағы популяциялардың аралық қарым – қатынастары.

6. Алуантүрлілік, басым (доминантты) және сирек түрлер, гидробиоценоздарда түрлердің біркелкі орналасуы.

7. Гидробиоценоздардағы популяциялардың тікелей және жанама байланыстары.

8. Су экожүйелерінің құрылымдық және функциялық ерекшеліктерінің сипаттамасы.

9. Экожүйелердегі қоректік тізбектер, трофикалық теңдеулер және экологиялық пирамидалар.

10. Гидроэкожүйелердегі биогеохимиялық циклдар.

11. Экожүйеде органикалық заттардың жаңадан пайда болуы және экожүйенің энергобалансы.

12. Су қоймаларындағы алғашқы өнімділік және оны бағалау.

13. Су қоймаларындағы продуценттер, консументтер, редуценттер, олардың жалпы сипаттамасы.

14. Су қоймаларындағы екінші өнімділік және оны бағалау

15. Әртүрлі географиялық ендіктердегі континенталды суқоймаларының екіншілік өнім өндіруінің қарқындылығы (темпі) және тиімділігі (эффектілігі).

16. Суқоймалардың ластануы, мұнай және мұнай өнімдері.

17. Суқоймалардың антропогенді ластануы, эвтрофикация, термофикация.

18. Ауызсумен қамтамасыз етудің экологиялық негіздері.

19. Биологиялық кедергімен күресудің экологиялық негіздері

20. Гидросфераны қорғаудың экологиялық негіздері

**«Жалпы гидробиология» пәнінен емтиханның
Бағдарламалық сұрақтары**

- 1.»Жалпы гидробиология» пәні, оның мақсаты мен міндеттері, басқа пәндермен байланысы
- 2.»Жалпы гидробиология» пәнінің даму тарихы, оның қалыптасуына үлес қосқан ғаламдар
- 3.«Жалпы гидробиология» пәнінің Қазақстанда даму тарихы, оның қалыптасуына үлес қосқан Қазақстандық гидробиологтар
- 4.Су-гидробионттардың тіршілік ортасы: су мен грунттың физико-химиялық қасиеттері. Судың жылу және жарық өткізу қасиеттері мен табиғи судың құрамындағы заттар. Судың термиялық қасиеттері және тұщы суда мұздың пайда болуы
- 5.Гидробионттардың тіршілік формалары
- 6.Әлемдік мұхит пен континенталды суқоймаларының эколого-фаунистикалық зоналары және оларды мекендеушілер
- 7.Пелагиаль мен бенталь организмдері, олардың мекендеу ортасына бейімдеушіліктері, морфологиялық ерекшеліктері
- 8.Әлемдік мұхиттағы гидробионттар, олардың алуантүрлілігі және орналасуы
- 9.Континенталды суқоймаларындағы гидробионттар, олардың алуантүрлілігі және орналасуы
- 10.Тұщы суқоймаларындағы зоопланктон мен зообентостың басым түрлерінің биологиясы
- 11.Қазақстан теңіздері және оларды мекендеушілер
12. Қазақстан көлдері және оларды мекендеушілер
13. Қазақстан жасанды суқоймалары және оларды мекендеушілер
14. Тау өзендері және оларды мекендеушілер
- 15.Континенталды суқоймаларында гидробионттарды мақсатты және кездейсоқ түрде интродукциялаудың маңызы
- 16.Биологиялық жүйе ретінде популяцияның сипаттамасы: популяция көлемі, популяция тығыздығы, жыныстық және жастық құрылымы, тууы
- 17.Популяция саны мен биомассасының реттелуі
- 18.Алуантүрлілік, басым (доминантты) және сирек түрлер, гидробиоценоздарда түрлердің біркелкі орналасуы.
- 19.Гидробиоценоздардағы популяциялардың тікелей және жанама байланыстары
- 20.Популяция және оның құрылымы (жастық, жыныстық және генеративтік)
- 21.Гидробионттардың көбею формалары және қарқындылығы. Популяцияның өсуі және оның жылдамдығы

22. Сулық организмдердің қоректенуге бейімдеушіліктері-қорегін ұстау тәсілдері, қоректену спектрлері және қорек талғампаздығы
23. Гидробионттардағы су және тұз алмасудың реттелуі, құрғап кетуден, осмостық сусызданудан қорғану
24. Гидробионттардың әртүрлі иондардың концентрациясын реттеуі-пассивті және активті тұз алмасу
25. Гидробионттардың газалмасуға бейімделушіліктері, газалмасу қарқындылығының сыртқы жағдайларға тәуелділігі
26. Жануарлардың өсуінің жалпы заңдылықтары. Жануарлардағы өсу мен энергия алмасуының өзара байланысы
27. Гидробиоценоздар құрылымы. Гидробиоценоздарда заттар мен энергияның өзгеруі
28. Биоценоздардағы заттар айналымы
29. Су экожүйелерінің құрылымдық және функциялық ерекшеліктерінің сипаттамасы.
30. Су экожүйелеріндегі биологиялық өнімділік-алғашқы және екінші өнім.
31. Әртүрлі географиялық ендіктердегі континенталды суқоймаларындағы екінші өнімділіктің қарқыны мен тиімділігі
32. Экожүйелердегі қоректік тізбектер, трофикалық теңдеулер және экологиялық пирамидалар
33. Биохимиялық циклдерге қатысатын заттар, экожүйелерде органикалық заттардың жаңадан түзілуі
34. Экожүйелер өнімділігінің сипаттамасы-алғашқы өнімділік және гидроэкожүйелерде алғашқы өнімділікті шектейтін факторлар
35. Әртүрлі географиялық ендіктердегі континенталды суқоймаларының екіншілік өнім өндіруінің қарқындылығы (темпі) және тиімділігі (эффектілігі)
36. Негізгі ластаушы заттар, суқоймаларының антропогендік эвтрофикациясы мен термофикациясы және олардың популяциялық-биоценоздық деңгейдегі әсері
37. Суқоймаларының биологиялық өздігінен тазалануының маңызы және гидробионттардың судан грунтқа ластаушыларды тасымалдаудағы ролі
38. Суқоймаларының ластануының индикациясының физико-химиялық және биологиялық тәсілдері
39. Суқоймаларының экожүйелеріне негізгі ластаушы заттардың, антропогендік эвтрофикация мен термофикацияның әсері
40. Пайдаланған суды тазартудың экологиялық негіздері
41. Судың биологиялық өздігінен тазаруы және су сапасының қалыптасуы

- 42.Экологиялық мониторинг және биоиндикация. Су сапасын бағалау критериялары
- 43.Гидробиологиялық сынамаларды (пробаларды) жинау құралдары мен әдіс-тәсілдері (методикалары)
- 44.Судағы оттегі мөлшерін анықтау тәсілдері.
- 45.Судың тотығуын анықтау. Судың активті реакциясы, организмдердің рН-қа байланысты таралуы.
- 46.Популяцияның ішкілік қарым – қатынасы, саны мен биомассасының динамикасы.
- 47.Гидробиоценоздардың құрылымы – түрлік құрылымы, трофикалық құрылымы, хирокологиялық құрылымы.
- 48.Гидробиоценоздағы популяциялардың аралық қарым –қатынастары.
- 49.Алуантүрлілік, басым (доминантты) және сирек түрлер, гидробиоценоздарда түрлердің біркелкі орналасуы.
- 50.Экожүйелердегі қоректік тізбектер, трофикалық теңдеулер және экологиялық пирамидалар.
- 51.Су қоймаларындағы продуценттер, консументтер, редуценттер, олардың жалпы сипаттамасы.

Терминдер түсіндірмесі

Абиссаль (гр. *abyssos*–*түңсіз терең*) – Әлемдік мұхиттың беткейі бойынша 3000-6000м тереңдігіне сәйкес келетін бенталды аймақ.

Абиссопелагиаль (гр. *abyssos*- және *-pelages*-теңіз) – Әлемдік мұхиттың 3000 м-ден 6000-7000 м аралығындағы жатқан су қабаты.

Автохтонды грунт (гр.*autos*-өзім және *chthon*- жер)-суқоймаларында тіршілігі жойылған организмдердің қалдықтарының сутүбіне түсу нәтижесінде пайда болатын грунт (сутүбі топырағы).

Аквакультура-белгілі–бір технология бойынша гидробионттарды өнеркәсіптік өсіру.

Алғашқы сулық жануарлар- эволюциялық дамуы тек сулы ортада өткен формалар (мысалы, балықтар және басқалары).

Аллохтонды заттар (гр.*allos*-*басқа* және *chthon*)- биоценозға сырттан түсетін органикалық заттар.

Апвеллинг-мұхиттың терең қабатындағы судың үстіне қарай көтерілуі.

Аргиллофилдер(гр.*argillos*-*саз* және *phileo*-*ұнатамын*)–сазды жерде орналасатын организмдер.

Аэротенк, аэротанк (гр.*aer*-*ауа* және ағылш.*tank*-*сұйыққойма, бак*)-ақаба суларының биологиялық тазартылуын жүзеге асырылатын қондырғы.

Батиаль (гр.*bathys*-*терең*)-Әлемдік мұхиттың бенталының экологиялық аймағы-материктік беткей (200-500 м-ден 3000м-ге дейінгі терең қабаты).

Батипелагиаль (гр.*bathys*- және *pelages*)-Әлемдік мұхиттың эпипелагиалының төменгі шекарасынан батиалдың төменгі шекарасына дейін жатқан су қабаты.

Бенталь (гр.*bentos*-*тереңдік*)- суқабатымен түйісіп жатқан суқойманың түбі.

Бентос (гр. *bentos*)-грунттың үстінде және оның қабатында мекендейтін организмдердің жиынтығы.

Бентофагтар (гр. *bentos*- және *phagos*–*жалмаушы*)- түптік организмдермен (бентоспен) қоректенетін жануарлар.

Биогендер (гр.*bios*- *тіршілік*)-биосинтез процестерін қамтамасыз ететін минералды тұздардың иондары (иондар жиынтығы судың тұздылығын анықтайды).

Биологиялық детоксикация-эртүрлі уытты заттарды белгілі бір шамада бұзатын немесе зиянсыз ететін гидробионттардың қабілеті.

Биологиялық өнім- өсу және даму барысында гидробионттардың биомассасындағы үздіксіз жаңа түзілістер.

Биологиялық ресурстар- аулау нысандары ретінде пайдаланылатын организмдер.

Биологиялық өздігінен тазалану-органикалық заттарды минералдау, әртүрлі уытты қосылыстарды бұзу және басқа да процестер есебінен тазалану.

Биомасса-бір түрдің дараларының, түр топтарының немесе бүтіндей қауымдастықтың жалпы массасы (зоопланктон мг/м³, зообентос мг/м²).

Биоседиментация-ластаушылардың судан тұнбаға түсуінің биологиялық орын ауыстыру процесі.

Биотоп (гр. *bios*- және *topos* -*тіршілік орны*)- абиотикалық факторларының жағдайлары біртепті белгілі-бір биоценоз орын алған суқоймасының учаскесі.

Бореалды формалар- Әлемдік мұхиттың солтүстік облысын мекендейтін организмдер.

Бриофиллдер (гр.*bryon*- қына және *phileo*-ұнатамын)- қына қаптап өскен субстратта мекендейтін организмдер.

Біріншілік өнім-гидробионт-автотрофтардың тіршілік процесінде неорганикалық заттардан органикалық заттардың биосинтезінің өнімі.

Галобионттар (гр.*hals*-тұз және *bion*-тұратын)- тұщысуларда ешуақытта кездеспейтін, ультрагалинді суқоймаларында мекендейтін формалар.

Галоксендер-25%₀-ге дейінгі тұздылыққа шыдамды, өте үлкен эвригалиндікпен ерекшелінетін әдеттегі тұщысу организмдері.

Галофилдер (гр. *hals*- және *phileo*-)- 100%₀ тұздылыққа дейін мекендейтін тұзсүйгіш организмдердің эвригалинді формалары.

Галофобтар (гр. *hals*- және *phobos*-қорқу)-судың тұздануын көтере алмайтын формалар.

Гетеротопты организмдер (гр.*heteron*-басқа, бөгде, өзге және *topos*)-тіршілік циклінің бір бөлігі ауада, екіншісі сулы ортада өтетін ауалық-сулық организмдер.

Гидробиология (гр.*hydor*-су, *bio*- және *logos*-ғылым) экологияның су экожүйелері және оларды құрайтын компоненттерін зерттейтін бір бөлімі, кешенді биологиялық ғылым.

Гидробионттар-теңіз және континенталды суқоймаларын мекендейтін организмдер.

Гиполимнион (гр.*huro*- асты, астыңғы жағы және *limne*-көл)- көлдің пелагиалының төменгі қабатының экологиялық зонасы.

Гипонейстон (гр. *huro*- және *neustos*-қалқыма)-суқабатының үстіңгі бетінен 5 см-ге дейінгі тереңдікте мекендейтін организмдердің жиынтығы.

Голопланктон (гр. *holos*-барлығы, тұтас және *planctos*-кезеген)- дамудың қимылсыз сатылары (бүршіктер, жұмыртқалар және басқалары) тек

сутүбінде болатын ,ал тіршілігінің барлық белсенді кезеңін су қабатында өткізетін, организмдердің жиынтығы.

Гомеостаз (гомео- және гр.*stasis*-қозғалмау, жағдай) – биологиялық жүйенің өзгерістерге қарсы тұру және оның құрамы мен қасиеттерінің тұрақтылығын сақтау қабілеті

Гомооксигения (гр. *homos*- тең, бірдей)- суқоймаларында оттектің барлық суқабатында біркелкі таралуы.

Денитрификация- тотыққан азот қосылыстарының (нитраттар, нитриттер) газтәрізді азоттық қосылыстарға дейін қалпына келуінің микробиологиялық процесі.

Детергенттер- синтетикалық жуғыш заттар

Детоксикация- гидробионттардың әртүрлі уытты заттарды бұзатын немесе залалсыздандыратын қабілеті.

Детрит (гр.*detritus*-ұнтақталған)-суқоймаларының түбіне тұнған немесе су қабатында қалқып тұрған майда органикалық (шіріген саңырауқұлақтардың, өсімдіктердің, жануарлардың , оларда болатын бактериялардың қалдықтары) бөліктер.

Детритофагтар (гр. *detritus*- және *phagos*–)- детриттермен қоректенетін су жануарлары.

Дистрофты суқоймалары- қоректілігі шамалы тұщысулы көлдер (планктон мен бентос өте кедей, қарашірікке өте бай саяз суқоймалары).

Екіншілік өнім- органикалық заттарды гетеротрофты организмдердің өңдеуінен пайда болатын өнім.

Зообентос (гр. *zoon*-жануарлар және *bentos*-)- теңіздер мен континенталды суқоймаларының түбінде тіршілік ететін жануарлардың жиынтығы.

Зоопланктон (гр. *zoon*- және *planktos*- кезеген -)теңіздер мен континенталды суқоймаларының су қабатында тіршілік ететін жануарлар жиынтығы.

Зоофагтар (гр. *zoon*- және *phagos*–)-басқа жануарлармен қоректенетін жануарлар.

Интродукция- адамның іс-әрекетімен организмдерді жаңа суқоймаларына әкеліп жіберу.

Криль (голл.*kriel*- кішкентай, *түтімдей*)-эвфаузид шаяндарының өнеркәсіптік атауы (әртүрлі теңіз сүтқоректілері мен балықтардың жемі).

Криофилдер (гр.*kryos* - суық және *phileo*-) суықсүйгіш формалар.

Лимнобионттар (гр.*limne*-көл және *bios*-)-көлде тіршілік ететін гидробионттар.

Лимнология (гр. *limne*- және *logos*–)-көлдерді, олардың пайда болуын және онда жүретін физико-химиялық және биологиялық процестерді зерттейтін ғылым саласы.

Лимнокультура (гр. *limne-* және лат.*cultura*–қолдан өсіру)-тұщысу гидробионттарын өсіру.

Литораль (лат. *litoralis-жағалаумаңы*) - су мөлшері азайып не көбейіп тұратын суқоймаларының жағалаумаңы аймағы.

Марикультура (ит.*marina-теңіздік* және лат.*cultura*–)-белгілі–бір технологиялық жүйе бойынша барлық негізгі буындарына бақылау жүргізе отырып теңіз организмдерін өнеркәсіптік өсіру.

Мезосапробты организмдер (гр.*mesos–орташа* және *sapros-шіріген*)-орташа ластанған суқоймаларын мекендеушілер.

Мерогидробионттар-тіршілік циклі жартылай суда, жартылай құрлықта өтетін организмдер (мысалы, имаго кезеңі-құрлықта, дернәсілдері-суда).

Меропланктон-су қабатында тіршілігінің тек белгілі-бір белсенді кезеңінде мекендейтін, басқа уақыттарда басқаша тіршілік ететін организмдер (мысалы, түптік жануарлардың пелагикалық дернәсілдері).

Металимнион- көлдің су массасының температурасының кенеттен өзгертін қабаты (мысалы, эпи- және гиполимнион арасындағы температура).

Миксогалинді немесе **ащылаусулы** (гр.*mixisic-араласу* және *hals-*)-миксогалинді сулар (0,5-5%). Бұлар тұздылық дәрежесі бойынша олигалинді (0,5-5%), мезогалинді (5-18%) және полигалинді (18-30%) деп бөлінеді.

Монофагтар-(гр.*monos-бір* және *phagos*–)-қоректің бір түрімен қоректенетіндер.

Мұхиттық зона- Әлемдік мұхиттың батияль мен абиссаль зоналарының үстінде жатқан бөлігі.

Мониторинг-қоршаған табиғи орта жағдайларын антропогендік әсерінен өзгеруін бақылау, бағалау және болжау жүйесі.

Нейсталь (гр. *nein-жүзу*)- атмосферамен шектесетін судың үстіңгі қабаты.

Нейстон (гр.*neustos-жүзбе*)- теңіз және континенталды суқоймаларының беткі қабатында мекендейтін организмдер жиынтығы (беттің үстіңгі жағында эпинеuston, астында гипонейстон).

Нектон (гр.*nectos-жылжымалы*) ағысқа қарсы тұра алатын және біршама қашықтыққа жете алатын белсенді жүзетін пелагикалық жануарлардың жиынтығы.

Неретикалық зона (гр.*nerites- жағалаумаңы*)-материктік қайран аймағының үстінде жатқан Әлемдік мұхиттың жағалаумаңы.

Нитрофикация- организмдер аммоний ионын нитрит немесе нитрат ионына дейін тотықтындыратын реакциялар тізбегі.

Океанология (гр.*oceanos* және *logos*–)- Әлемдік мұхиттағы физикалық, химиялық, геологиялық және биологиялық процестердің жиынтығын зерттейтін ғылым саласы.

Олигосапробты суқоймалары (гр.*oligo-азсанды* және *sapros-*)-өлі органикалық қалдықтардың толықтай минералдануы жүретін аз ластанған суқоймалары.

Олигосапробтылар (гр. *oligo-* және *sapros-*)-еріген оттегі мөлшері көп, таза немесе органикалық заттармен шамалы ластанған суқоймаларында мекендейтін организмдер.

Олиготрофты суқоймалары (гр. *oligo-* және *trophe-қорек*)-алғашқы өнімділігінің деңгейі шамалы суқоймалары.

Олиготрофтар (гр. *oligo-* және *trophe-*) қоректік заттардың концентрациясы төмен ортада дамиды организмдер.

Олигофагтар (гр. *oligo-* және *phagos-*)- жиынтығы өте шектелген жемдермен қоректенетін жануарлар.

Осмотрофтар (сапрофиттер)- негізінен осмостық жолмен қоректенетін гетеротрофтар (органикалық заттардың ыдырау өнімдері және басқа организмдердің метаболиттерін сіңіретіндер).

Өнім- белгілі бір уақыт аралығында организмдердің биомассасының артуы.

Өнімділік-популяцияның өзінің биомассасын, яғни органикалық заттарды түзу қабілеті.

Пелагиаль (гр.*pelages*)- өсімдіктер мен жануарлар(планктон, нектон) мекендеген суқоймаларының қабаты-биотоп.

Пелофилдер (гр.*pelos- саз, майлы лай* және *phileo-*)-түптік шөгінділер-сазда мекендейтін организмдер.

Перифитон (гр.*peri-айнала* және *phyton- өсімдіктер*)- су қабатында тұрып әртүрлі заттар мен тірі денелерде қоныстанатын организмдер жиынтығы.

Пикноклин- вертикаль (тік) бағыт бойынша су тығыздығының біртекті болмауы.

Планктон (гр.*planktos- кезеген*)- теңіз және континенталды суқоймаларының су қабаттарын мекендейтін, бірақ белсенді қозғалысқа қабілетсіз, болған жағдайда су ағынына қарсы тұра алмайтын организмдер.

Плейстон (гр. *pleus-жүзу*)- денесінің бір бөлігі суда, ал басқасы судың үстінде орналасатын пелагикалық организмдер (мысалы, сифонофоралар).

Полисапробты организмдер-ластану деңгейі жоғары суқоймаларда тіршілік ететін организмдер.

Продуценттер- өндірушілер (фотосинтетиктер және хемосинтетиктер).

Профундаль-көлдің түбі.

Псаммофилдер (гр.*psammos- құм, лай* және *phileo-*)-құмда, лайда тіршілік ететін организмдер.

Рапа- өте күшті тұзды көлдер мен теңіз лимандарындағы судың тұзбен аса қанығуы

Редуценттер- ыдыратушылар (тікелей продуценттер немесе олардың ыдырау өнімдерімен қоректенушілер).

Реофилдер-реобионттар (гр.*rehos-* ағыс және *phileo-*)- ағысты суларда-өзендерде мекендеуге бейімделген организмдер.

Сапробтылық (гр. *sapros-шіріген*)-суқойманың органикалық заттармен ластануы: *полисапробты суқоймалары*-оттек мүлдем болмайтын, суда ыдырамаған белоктардың болуымен күкіртті сутек пен көміртегінің қостотығыны біршама болуымен ерекшелінетін суқоймалары; *мезосапробты суқоймалары*- органикалық заттармен ластануы шамалы, ыдырамаған белоктар жоқ, күкіртті сутек пен көміртегінің қостотығының мөлшері шамалы оттек біршама бар суқоймалары; *олигосапробты суқоймалары*- күкіртті сутек жоқ. Көміртегінің қостотығы аз, оттек мөлшері жоғары, еріген органикалық заттар жоқтың қасы суқоймалары.

Сапрофиттер-органикалық заттардың ыдырау өнімдерін және басқа организмдердің метоболиттерімен, негізінен, осмостық жолмен қоректенетін организмдер.

Седентарлы формалар- орнын ауыстырмай, грунтта жататын организмдер.

Седиментация (лат.*sedimentum-тұнбаға түсу*)-қоректік қалқымалардың тұнбаға түсуі (кірпікшелердің, жіпшелердің, қармалауыштардың қозғалыстары қалқыма бөліктер тұнбаға түсіруге жағдай жасайды).

Сессилді формалар- бекінген формалар.

Сестон (гр.*sestos-шашыраған*)- судағы қалқыған неорганикалық және органикалық бөліктердің (детрит) және майда планктонды организмдердің жиынтығы.

Стенобатты организмдер (гр.*stenos-тар және bathos-терең*)-қысымның кең ауытқуына төзімсіз организмдер.

Стенобионттар (гр. *stenos-* және *bios-*)- ортаның белгілі-бір факторының тұрақты жағдайында мекендеуге қабілетті организмдер.

Стеногалинді жануарлар (гр. *stenos-* және *halios-* тұзды)-су тұздылығының ауытқуын көтере алмайтын гидробионттар.

Стенооксидтар- судағы оттектің шамалы ауытқу жағдайында тіршілік етуге қабілетті гидробионттар.

Стенотермді формалар (гр. *stenos-тар және thermos-жылы*) температура режимінің ауытқуына бейімделмеген түрлер.

Стенофагтар (гр. *stenos-тар және phagos-*) - жем түріне тар маманданған жануарлар.

Сублитораль-Әлемдік мұхиттың сутасуы кезіндегі судың шашырауы арқылы ылғалданатын жағалау бөлігі.

Су аэрациясы-сапасын жақсарту мақсатында суды оттегімен қанықтыру.

Су кадастры-мемлекеттік су ресурстарын әртүрлі шаруашылықта қолдану мөлшері жайлы мәліметтер жиынтығы.

Су кермектігі-кальций мен магний иондарының жалпы саны.

Су қарашірігі (гумус)- қиын ыдырайтын гумин қышқылдарынан тұратын суа еріген органикалық заттар.

Су сервитуты (лат.*servitus (survitutis)*)- *міндет, міндеттеме, міндеткерлік*)- су нысандарын пайдалануды шектеу.

Су стратификациясы (лат.*stratum-қабат, төсеніш және facere- жасау*)- түрлі гидрологиялық қасиеттері бар су қабатының орналасуы.

Сукцессия (лат.*succession- сабақтастық, мұрагерлік*)- белгілі учаскеде уақыт бойынша бір биоценоздардың екіншілермен біртіндеп алмасуы.

Суқоймаларының биологиялық ресурстары-аулау нысандары ретінде қолданылатын организмдер.

Сүзгіштер (фильтраторы)- сүзгіш құрылымдар арқылы су ды өткізіп, майда организмдермен қоректенетін гидробионттар.

Супралитораль-су толқындары жететін жағалау аймағы.

Термофилдер (гр.*thermos-жылы және phileo-*)- тұрақты жоғары температура жағдайында мекендеуге бейімделген организмдер.

Термоклин (гр. *thermos-және clinein-тарту*)-араласу жоқ кезде су қабатындағы температуралық ауытқу.

Токсиндер (гр.*toxicon-у*)-уытты заттар.

Троглобионттар (гр.*troggle-үңгір және bios-*) үңгірлерде және жерасты суларында тұрақты мекендейтін жануарлар.

Ультраабиссаль (лат.*ultra-тыс,үстеме, көбірек, тым және gr.abyssos-түпсіз*) - Әлемдік мұхиттың 6-7км-ден астам тереңдіктегі материктік беткей (бенталь).

Ультрагалинді суқоймалары (гр. *ultra- және halios-*)- гипергалинді, немесе тұздыланған (40%-ден артық) суқоймалары.

Ультраабисопелагиаль-мұхиттың ультраабисалының үстіндегі, 600-700м-н аса тереңдіктегі су қабаты.

Фаготрофтар (гр.*phagos-және trophe-*)-тірі организмдерді немесе органикалық заттардың бөліктерімен қоректенетін гидробионттар.

Фиталь-өсімдіктер кездесетін бенталь аймағы

Фитопланктон (гр.*phyton- және planktos-*) су қабатында тіршілік ететін өсімдіктер жиынтығы.

Хемосинтез (гр.*chemeia-химия және synthesis-қосылыс*)-неорганикалық қосылыстардың тотығуы есебінен CO₂-н сіңіруге негізделген бактериялардың қоректену типі.

Эврибатты гидробионттар (гр.*eurys-* кең және *bathos-* тереңдік)- вертикаль (тік) бағытта кең тарайтын гидробионттар.

Эврибионттар (гр. *eurys-* және *bios-*)-сыртқы орта факторларының кең көлемде өзгеруі жағдайында тіршілік етуге қабілетті түрлер.

Эвригалинді гидробионттар (гр. *eurys-* және *halios-*)- судың тұздылығы кең көлемде өзгеруінде тіршілік етуге қабілетті су жануарлары.

Эвритермді организмдер(гр. *eurys-* және *thermos-*)-температураның кең ауытқуына төзімді организмдер.

Эвритопты организмдер (гр. *eurys-* және *topos-*орын)-ортаның әртүрлі жағдайларында тіршілік етуге қабілетті және кең экологиялық шыдамдылыққа қабілетті гидробионттар.

Эврифагтар (гр. *eurys-* және *phagos-*)-гидробионттардың әртүрлі өсімдік және жануартекес қоректермен қоректенуі.

Эфтрофикация-суқоймаларының органикалық заттармен ластануы.

Эвтрофты суқоймалары-біріншілік өнімділігі жоғары деңгейде болатын суқоймалары.

Экологиялық қуыс (гр.*oikos-*баспана, *tұратын орын* және *logos-*)-табиғатта түрдің тіршілігіне мүмкіндік болатын сыртқы ортаның барлық факторларының жиынтығы.

Экологиялық валенттілік-факторлардың ауытқуына түрлердің төзімділігі.

Экологиялық ресурстар-биосферада экологиялық тепе-теңдікті қамтамасыз ететін ортаның құрамдас бөліктерінің жиынтығы.

Экологиялық сараптама (экспертиза)-экологиялық қауіпсіздік талаптарына, табиғи ресурстарға, шаруашылық кешендеріне баға (сараптама) беру.

Экологиялық мониторинг-экожүйенің сапалық, сандық күйін бақылау, бағалау және болжау жүйесі.

Экосистема—экожүйе (гр. *oikos-* және *systema-* үйлесу, *сай келу, бірігу*)- бір-бірімен өзара заңды байланыста тұратын, биотикалық және абиотикалық құбылыстар мен процестердің өзара байланысты жүйесін құрайтын, бірге мекендейтін организмдер мен олардың тіршілік жағдайларының жиынтығы.

Экотон-жеке биоценоздар түйісетін жердегі өтпелі зона.

Эндобентос (гр.*endon-*ішкі және *bentos-*)-теңіз және континенталды суқоймаларының грунттының қабатында мекендейтін организмдер.

Эпибентос (гр.*epi-*үстіңгі және *bentos-*)-грунттың үстінде мекендейтін организмдер.

Эпилимнион (гр. *epi-* және *limne-*)- температурасы тәуліктік және маусымдық күрт өзгерістерге ұшырайтын судың үстіңгі қабаты.

Эпинејстон (гр. *epi-* және *neustos-*)-тұщысу қоймаларындағы судың тартылыс бетінің үстіңгі жағында мекендейтін организмдер.

Эпипелагиаль (гр. *epi-* және *pelages-*) Әлемдік мұхиттың 200м тереңдікке дейінгі судың жоғрғв қабаты.

Эпифауна (гр. *epi-* және *fauna-*)- теңіз және континеталды суқоймаларының грунтының үстінде мекендейтін түптік жануарлардың өкілдері.

Эугалинді суқоймалары- тұздылығы жоғары (30-40‰) болатын теңіз сулары.

Пайдаланылған әдебиеттер

Негізгі:

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. –СПб.: Наука,2001. –147 с.
- Бесматерных Д.М. Водные экосистемы: Состав, структура, функционирование и использование. Учебное пособие. –Барнаул: Алтайский государственный университет, 2009.-97 с.
- Гольд З.Г., Гольд В.М. Общая гидробиология: учебно-методическое пособие (Электронный ресурс). –Красноярск: СФУ,2011. -16 с.
- Зилов Е.К. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учебное пособие. –Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета, 2009. -138 с.
- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. –Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 213с.
- Семерной В.П. Санитарная гидробиология: учебное пособие.-Ярославль: Ярославский государственный университет, 2005.- 203с.
- Семерной В.П. Общая гидробиология. Текст лекций.-Ярославль,2008.-184 с.
- Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (коллектив авторов). –Т.1:-Дельта реки Урал и прилегающее побережье Каспийского моря.-Астана,2007.-264 с.
- Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (коллектив авторов). –Т.2: -Тенгиз-Коргалжынская система озер.-Астана,2007.-286 с.
- Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (коллектив авторов). –Т.3:-Алаколь-Сасыккольская система озер.-Астана,2007.-271 с.

Қосымша:

Малиновская А.С., Тэн В.А. Гидрофауна водохранилищ Казахстана.-Алма-Ата: Наука, 1983.-208 с.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Маилова Р.Х., Пичкилы Л.О., Шарапова Л.И., Минсаринова Б.К., Шаповалов М.В., Зырянова Н.Ф., Баимбетов А.А. Особенности формирования гидробиоценоза Капчагайского водохранилища на р.Или //Сб.: Влияние хозяйственной деятельности на биологические ресурсы водоемов Казахстана.-Алма-Ата: Наука,1988.-С.43-86.

Шарапова Л.И. О состоянии изученности разнообразия водных беспозвоночных Казахстана к началу XXI века//Известия НАН РК. –Серия биологическая,2011, -№4.-С.84-91.

Евсеева А.А. Особенности использования кормовой базы рипусом в Бухтарминском водохранилище//Вестник КазНУ.-Серия биологическая, 2001.-№5 (51). -С.56-61.

Касымов А.Г., Аскеров Ф.С. Биоразнообразие: Нефть и биологические ресурсы Каспийского моря. Баку: -Изд-во «Print Studio»,2001.-326 с.

Стуге Т.С., Крупа Е.Г. Состояние зоопланктона Северо-Восточного Каспия осенью 2005 г.//Журн.Selevinia,2006. -С.114-118.

Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. К истории гидробиологических исследований в Казахском национальном университете им. аль – Фараби. Вестник КазНУ. Серия биологическая №5 (51), - 2015. – С. 5-18.

Шарапова Л.И. Характеристика зоопланктона казахстанской акватории Каспийского моря в 2008-2010 гг. Материалы IV Международной научнопрактической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых учреждений 11-13 октября 2011г.» г.Астрахань. -Астрахань, 2011 .-С.269-274.

Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. О современном состоянии биоценозов восточных побережий Каспийского моря. Материалы международной конференции к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна 13-16 октября 2008 г. Астрахань. –Астрахань, 2008. - С.316-319.

Константинов А.С. Общая гидробиология.-Москва: «Высшая школа», 1986. -472 с.

Зернов С.А. Общая гидробиология. –М.-Л.,1949. –513 с.

| Мазмұны | Беті |
|---|------|
| Алғысөз | 3 |
| Кіріспе | 5 |
| 1-бөлім. Гидросфера тіршілік ортасы және оны мекендеушілер | 12 |
| 1-тарау. Гидробионттардың тіршілік ортасының физико-химиялық жағдайлары | 12 |
| 2-тарау. Суқоймалары және оларды мекендеушілер | 31 |
| 2.1. Әлемдік мұхит және оны мекендеушілер | 31 |
| 2.2. Континенталды суқоймалары және оларды мекендеушілер | 48 |
| 2.3. Қазақстан суқоймалары және оларды мекендеушілер | 69 |
| 3-тарау. Гидробионттардың тіршілік формалары | 113 |
| 2-бөлім. Гидробионттардың тіршілігінің экологиялық негіздері | 133 |
| 4-тарау. Гидробионттардың қоректенуі | 133 |
| 5-тарау. Гидробионттардың тынысалуы | 151 |
| 6-тарау. Гидробионттардағы су-тұз алмасу | 162 |
| 7-тарау. Гидробионттардың өсуі, дамуы және энергетикасы | 177 |
| 3-бөлім. Гидробионттардың популяциялары және гидробиоценоздар | 187 |
| 8-тарау. Гидробионттардың популяцияларының құрылым және қызметтік ерекшеліктері | 187 |
| 9-тарау. Гидробионттардың өніп-өсуі және популяциялар динамикасы | 200 |
| 10-тарау. Гидробиоценоздар | 214 |
| 4-бөлім. Су экожүйелері және олардың биоөнімділігін арттыру жолдары | 236 |
| 11-тарау. Су экожүйелері | 236 |
| 12-тарау. Су экожүйелері және олардың биоөнімділігін арттыру жолдары | 261 |
| 5-бөлім. Таза су және су экожүйелерін қорғаудың экологиялық аспектілері | 285 |
| 13-тарау. Таза су және су экожүйелерін қорғау проблемаларының экологиялық аспектілері | 285 |
| Тақырыптық тестілік тапсырмалар | 313 |
| Студенттердің өзіндік жұмыстары (СӨЖ) үшін ұсынылатын тақырыптар | 352 |

| | |
|---|-----|
| Студенттердің оқытушымен өзіндік жұмыстары (СОӨЖ) үшін ұсынылатын тақырыптар | 353 |
| Аралық бақылау сұрақтары | 355 |
| «Жалпы гидробиология» пәнінен емтиханның Бағдарламалық сұрақтары | 357 |
| Терминдер түсіндірмесі | 360 |
| Пайдаланылған әдебиеттер | 369 |
| Мазмұны | 371 |