

Ә.Т. Қанаев, С.Т. Түлеуханов  
З.Қ. Қанаева

# БИОЖҮЙЕЛЕР ЭКОЛОГИЯСЫ

оқулық



Ә.Т.Қанаев, С.Т.Түлеуханов, З.Қ.Қанаева



---

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық  
университеті

**Ә.Т.Қанаев, С.Т.Түлеуханов, З.Қ.Қанаева**

## **БИОЖҮЙЕЛЕР ЭКОЛОГИЯСЫ**

Университеттің оқу-әдістемелік кеңесі және ғылыми  
кеңесі оқулық ретінде ұсынған

Алматы 2013





УДК 574 (075.8)

ББК 28.68 я 73

*Пікір жазғандар:* *Саданов А.Қ.* – ҚР Мемлекеттік сыйлығының иегері,  
биология ғылымдарының докторы,  
профессор, академик  
*Заядан Б.Қ.* – биология ғылымдарының докторы,  
профессор

Баспаға Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің оқу-әдістемелік кеңесі және ғылыми кеңесінің шешімдерімен ұсынылған

**Қ 34Қанаев Ә.Т., Түлеуханов С.Т., Қанаева З.Қ.**

**Биожүйелер экологиясы:** Оқулық. – Алматы: 2013. – 398 б.

Сурет–105. Кесте – 22. Библиогр. 65– атау.

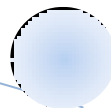
**ISBN 978 – 601 – 298 – 251 – 0**

Оқулықта адам, жануар және микроорганизмдермен өмір сүретін ортаның өзара әсерлесуінің жалпы заңдылықтары, қоршаған ортаға антропогендік әсер етуге байланысты мәселелері, табиғатты қорғау қызметі саласында элементарлық түсініктер, әдіс-айлалар мен ыңғайларды қалыптастыруды, студенттердің санасын, көзқарасын, қоршаған ортаға түсінікті және саналы қатынас деңгейін көтеру талаптары қамтылған.

Оқулық жоғары оқу орындарының студенттеріне, магистранттарға және осы саладағы мамандарға арналған.

УДК 574 (075.8)

ББК 28.68 я 73



## І Т А Р А У

### К І Р І С П Е

#### 1.1 Экология туралы түсінік

Қазіргі кезде экологиялық мәселелер қоғамдық мәні жағынан дүние жүзінде ауқымы кең басты мәселелердің біріне айналды, өйткені мыңдаған жылдар бойы қалыптасқан табиғи жүйелердің топырақты, су көздерін, ауаны ластау орны толмас зардаптар қалдырды. Оның себебі – жер шарындағы елдердің индустриалды дамуы, халық санының жедел өсіп табиғи қорларды пайдалануды еселеп арттырып, адамдардың табиғатқа әсерінің күшеюі. Бұл бүкіл дүние жүзінде экологиялық дағдарыс қаупін тудыруда.

Соңғы жылдары табиғатқа ұқыптылықпен қарамаудан, пайдалы қазба қорларының жақын арадағы таусылу мүмкіндігі, жер бетіндегі өсімдік және жануарлар дүниесінің көптеген өнімдерінің жоқ болып кетуі және сондай-ақ табиғи ортаның шектен тыс ластануы айрықша белең алып отыр.

Сонымен бірге табиғатқа антропогендік фактор күшейіп, адамзаттың табиғатқа көрсеткен ықпалының дәрежесі жағынан геологиялық күшке айналды. Бұл эволюция барысында тірі организмдер, оның ішінде адамдар қалыптасқан қоршаған ортадағы химиялық элементтер мөлшерінің ауытқуын тудырып, қоғам мен табиғат арасындағы зат алмасу мен энергия алмасу жүйесінің бұзылуына әкеліп, адамзаттың өзінің бұдан әрі тіршілік етуіне қатер төндіруде. Сондықтан табиғи қорларды пайдаланғанда табиғаттағы үздіксіз жүріп жататын процестердің негізінде жатқан заңдылықтарды біздің есепке алуымыз қажет. Бұдан экологиялық мәселелерді шешуді табиғаттың тіршілік ету, даму заңдылықтарын оқып үйренуден бастау қажет екендігі



Р.Риклефс



байқалады. Олай болса, Р.Риклефстің «Егер біз табиғатпен қандай да бір үйлесімділікке қол жеткізіміз келсе, онда көбіне-көп ол ұсынған шарттарды қабылдауымызға тура келеді» деген сөзін қашанда жадымызда ұстауымыз қажет. Бұл шарттар табиғаттағы барлық процестер мен құбылыстар бағынатын заңдарға негізделген және адамзат қоғамының олармен ерте ме, кеш пе санасуына тура келеді. Американдық журналист Б.Коммонер осы экологиялық заңдылықтарды былай тұжырымдайды:



*1-сурет. Б.Коммонер бойынша экологиялық заңдылықтардың бөлінуі*

Табиғат заңдылықтарын біліп, оны дұрыс түсіну экологиялық сауаттылықты талап етеді. Экологиялық сауаттылық экологиялық білім беру жүйесімен тікелей байланысты. Сондықтан ЮНЕСКО-да осы ғасырдың соңғы жиырма жылын «экологиялық білім беру» жылы деп аталуы тегін емес.

### **Экология пәнінің мазмұны**

Экология – бұл мағынасы кең ұғым. Экологияны Э.Геккель табиғаттағы тірі организмдердің бір-бірімен қатынасын, органикалық және бейорганикалық компоненттердің өзара байланысын, сонымен бірге өсімдіктер мен жануарлардың антогонистік және антогонистік емес, бәсекелестік қарым-қатынастары да жататын ғылым деп түсіндіреді.

Ч.Дарвин: «Экология табиғатты күрделі байланыстармен қарым-қатынастарды зерттейтін, тіршілікүшінкүресті



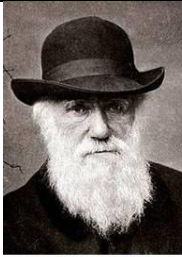
қарастырады» – дейді.

Қоғамды биологиялық және экономикалық көзқарас тұрғысынан қарастыра отырып, тіршілік дамуында биологиялық факторлармен қатар экономикалық факторлар да негізгі қызмет атқарады. Экология түсінігіне зерттеу түрлеріне қарай әр түрлі тұжырымдамалар беріледі. Мысалы, А.С.Данилевский: «Экология – экологиялық жүйелердің құрылымы мен қызметі туралы және олардың гомеостазисін қамтамасыз етуші механизмдер туралы ғылым», - деп анықтама берген. Ағылшын ғалымы Ч.Элтон 1937 жылы жануарлар экономикасы мен социологиясына қатысты тарихи ғылым деп таныды. Ю.Одум табиғаттың қызметі мен құрылымын зерттейтін ғылым деді. 1975 жылы Р.Даждо «Тірі организмдердің тіршілік ету жағдайын, организмдердің өзара және өзі мекен ететін ортамен байланысын зерттейтін ғылым» деген анықтама берген. Қазіргі кезде экологияны, қоршаған ортаны қорғаудың ғылыми негізі бола отырып, организмнің тіршілік ету жағдайларын, олардың бір-бірімен өзара байланыстарын және қоршаған ортамен қарым-қатынастарын зерттейтін ғылым деп қарастырады. Экология организмдерге әсер ететін сыртқы орта факторларының барлығының әсерін зерттейді. Ал табиғат қорғау болса, көбіне антропогендік әсерді қарастырады.

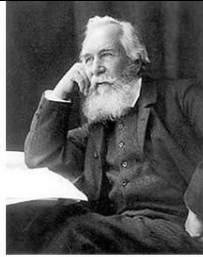
Сонымен, экология табиғатты қорғаудың теориялық негіздері түрінде және оны дұрыс пайдаланумен қоршаған ортаны қорғау түрінде сипатталады.

Ғылымның барлық салалары сияқты экология ғылымы да үздіксіз даму үстінде болып, дербес ғылым ретінде 1900 жылдары қалыптасты. 1866 жылы Э.Геккель (неміс ғалымы) «экология» терминін ғылымға енгізді. Грекше *oikos* – мекен, үй, *logos* – ғылым деген сөз, яғни *тіршілік мекені туралы ғылым* дегенді білдіреді.

Экология биологиялық іргелі ғылым бөліктері қатарына жатады және әрбір таксономиялық бөлімшенің құрамдас бөлігі болып табылады. Мысалы, өсімдіктер экологиясы, ауа экологиясы, су экологиясы, микроорганизмдер экологиясы, жануарлар экологиясы, т.б.



Чарльз Дарвин  
(1809-1882гг)



Эрнст Генрих Геккель  
(1834-1919гг)



Барри Коммонер  
(1917 - )



Лаппо-Данилевский  
А.С.(1863-1919)

*Іргелі ғылым:* морфология, физиология, генетика, эволюция теориясы, молекулалық биология, даму биологиясы тіршіліктің негізгі қасиеттерін зерттейді, ал «таксономиялық» ғылымдар: ботаника, зоология және микробиология тірі организмдердің табиғи топтарын зерттеумен шұғылданады. Экология осы барлық ғылымдармен тығыз байланысты, бұл ғылымдар экологияның дамуына күш беріп, қоршаған ортаны қорғау заңдылықтарын жетілдіреді.

Экология зерттелетін нысандарына және қолданатын тәсілдеріне байланысты да бөлінеді:



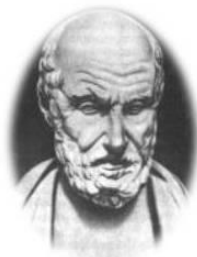
2-сурет. Зерттелетін нысандарына және қолданатын тәсілдеріне байланысты экологияның бөлінуі

Экология ғылымының қазіргі кездегі мазмұны өте күрделі. Алғашқыда организммен орта, бейімделу, популяциялық

деңгейде бағыт алған экология ғылымы қазір өзінің зерттеу аумағын дамыта отырып адамзат, қоғам, табиғат арасындағы қарым-қатынастарды және биосфера шегіндегі ғаламдық өзгерістерді адамның іс-әрекетімен үйлестіре отырып, оны зерттеудің бақылау, бағалау, басқару, модельдеу әдістері бар кешенді ғылымға айналды. Экология – барлық тірі организммен олардың экожүйедегі қарым-қатынастарын табиғи ортамен байланыстыра отырып зерттеумен қатар табиғи өзгерістерді, құбылыстарды, биосфералық, ғаламдық ауытқуларды адамның іс-әрекетімен үйлестіре отырып зерттейтін ғылымдардың жиынтығы. Қазіргі кезде әлеуметтік экология бөлім болып қаралып отыр, өйткені қоғам мен табиғат бөлінбейтін бір жүйенің екі элементі деп қарастырылады.

## 1.2 Экология ғылымының қалыптасу кезеңдері

Экологияны зерттеу көне дәуірде табиғат құбылыстарын зерттеушілер: Гиппократ, Аристотель, Теофраст еңбектерінде айтылады. Олар өсімдіктер мен жануарлар тіршілігін табиғи ортамен байланыстыра отырып, экологиялық бейімделушілік жағынан қарастырады. Экология ғылымының қалыптасуын негізінен үш кезеңге бөліп қарастыруға болады.



Гиппократ  
(ок. 460 – ок. 377  
до н.э.)



Аристотель  
(384, Стагир - 322  
до н.э.,



Теофраст  
ок. 370 до н. э.-  
288 до н. э.

Екінші кезеңде Г.Ф.Морозовтың «Орман туралы ілімі», Д.Н.Кашкаровтың «Орта және бірлестіктер», «Жануарлар экологиясының негіздері», В.Н.Сукачевтың «Биоценоз», В.И.Вернадскийдің «Биосфера туралы ілімі», А.П.Шенниковтың

«Өсімдіктер экологиясы», Н.П.Наумовтың «Жануарлар экологиясы» және шетелдік экологтар Ю.Одумның «Экология және экология негіздері», Р.Риклефстің «Жалпы экология негіздері», Н.Ф.Реймерстің «Экология», Ф.Рамаданның «Қолданбалы экология негіздері», т.б. еңбектері жарық көрді.



3-сурет. Экология ғылымының қалыптасу кезеңі

*I-кезең.* Осы кезеңде Ж.Б.Ламарктің «Жануарлар мен өсімдіктер эволюциясы», А.Декандольдің «Ботаникалық география», Н.А.Бекетовтің «Өсімдіктер географиясы», Ч.Дарвиннің «Түрлердің шығу тегі», В.Докучаевтің «Ландшафтар мен табиғат зоналары туралы ілімі», т.б. еңбектер экология ғылымының дамуына өз үлестерін қосты.



Морозов Г.Ф.  
(1867-1920гг)



Кашкаров Д.Н.  
(1878-1941гг)



Сукачѐв В.Н.  
(1880-1967гг)

*II-кезең.* Бұл кезең XIX-ғасырдың басы мен XX-ғасырдың 70-80 жылдарын қамтиды. Мұнда орыс ғалымдарының, Белоруссия ғалымдарының еңбектері экология ғылымының дамуына үлкен үлес қосты.

*III-кезең.* XXI ғасыр – экология ғасыры. Қазіргі кезде экология ғылымының барлық саласын, әлеуметтік,

экономикалық жағдайларды, әлемдік экологиялық мәселелерді қамтитын деңгейге жетті.

Экологияның өзінің зерттеу салалары, мақсат, міндеттері, бағыттары дами түсті. Экология ғылымының қолданбалы және адам экологиясы мәселелері терең зерттелуде.



Наумов Н.П.  
(1902-1987)

Юджин Одум  
(1913—2000).

Реймерс Н.Ф.  
(1931—1993)

Бұл кезеңде В.В.Глуховтың “Экологияның экономикалық негіздері», С.Боголюбовтың «Экология және құқық», А.М.Гиляровтың “Популяциялық экология», А.Н.Реймерстің “Экология», В.Вронскийдің “Қолданбалы экология», Ю.А.Израильдің “Экологиялық мониторинг», С.Тлеубергеновтың “Адам экологиясы», т.б. еңбектер жарық көрді.



В.В.Глухов

А.С.Боголюбов

А.М.Гиляров

А.Н.Реймерс

Қазақстанда экологияның қалыптасуына ауқымды үлес қосқан ғалымдар Ә.Н.Илялетдинов «Микроорганизмдер экологиясы», М.Х.Шығаева «Микроорганизмдердің қоршаған ортаға таралуы және оның генетикасы», Т.Н.Досжанов



«Қазақстан жануарлары және экологиясы», Н.Ү.Базанова, М.Ф.Авазбакиева, К.Т.Тәшенов «Физиологиялық экология».

Экология ғылымының негізгі мақсаты – биосфера тұрақтылығын сақтау үшін барлық адамдарға экологиялық сауаттылықпен мәдениетті үйрету, оқыту, қоғам мен табиғат арасында үздіксіз үйлесімді байланысты қалыптастыру.



Тәшенов Казис  
Тәшенович (1928)



Илялетдинов А.Н.  
(1929-2010)



Шигаева М.Х.



Авазбакиева Магинур  
Фаткулловна

Кәзіргі таңда Қазақстанның экология ғылымының дамуына, оның ары қарай жетілуіне қомақты үлес қосып жүрген ғалымдар:



Түлеуханов С.Т.



Саданов А.Қ



Қанаев Ә.Т.



Заядан Б.Қ.

### 1.3 Экологиялық зерттеу объектісі мен әдістері

*Экологияның зерттеу объектісі* – ол ең алдымен особьтар, олардың дамуы мен көбеюі. Сонымен қатар популяциялар және қауымдастықтар құрылымы мен сан динамикасы, олардың биоценоздағы рөлі.



Мұнда топтастық (экожүйе), популяция, организм, мүше, жасуша, молекула – тіршіліктің ұйымдасуының негізгі деңгейі.

Көптен азға қарай немесе іріден майдаға қарай баспалдақты тәртіппен орналасқан. Ғалым Д.Уэбстердің айтуына қарағанда, мұнда әрбір баспалдақтың қоршаған ортамен қарым-қатынасынан, әрбір зат энергия қосылысынан өзіне тән қызмет жүйесі шығады екен. Осы қызмет жүйесіндегі өзара байланысқан компоненттер біртұтастықты құрайды. Сонда жүйе біртұтас бүтінді түзетін өзара байланыстар жиынтығы және тірі компоненттер жиынтығы болады.



Ол ең алдымен, олардың дамуы мен көбеюі, құрылымы мен сан динамикасы, биоценоздағы рөлі.

Экология нені зерттейтін мәселені нақтылай түсіну үшін оны мына мысал арқылы қарастырайық.

Ұйымдастыру дәрежесінің спектрі немесе «биологиялық спектр» күйінде алайық.

<i>Биотикалық компонент</i>	Молекула ⇓	Жасуша ⇓	Ұлпа ⇓	Мүше ⇓	Ағза ⇓	Популяция ⇓		
<b>+</b> <i>Абиотикалық компонент</i>								
<b>=</b> <i>Биологиялық жүйелер</i>	Молекула жүйесі	Жасуша жүйесі	ұлпа жүйесі	Мүше жүйесі	Ағза жүйесі	Популяция	Экожүйе жүйесі	Биосфера

Сонымен, экология осы «спектрде» оң жақтағы бөлікті, яғни организмнен жоғарғы жүйені зерттейді. Бұл жүйелер бір-бірімен тұтас байланыста болады. Мысалы, организм популяциядан тыс өмір сүре алмайды. Сол сияқты заттар айналымында энергия берілмесе, топтастықта өмір сүре



алмайды. Олай болса, бізді қоршаған табиғат әлемі болмаса қоғам, адамзат дамуы да болмаған болар еді.

Бұл табиғаттағы экожүйеде заттардың өзара әрекеттесуі тіке сызық бойымен емес, дөңгелек шеңбер жүйесімен жүретінін көрсетеді.

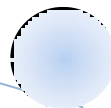
Сонымен, тірі материяның ұйымдастыру спектрін бірнеше деңгейге бөліп қарастыруға болады:



Экология өз кезегінде биологиялық ұйымдастырылу деңгейлеріне сәйкес дара организмнен бастап (индивидуумнан), популяция және қоғамдастық арқылы экожүйеге дейінгі аралықта тағы төрт қабатқа жіктеледі. Экологиялық жағдайын айқындай түсу үшін биологиялық ұйымдастырылу принципі бойынша бөліп, жалпылама түрде – форма, функция, даму, реттелу және бейімделу деп тағы да бөліп қарастырылады. Осындағы қоғамдастыққа сәйкес келетін қабат функциясына түрлердің саны мен молдығын анықтау, жыртқыш пен жемтік қарым-қатынасы (гетеротиптік реакциялар) және тұраралық бәсекелестік формасы кіреді.

**Экологияның бөлімдері** мынадай топтарға бөлінеді: *аутэкология, демэкология, синэкология, эйдэкология*, т.б.

*Аутэкология* – жеке организмдер (особь) арасындағы



қарым-қатынастарды, оның табиғи ортасымен байланыстыра отырып, зерттеулер жүргізеді.

*Демэкология* – бір түрге жататын организмдер (особьтар) тобын, яғни популяцияларды, оның табиғи ортасымен байланыстыра отырып, зерттеулер жүргізеді.

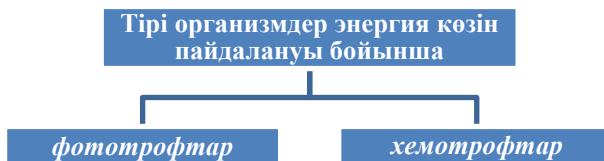
*Синэкология* – бірлестіктер экологиясы (биоценология) ретінде әр түрлі түрлерге жататын популяциялар жиынтығын біртұтас организмдер деңгейінде зерттейді. Организмдер бірлестіктерінің қалыптасуы, құрылымы, энергиямен зат алмасуы, биологиялық өнімділігі мен бірлестіктердің тұрақтылығы туралы жан-жақты мәселелер қаралады.



*Эйдэкология* – түр мен оның популяцияларын органикалық дүние дамуының жоғары деңгейі тұрғысында қарастырады.

#### 1.4 Тірі организмдердің қоректену типтеріне қарай жіктелуі

Жер бетінде мекен ететін барлық тірі организмдер өздеріне зат пен энергияның түсуі мен шығуына тәуелді болатын ашық жүйеде тіршілік етеді. Организмдердің зат пен энергияны қажет ету процесі қоректенудеп аталады. Дененің құрылымы үшін химиялық заттар қажет болса, тіршілік процесінің жүруі үшін энергия қажет. Тірі организмдер энергия көзін пайдалануына қарай *фототрофтар және хемотрофтар* деп бөлінеді.



*Фототрофтар* күн энергиясы сәулелері арқылы жарықты пайдаланады, ал *хемотрофтар* химиялық қосылыстардың тотығуы кезінде бөлінген химиялық энергияны пайдаланады.

Субстраттың тотығу түрлеріне қарай тірі организмдер *литотрофтар* және *органотрофтар* болып бөлінеді. *Литотрофтар* бейорганикалық қосылыстарды тотықтырады ( $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $S$ ,  $H_2$ , т.б.). *Органотрофтар* органикалық қосылыстарды тотықтырады.



Осы бөлінулер тірі организмдердің әр түрлі топтарын құрады (1 және 2-кесте).

1-кесте

**Көміртек және энергия көздеріне байланысты организмдердің жіктелуі**

<i>Организм типі</i>	<i>Энергия көзі</i>	<i>Көміртек көзі</i>	<i>Мысалдар</i>
Фотоавтотрофтар	Жарық	Көміртек диоксиді	Өсімдіктер, цианобактериялар
Фотогетеротрофтар	Жарық	Органикалық қосылыстар	Кейбір пурпурлы бактериялар
Хемоавтотрофтар	Тотығу реакциясы	Көміртек диоксиді	Хемосинтездейтін бактериялар
Хемогетеротрофтар	Тотығу реакциясы	Органикалық қосылыстар	Жануарлар, саңырауқұлақтар және бактериялар

**Автотрофтар** (автотрофты организмдер) – көміртек көзі ретінде көмірқышқыл газдарын пайдаланатын организмдер (Өсімдіктер және кейбір бактериялар). Олар – бейорганикалық заттарды (көмір қышқылгазы, су, минералдық тұздар, күн энергиясы) органикалық заттарға айналдыруға қабілетті организмдер.

Бұлар энергия көздеріне байланысты *фототрофтар* және *хемотрофтар* болып бөлінеді.



*Фототрофтар* – биосинтез үшін жарық энергиясын пайдаланатын организмдер (өсімдіктер, цианобактериялар). *Хемотрофтар* – биосинтез үшін бейорганикалық қосылыстар тотыққанда химиялық реакциялардан энергия алатын организмдер (хемотрофты бактериялар: нитрификациялаушы, темір, күкіртті, сутекті бактериялары).

2-кесте

**Субстраттың тотығу типіне және энергия көзіне байланысты организмдердің жіктелуі**

Организм типі	Энергия көзі	Субстраттың тотығу типі	Мысалдар
Фотолитотрофтар	Жарық	бейорганикалық қосылыстар( $H_2O$ , $H_2S$ , $S$ )	Өсімдіктер, цианобактериялар
Фотоорганотрофтар	Жарық	Органикалық қосылыстар	Кейбір пурпурлы бактериялар
Хемолитотрофтар	Тотығу реакциясы	бейорганикалық қосылыстар( $H_2$ , $S$ , $H_2O$ , $H_2S$ , $Fe^{+2}$ )	Хемосинтездейтін бактериялар
Хемоорганотрофтар	Тотығу Реакциясы	Органикалық қосылыстар	Жануарлар, саңырауқұлақтар және бактериялар

*Гетеротрофтар* (гетеротрофты организмдер) – органикалық қосылыстарды көміртек көзі ретінде пайдаланатын организмдер (жануарлар, саңырауқұлақтар және бактериялар).

## Гетеротрофты азғалар



Қоректі пайдалану әдісіне қарай гетеротрофтар – *фаготрофтар* (*голозойдтар*) және *осмотрофтар* болып бөлінеді. *Фаготрофтар* қатты заттарды жұта алады (жануарлар), ал *осмотрофтар* органикалық заттарды ерітінді түрінде клетка қабырғалары арқылы сіңіреді, сорады (саңырауқұлақтар, бактериялар).

Гетеротрофтар қорек түріне қарай *биотрофтар* және *сапротрофтар* болып бөлінеді. Биотрофтар тірі организмдермен қоректенеді. Оларға: *зоофагтар* – жануарлармен және *фитофагтар* – өсімдіктермен қоректенушілер жатады, оның ішінде паразиттер де кіреді. *Сапротрофтар* – өлген органикалық денелермен немесе жануарлардың шығарған заттарымен (экскременттерімен) қоректенеді. Бұларға сапротрофты бактериялар, сапротрофты саңырауқұлақтар жатады. Сапротрофты өсімдіктерді – *сапрофиттер* деп, ал сапротрофты жануарларды *сапрофагтар* деп атайды. Бұлардың ішінде детриттермен қоректенушілерді – *детритофагтар*, жануарлардың өлекселерімен қоректенетіндерді – *некрофагтар*, экскременттермен қоректенетіндерді *копрофагтар* деп атайды.

Кейбір организмдер тіршілік ету жағдайына байланысты ауторотфты және гетеротрофты қоректенуге қабілетті. Аралас қоректену типіне жататын организмдерді *миксотрофтар* дейді.

*Миксотрофтар* – бейорганикалық заттардан органикалық заттарды синтездей алатын, сонымен бірге дайын органикалық

заттармен де қоректену алатын организмдер (насекоммен қоректенетін өсімдіктер, эвглена балдырлары).



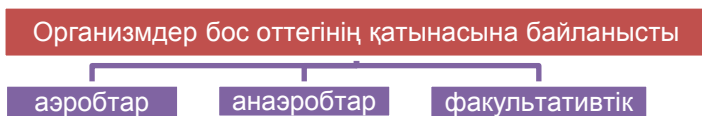
Тірі организмдерде жүретін барлық химиялық реакциялардың жиынтығы *метаболизм* деп аталады. Метаболизм процесі организмді қажетті заттармен және энергиямен қамтамасыз етеді. Ол екі бөліктен тұрады: *катаболизм және анаболизм*.



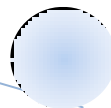
*Катаболизм* (энергетикалық алмасу, диссимиляция) – күрделі заттардан жай заттардың пайда болуына әкелетін реакциялар жиынтығы (полимердің мономерлерге дейін гидролизденуі аммиак, су, көмірқышқыл газы мен төменгі молекулалы қосылыстарға дейін ыдырауы). Катаболизм процесінде энергия босайды.

*Анаболизм* (пластикалық алмасу, ассимиляция) – катаболизмге қарама-қарсы процесс, жай заттардан күрделі заттардың синтезделу реакциясының жиынтығы. Анаболизм негізінде энергияны қажет етеді. Бұл процестер бір-бірімен өзара байланысты, бөлінбейді.

*Энергетикалық алмасу*. Организмдер бос оттегінің қатынасына қарай *үш топқа* бөлінеді: *аэробтар, анаэробтар және факультативтік* формалар.



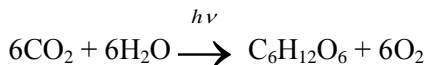
*Аэробтар* (облигатты) – тек оттегі бар ортада ғана тіршілік ететін организмдер (жануарлар, өсімдіктер, кейбір бактериялар және саңырауқұлақтар).



*Анаэробтар* – оттег бар ортада тіршілік ете алмайтын организмдер (кейбір бактериялар).

*Факультативтік формалар* (факультативті анаэробтар) – оттег бар ортада да, оттег жоқ ортада да тіршілік етуге қабілетті организмдер (кейбір бактериялар және саңырауқұлақтар).

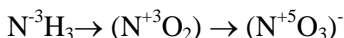
**Фотосинтез** (фотоавтотрофтар) – жарық энергиясының әсерінен бейорганикалық қосылыстардан органикалық заттардың синтезделуі.



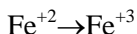
Фотосинтез процесі фотосинтездеуші пигменттердің қатысында күн сәулесінің энергиясын химиялық байланыс энергиясына айналдырады. Бұл процесс моносахаридтерді ғана синтездеп қоймайды, ол басқа да органикалық қосылыстарды – аминокышқылдарды, глицерин, май қышқылдарын ж.т.б. синтездейді. Сонымен, өсімдіктер фотосинтездің арқасында өзін және Жер бетіндегі барлық тірі организмдерді қажетті оттеппен және органикалық заттармен қамтамасыз етеді.

**Хемосинтез** (хемоавтотрофтар) – химиялық энергияның нәтижесінде бейорганикалық заттардың тотығуынан органикалық заттардың синтезделуі.

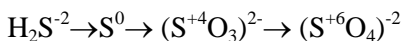
Нитрификациялаушы бактериялар азоттың қосылыстарын тотықтырады:



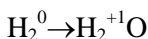
Темір бактериялары темір ( $\text{Fe}^{+2}$ ) оксидін темір ( $\text{Fe}^{+3}$ ) оксидіне тотықтырады:



Күкірт бактериялары күкірттің қосылыстарын тотықтырады:



Сутек бактериялары бос сутекті суға дейін тотықтырады:





## П Т А Р А У

### ОСОБЪТАР ЭКОЛОГИЯСЫ (Аутэкология)

#### 2.1 Экологиялық факторлар

Кез келген тірі организм өзін қоршаған ортамен тығыз байланыста ғана өмір сүре алады.

**Қоршаған орта** деп кез-келген организмнің өсіп-көбеюіне, тіршілігіне, дамуы мен таралуына *тікелей* және *жанама* әсер ететін қоршаған ортадағы компоненттердің жиынтығын айтады. Организм тіршік ету үшін қоршаған ортадан барлық қажетті заттарды алып, зат алмасу барысында пайда болған өнімдердің қалдықтарын бөліп шығарады. Организмдер ортадан өзіне қажетті әр түрлі органикалық немесе бейорганикалық заттарды тұтынады. Бұл жағдайда организмге бір элемент мүлдем немесе жартылай қажет болмауы, енді біреуі қажет болуы, ал келесісі кері әсер етуі мүмкін.

Организм қоршаған ортадан белгілі бір сигналдар арқылы ақпарат алады. Осы сигналдардың берілуі арқасында организмдер өз тіршілігін басқарады. Экологияда сырттан организмге берілетін сигналдарды *факторлар* деп атайды.

**Экологиялық факторлар** деп қоршаған ортаның тікелей немесе жанама түрде тірі организмдерге даму барысында әсер етуін және организмнің қоршаған орта жағдайына қалыптаса отырып жауап беруін айтады. Жалпы алғанда фактор – қозғаушы күш. Факторлар *тікелей* және *жанама* әсер етеді.





Тікелей әсер етуші факторларға *температура, қысым, жарық, тұздылық, т.б. жатады*. Жанама факторлар аралық буындар арқылы беріледі. Мысалы, көлде құстардың көп болуы балықтар жемінің көбеюін тудырады.

Жалпы экологиялық факторларды үш үлкен топқа бөлуге болады (4-сурет):



4-сурет. Экологиялық факторлардың жіктелуі

**Абиотикалық факторлар.** Компоненттер мен тірі емес бейорганикалық заттардың тірі организмдерге тікелей немесе жанама тигізетін әсерін *абиотикалық факторлар* деп атайды. Оған сыртқы ортаның физикалық, химиялық қасиеттері жатады. Ортаның негізгі абиотикалық факторларына жататындар:

Ортаның негізгі абиотикалық факторлары



Сонымен қатар, абиотикалық факторлардың ішінде мына фактор топтары бөліп айтуға болады:



Абиотикалық факторлардың өзгеруінде особьтардың адаптациясының негізгі екі жолы белгілі: ол – мінез-құлықтық реакциялар және организмнің физиологиялық қайта реттелуі. Абиотикалық факторлар популяциялық деңгейде, түрлік деңгейде, экологиялық жүйелер деңгейінде әсер етеді. Соның ішінде популяциялық деңгейде олардың нақты экологиялық жағдайларға бейімделуіне қарай стацияларға бөлінеді. Мысалы, солтүстікке қарай құрғақтау, өсімдік жамылғысы сиректеу, ал оңтүстікке қарай өсімдіктер жамылғысы қалың болып бөлінеді.

Ылғалдылыққа байланысты өсімдіктерді

Ылғалдылыққа байланысты өсімдіктер



деп бөледі.

Теңіз деңгейінен жоғарылаған сайын популяциялар ксерофитті стацияларға ауысады. Абиотикалық факторлар жануарлар мен өсімдіктер популяциясының тығыздығына елеулі ықпал етеді.

**Биотикалық факторлар.** Жеке организмдер арасындағы және популяциялар арасындағы өзара әрекеттесудің әр алуан формаларын *биотикалық факторлар* деп атайды. Оларға жататындар:



Бұл факторлар *түрішілік* және *тұраралық* қарым-қатынасқа бөлінеді. Бір түрге жататын организм топтары арасындағы түрішілік өзара әрекеттесулерді *гомотиптік* реакциялар деп айтады. Оған организмдердің бірлесіп күнелту жағдайы жатады. Топ және үйір болып біріккен жануарлар қорғануда, жемтігін аулауда күшті, басым болып, жеңіске жетеді.

Организмдер арасындағы бәсекелестік тіршілік үшін күресті көрсетеді. Әр түрге жататын жеке организмдермен популяциялар арасында жүретін тұраралық қарым-қатынас формаларын *гетеротиптік* реакциялар деп айтады.



5-сурет. Организмдердің арасындағы қарым-қатынас

*Биотикалық факторлар* - тірі организмдердің бір-біріне және ортаға жағымды немесе жағымсыз әсер етуі.

Организмдердің бір-біріне әсері өсімдік↔өсімдік, жануар↔өсімдік немесе жануар↔жануарлар арасындағы қарым-қатынас жағдайында жүреді (5 - сурет).



6-сурет. Тұраралық қарым-қатынас түрлері

*Түршілік қарым қатынас* особьтардың санының көбеюі, ұя салу үшін популяцияның артуы, тағам қорларына бәсекелестік үшін күрес.

Тұраралық қарым-қатынас анағұрлым әртүрлі (6-сурет). Қорек, территория, қоршаған ортадағы жарық, жылу, су, т.б. факторларды қажет етуіне қарай бәсекелестік, жыртқыштық, симбиоздық, паразиттік, комменсалдық қарым-қатынастар, байланыстар түрінде жүреді.

**Антропогендік факторлар.** Бұл – адамның әртүрлі іс-әрекетінің айнала қоршаған ортаға кері немесе оң тигізетін тікелей немесе жанама әсері (7-сурет).

Оған жататындар:



7-сурет. Антропогендік факторлардың әсер ету түрлері

Кейінгі жылдары адам баласының табиғатты есепсіз пайдалану қызметтерінен жердің құнарсыздануы, қуаңшылық, өзен-көлдердің тартылуы, өсімдіктер мен жануарлардың сиреп, жойылуы, адам баласының денсаулығының бұзылуы, климаттың өзгеру құбылыстары үдей түсуде. Бұл бүкіл биосфераны апаттық жағдайға әкеліп соғуда. Сондықтан антропогендік фактор ерекше қаралып, ғаламдық проблемаларды шешу жолын іздестіруде.



## 2.2 Экологиялық факторлардың жіктелуі

Экологиялық факторлар топтастырыла отырылып, *виталдық немесе энергетикалық және сигналдық* деп бөлінеді.



8-сурет. Организмдердің қоршаған орта факторларының әсеріне бейімдеушілік дәрежесіне байланысты экологиялық факторлардың жіктелуі

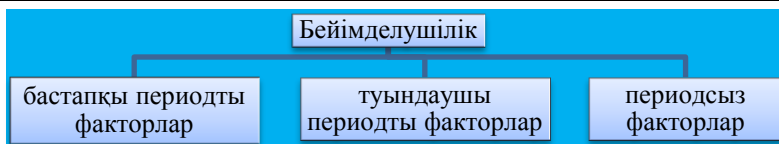
Мысалы, жарық – маңызды виталдық фактор. Өсімдіктер – фотосинтезді жүргізуде энергияның негізгі көзі. Сонымен қатар ұзақтығы әр түрлі биологиялық ырғақты уақыт бойынша қысқа күн, ұзақ күн болу мерзімдеріне әсер етеді. Бұдан жарықтың виталдық та, сигналдық та әсері болатыны көрінеді. Күзгі күннің қысқаруынан жануарлар мен өсімдіктер қысқы маусымның оның жағымсыз жағдайларының: жердің тоң болуы, азық тапшылығы суық ызғар сияқты жанама факторлардың жақындап қалғандығын сезінеді. Осы ықпалды сезіну сигналдық фактор деп аталады (8-сурет).

Экологиялық фактордың әсеріне организм реакциясының ерекшеліктерін, оның ішінде организмдердің адаптациясының кемеліне жету дәрежесін ескеріп, үш негізгі факторды топтастырып жіктеуді орыс ғалымы А.С. Мончадский (1897–1974) ұсынды.

Адаптация көне дәуірден басталса, оның кемелденуі соғұрлым жоғары болады. Оларды *бастапқы периодты факторлар, туындаушы периодты факторлар және периодсыз факторлар* деп бөледі (9-сурет).

Мысалы:

1 Жер шарының күнді айнала қозғалуы, уақыт, жарық, мұхит суының толысуы мен қайтуы *бастапқы периодты факторларға* жатады.



9-сурет. Адаптациялануына қарай факторлардың бөлінуі

2 *Туындаушы периодты факторлардың* өзгерісі бастапқы периодты факторлардың өзгеруінің салдары болып табылады. Мысалы, ауаның ылғалдығы температураға байланысты. Туындаушы периодты факторлар климаттық циклдерге тәуелді болады.

3 *Периодсыз факторларға* организмдер бейімделіп үлгере алмайды. Олар кенеттен білінеді. Мысалы, климаттық факторлар: кенеттен соққан дауыл, найзағай, өрттер, т.б. Сонымен бірге жыртқыштық және арамшөппен күресу үшін жүргізілген химиялық дәрілермен улау да жатады. Егер химиялық препараттар көп жыл қолданылса, туындаушы периодты факторларға ауысады, өйткені бейімделген түр пайда болады.

### Климаттық факторлар

Күн, энергия, жарық, температура, ауаның ылғалдылығы жаңбыр, атмосфера қысымы, ауа құрамының қатынастары микроклиматты және макроклиматты құрайды (10-сурет).

*Мезоклимат* – жергілікті климат. Орман, егістік жер, шалғынды алқап, т.б. Ол жердің температурасының ауытқуы түрдің экспозициясына байланысты.



10-сурет. Климат бойынша экологиялық факторлардың бөлінуі



*Микроклимат* – бұл организм қоршаған ортаның температурасы. Егер ауа температурасы 24°C болғанда, өсімдік жапырақтарының температурасы 9°C-қа жоғары көтеріледі, ал асфальтта 10°C-қа жоғарылайды.

Организм тіршілігі экологиялық факторлардың өзгерісінің ауытқу жылдамдығына да байланысты. Мысалы, ауа температурасының тез төмендеуі, көбелек гусеницаларының қырылуын тудырған, ал біртіндеп салқындағанда тіршілігін сақтаған.

### **Экологиялық қатар**

Өсімдіктердің топтастығы факторларға қарай бір жерде кеміп немесе көбейіп орналасады. Мысалы, Тянь-Шань тауында температураның төмендеуіне байланысты әр 100 м биіктікте өсімдіктер ауысып отырады.

Бұл особьтардың экологиялық жеке қасиеттеріне байланысты. Особьтардың экологиялық жекешелігі - бұл әрбір особьтардың тұқым қуалаушылық қасиеттері мен өзіндік ерекшелік қасиеттері қалыптасқан жиынтығы. Барлық қасиеттері бірдей болып келетін особьтар болмайды. Әр особьтың өзіндік ерекшелігі бар. Мысалы, суыққа, ыстыққа, аязға, бір түрге жататын особьтарды (100-1000) ұстасақ, әрқайсысы өзінше төзімділік көрсетеді.

Экологиялық қатар негізінен күн сәулесінің жарық көзінің күшіне қарай бөлінеді (11-сурет):



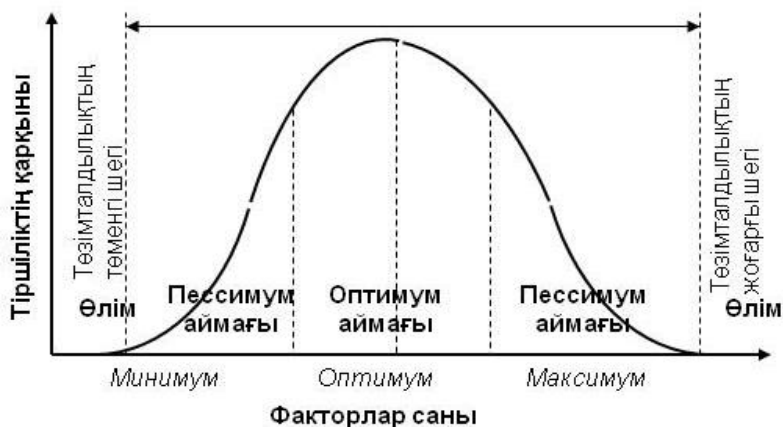
11-сурет. Экологиялық қатардың күн сәулесінің жарық көзінің күшіне қарай бөлінуі

Таулы жердегі организмнің тіршілігі сол жердің теңіз деңгейінен биіктігіне байланысты. Себебі, әр жүз метр көтерілген сайын  $0,6^{\circ}\text{C}$  градусқа төмендеп отырады. Жер шарының барлық белдеулеріндегі организмдер тіршілігі олардың қоршаған ортамен қарым-қатынасының экологиялық заңдылықтарымен түсіндіріледі.

### 2.3 Факторлардың организмге әсер ету заңдылықтары

**Оптимум және пессимум заңы.** Организмнің өніп дамуына, яғни тіршілік етуіне қолайлы ортасы – *оптимум зонасы*, ал тіршілікке қолайсыз шеткі жағы *пессимум зонасы* деп аталады. Оптимум зонасында популяция жоғарғы өнімділік пен өсімталдық береді.

Сонымен, организмдердің біртұтастығы мен олардың өзара қоршаған ортамен қарым-қатынас байланыстарындағы аймақтарды анықтайтын экологиялық жалпы заңдылықтар *оптимум* немесе қолайлылық заңы деп аталады (12-сурет). Организм тіршілігіне факторлардың артық әсері де, кем әсері де кері әсерін тигізеді. Экологиялық минимум және максимум зоналар организм тіршілігін әлсіретеді. Бірақ осыған төзімділік көрсетіп қалған түрлер *экологиялық валенттілікті* құрайды.



12-сурет. Экологиялық факторлардың әсерінің оның санына байланыстылығы

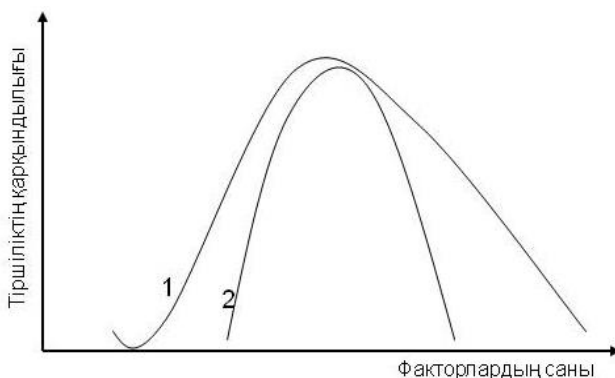




**Эврибионтты және стенобионтты түрлер.** Эврибионтты түрлер қоршаған ортаның өзгерістеріне төзімді, әрі тіршілікке бейім, таралу аймағы кең болады (грек тілінде *euros* - кең). Мысалы, ақ қайың, қарағай ағаштары солтүстікте де, оңтүстікте де тіршілік етеді, таралу аймағы кең. Егер экологиялық факторлар сай келсе, онда организм өмір сүруге қабілетті болып, ұрпақ береді. Қазақстанға жерсіндірілген ондатра, көгілдір түлкі, бұлғынды және кездейсоқ жолдармен енген колорадо қоңызын, аққанатты американдық көбелекті, т.б көптеген арамшөптерді мысалға келтіруге болады.

Стенобионтты организмдердің орта мен факторларға талғамы жоғары, таралу аймағы шектеулі (грек тілінде *stenos* – тар) болады. Мысалы, стенобионтты организмдердің эврибионтты организмдерден айырмашылығы олардың таралу аймағының шектелуіне байланысты морфологиялық, физиологиялық және экологиялық жағынан бейімделу ерекшеліктері басымырақ болады (13-сурет).

**Минимум заңы.** Кез келген организм топтарының өмір сүруі белгілі бір комплексті жағдайларға байланысты. Мысалы, өсімдік ылғал ауаны, жарықты, қоректік заттарды қажет етеді, ал осы қоректік заттардың бірі жетіспеген болса, онда организмнің жағдайы төмендейді.



13-сурет. Түрлердің экологиялық валенттілігі (ішкерімділігі).  
1 – эврибионттылар; 2 – стенобионттылар

Неміс ғалымы, химик Юстус Либих 1840 жылы «Минимум заңын» ашты. Ол өсімдіктерге тәжірибе жасап, өсімдіктің өсуі топырақтағы жетіспейтін ең аз микроэлементтің мөлшеріне байланысты болатынын дәлелдеген. Бұл элементтің орнын басқа элементтермен толықтырса да, өсімдіктер дұрыс жетілмеген. Нәтижесінде өсімдіктің өсіп-дамуын олар ең аз мөлшерде қажет ететін микроэлементтер анықтайтыны белгілі болған. Бұл Ю.Либихтың «*минимум заңы*» деп аталады. Ю.Либих организмнің төзімділігі оның экологиялық мұқтаждылығының ішіндегі ең осал буынына тәуелді болатындығын айтты. Одан шығатын қорытынды, экологиялық факторлар жиынтығында төзімділік шегіне ең жақын фактор күшті әсер етіп, басты фактор болып саналады.

*Максимум заңы.* 1913 жылы америка зоологы Виктор Эрнест Шелфорд лимиттік әсерлердің минимум заңына сай «максимум» заңын, яғни төзімділік шек заңын ашты. Оны *Шелфордтың толеранттылық заңы* деп атайды (латын тілінен аударғанда *tolerantia* – шыдау, төзу).

Экологиялық факторлар оптималды жағдайдан ауытқығанда организм тіршілігінің төмендеуінің жоғарғы шегі, организмнің тіршілігін сақтау ұстамдылығы, төзімділігі «төзімділік шек» деп аталады. Әрбір организмнің өзіне тән төзімділік шегі болады.

Кез келген жағдайдың толеранттық шекке жақындауы немесе одан жоғарылауы лимиттік жағдай немесе лимиттік (шектеуші) факторлар деп аталады. Төзімділік шегінен шығып кетсе, организм тіршілігін жояды.



Ю.Либих (1803-1873)



В.Э.Шелфорд (1877-1968)



Организм үшін максималды және минималды жағдай да қауіпті, организмде өзгерістер жүріп, оның тіршілігін жоюға дейін алып барады. Оны өлім жағдайы деп атайды. Өлім жағдайға жетпеу үшін организмге әсер ететін заттың белгілі бір шекті концентрациясы белгіленеді.

Толеранттық шек болатын факторлардың түрлері өте көп. Организмдер көбею кезінде, қоршаған орта жағдайы лимиттік фактор болады. Ыстық сүйетін өсімдіктер үшін аяз, солтүстік аудандарда күн сәулесі жетпей, ылғалдың артық болуы, ал оңтүстікте күн сәулесінің артық болуынан ылғалдылық жетпеуі лимиттік фактор мысалы бола алады.

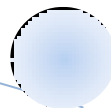
## 2.4 Организмдердің негізгі тіршілік орталары

Жер шарында алғашқы тіршіліктің пайда болуы, тірі организмдердің құрлыққа шығуы топырақ түзілу процестері бәрі де тірі организмдердің жер бетінде табиғи заңдылықтармен таралуына әкеп соқты. Нәтижесінде, эволюция барысында жаңа тіршілік ету жағдайларына бейімделген құрлық өсімдіктері мен жануарлары пайда болды. Олар жер шарының қолайлы ортасын мекендеп, өзінің тіршілік ортасына айналдырады.

Тіршілік ортасы дегеніміз – кез келген организмнің өсіп-өніп, көбеюіне ұрпақтарын жалғастыруға қолайлы табиғи-тарихи қалыптасқан орта(14-сурет). Қазіргі кезде жер шарында негізінен төрт тіршілік ортасы бар. Олар:



14-сурет. Организмнің өмір сүру ортасы



### 2.4.1 Су - тіршілік ортасы

Гидросфера жер бетінің жалпы ауданының 71 пайызын қамтиды. Судың негізгі қорын, яғни 94 пайызын мұхиттар мен теңіздер құрайды. Қалған 6 пайызы мәңгі мұздықтар, тондар, өзен мен көлдер үлесіне тиеді. Ғылыми зерттеу бойынша бүкіл гидросферадағы судың биологиялық айналымы 2 млн жылда аяқталады. Әлемдік мұхиттың сулары шамамен 3 000 жылда жаңарады да, ағынсыз көлдердің суы 200-300 жылда, өзендердің суы 12 күн сайын жаңарып отырады. Суларда жануарлардың 1 500 000, өсімдіктердің 500 000-нан астам түрлері тіршілік етеді.



Су ортасында мекендейтін организмдерді *гидробионттар* деп атайды. Құрлық жағдайымен салыстырғанда, мұхиттар организмдерге қолайлы орта болып келеді. Өйткені мұхиттағы организмдердің көп шоғырланған жерлері жер шарының қоңыржай белдеулер аймағына сәйкес келеді. Мысалы, құрлықтағы жануарлардың көптүрлілігі мұхиттардағы жануарлармен салыстырғанда жоғары болғанымен, биомассасы керісінше аз, ал өсімдіктер биомассасы әлденеше есе артық болып келеді.

Суға тән қасиет – қозғалғыштығы, соған байланысты судағы барлық организмдер жүзуге бейімделген.

Дегенмен, көптеген балдырлар, су мүктері, кейбір бентосты организмдер бекініп тіршілік етуге бейімделген. Жүзуге немесе баяу қозғалуға байланысты морфологиялық өскіншелер, жүзу немесе өсу аяқтары мен қанаттары, дене сыртында су жұқтырмайтын жылтырлақ (майлылық) пен т.б. көптеген қасиеттер пайда болған. Ағыны қатты тау өзендерінде тіршілік

ететін балықтардың денесі доңғалақ әрі ықшамды гидродинамикалы пішінде болып келсе, керісінше жазық жердегі көлдерде балықтар ірі, жалпақ болып келеді.

Су ортасының мынандай ерекше қасиеттері бар: су ортасының температурасы, судың тұтқырлығы, тұз концентрациясы, оттегінің мөлшері, корек қоры, т.б.



Альфонс Луи Пьер Пирамю Декандоль (1806-1893)



Джеймс Аллен (1864-1912)

### Су ортасының температуралық режимі

Су ортасының температурасы кұрлықпен салыстырғанда тұрақтылау болып келеді. Әлемдік мұхиттағы су температурасының ауытқуы үлкен емес ( $-2^{\circ}\text{C}$ -дан  $+36^{\circ}\text{C}$ -ға дейін). Ішкі, тұщы су қорларының қоңыржай белдеудегі ауытқуы  $-0,9^{\circ}\text{C}$ -дан  $+25^{\circ}\text{C}$ -ға дейін(15-сурет). Термалдық бұлақтарда, жылы жақтың ыстық, қайнап жатқан сулардың температурасы  $+100^{\circ}\text{C}$ -ға дейін жетеді. Температураның өте үлкен ауытқуларына төзімді организмдерге *прокариоттар* жатады (бактериялар, көк-жасыл балдырлар). Жалпы алғанда мұхиттар мен теңіздерде судың температуралық ауытқуы өте аз болғандықтан, ондағы организмдерге қолайлы жағдайлар көп.

Мұхит суы температурасының ауытқуы



Ішкі, тұщы судың қоңыржай белдеудегі ауытқуы



15-сурет. Мұхиттағы су температурасының ауытқуы

## Судың тұтқырлығы және тығыздығы

Судың тығыздығы ауаның тығыздығынан 800 есе жоғары. Әр түрлі тереңдікте жануарларға әр түрлі қысым әсер етеді. Орташа алғанда әр 10 метрге тереңдеген сайын қысым 1 атмосфераға артады. Мұхиттардың 1000 м тереңдігінде қысым 1000 атм болып, көптеген балықтардың теңіз тұңғиығына еркін өтуіне жол бермейді. Бірақ судың әр түрлі тереңдігінде тығыздық пен тұтқырлыққа қатысты организмдер түрліше бейімделеді. Өсімдіктерде механикалық ұлпалар нашар жетіліп, оңай йіліп жазылатын болып келсе, су жануарлары денесі майланып, сүйірленіп келеді.

## Гидробионттардың экологиялық топтары

Су ортасының факторларына байланысты суда тіршілік етушілерді *үш топқа* жіктейді (16-сурет):



16-сурет. Су организмдерінің жіктелуі

1. *Нектондар* – суда еркін жүзуге бейімделген организмдер (балықтардың әр түрлі формадағы өзінен ток шығаратын скаттар, ара балықшы, доп тәрізді, тікенекті өкілдері мен жыртқыш, паразит түрлері де кездеседі және киттер, тюлендер, морждар, дельфиндер, т.б. тіршілік етеді). Мысалы, электрлі скат өзінен 220-240В-тан шығарса, 600-ден астам организмдер суда жарық шығарады екен. Бұлар гидробионттардың жоғары ұйымдасқан бейімделу қабілетін көрсетеді.

2. *Планктон* (грек тілінен аударғанда *planktos*–қалықтаушы)-негізінен су ағысының көмегімен қозғалатын, судың беткі қабатында қалқып жүретін ұсақ организмдер жиынтығы.



*Олар ұсақ жануарлар-зоопланктон және өсімдіктер-фитопланктон болып бөлінеді.*

Фитопланктондарға микроскопиялық өсімдіктер (бір клеткалы): талшықтылар, диатомды көк-жасыл балдырлар жатады.

Зоопланктондарға (бір клеткалы) қарапайымдылар, шаян тәрізділер, моллюскалар, медузалар, салькалар кейбір құрттар жатады.

3. *Бентостар* –судың терең түбінде субстраттарда тіршілік ететін организмдер. *Олар да фитобентос, зообентос және бактериобентосқа бөлінеді.* Теңіз фитобентосы бактериялар мен балдырлардан тұрады. Тұщы су фитобентосы да бактериялар, диатомды және көк-жасыл балдырлардан тұрады. *Зообентос* – су түбіне бекінген немесе баяу қозғалатын, грунтты қазып, шөгінді астында тіршілік ететін жануарлар (шаян-тәрізділер, моллюскалар, теңіз жұлдызы). Су ортасында детриттер көп.

*Детриттер* дегеніміз – өлген өсімдіктер мен жануарлардың қалдықтарынан түзілген органикалық заттардың бөлшегі. Суда биофилтраторлар, яғни микроқуысты құрылымдардың көмегімен суды сүзіп қоректенетін жануарлар түрлері көп. Биофилтраторларға қосжақтаулылар, былқылдақ денелілер, отырықшы тікентерілер, асцидиялар, т.б жатады. Жануарлардың суға бейімділігі сан алуан. Ірі киттерде жақсы жетілген қанаттары мен ескек аяқтары болады. Тұщы су гидробионттарын су бетінде қалықтап, сырғанап жүретінін көлшік, ақпайтын тоғандарда байқауға болады. Олар "жүзгіш" насекомдар. Теңіз жануарларының көбі жоғарғы қысым жағдайында тіршілік етуге бейімделген. Оларға теңіз лилиясы, теңіз жұлдызы, глотурия, т.б. 3000-10000 м тереңдікте өмір сүретін организмдер жатады.

Организмдер үшін судың тұнықтылығы мен жарық режимі үлкен рөл атқарады.

**Жарық** судағыөсімдіктер үшін фотосинтез процесіне қажет болса, судың тұнықтығы ұсақ жануарлар үшін қажет. Судың терең қабаттарына толқын ұзындығы әр түрлі болатын жарық сәулелерінің сіңірілуі бірдей емес: ең алдымен, қызыл сәулелер, ал көк-жасыл сәулелер терең қабатына дейін жетеді. Осыған



байланысты судың бетіне жақын көк-жасыл, одан соң қоңыр, тереңінде қызыл балдырлар орналасады. Тереңдеген сайын жануарлар мен өсімдіктердің түсі де, көптүрлілігі де өзгере бастайды (17-сурет).

#### Судың тұздылығы.

Әлемдік мұхит суларының құрамында жерде белгілі элементтердің барлығы дерлік кездеседі. Олар хлоридтер, сульфаттар мен карбонаттар түрінде көп болады. Теңіздердің тұздылығы судың 1 л көлемінде 35 г/л-гедейін тұздар болатынын көрсетеді, ал тұщы судың 1 л көлемінде 0,5 г/л шамасында тұз болады. Тұщы су организмдері үшін кальцийдің рөлі үлкен. Тұщы су оттегіге бай келеді. Осыған байланысты мұндай суларда балықтардың тау албырты,



17-сурет.Тереңдеуге байланысты жануарлар мен өсімдіктердің өзгеруі

форель, хариус сияқты түрлері тіршілік етеді, ал оттегі аз көлдерде карась, жайын, сазан, табан балықтар еркін өмір сүре алады. Кейбір аз қылтанақты құрттар, хириноид, т.б. көптеген омыртқасыздар оттегі болмайтын терең қабаттарда кездеседі.

**Судағы көмірқышқыл газы.** Көмірқышқыл газының судағы мөлшері атмосферадағыдан 700 есе артық. Оның басым көпшілігі сілтілік және сілтілік жер металдарының карбонаттары мен гидрокарбонаттары түрінде болады. Су өсімдіктері фотосинтез процесіне қатысады.

**Судың қышқылдылығы (pH)** сутектік көрсеткіш судағы организмдерге абиотикалық фактор болып табылады. Ол 22°C кезіндегі  $C_H^+$  - сутегі иондарының концентрациясының теріс ондық логарифмі түрінде (л/моль санымен) анықталады.

$$pH = - \lg C_H^+$$



Тереңдеген сайын судың қышқылдылығы артады (рН кемиді). рН = 5,0 болған жағдайда балықтарға теріс әсер етеді, ал рН = 10,0 болса, онда балықтар да, жануарлар да өледі.

Оларға тән ерекше қасиеттер: дене тұрқының үлкеюі, известі сауыттардың болмауы, көз мүшесінің редукцияға ұшырауы, сезім мүшелерінің жақсы жетілуі, ең негізгісі тұз, су алмасу механизмінің жақсы жетілуі.

Бұл осмостық реттелу тұщы су балықтарында денесіндегі артық суды зәр шығару жүйесі арқылы шығарып, ал тұзды желбезек арқылы сіңіреді. Ал теңіз балықтары, керісінше, ащы суды ішіп, зәр шығару мүшелері арқылы артық тұзды шығарып отырады. Организмдердің биофилтраторлық, т.б. қасиеттері табиғатта және халық шаруашылығында суларды тазартуда пайдалануға болады.

Судағы өсімдіктерге келетін болсақ, оларды жалпылама:



деп бөледі.

Гидрофиттер суға жартылай көміліп өседі, ал, гидатофиттер – толық денесі суға батып тұратын өсімдіктер. Тамыр жүйесі судағы субстратқа бекінуге бейімделген, қоректі сіңіру бүкіл денесі арқылы жүзеге асады. Олар жүзуге немесе қалқып тұруға бейімделгендіктен, өн бойында қалтқа тәрізді өскіндері болады. Гидатофиттердің жапырақтары жалпақ немесе әр түрлі болады. Бұл құбылыс зат алмасу процесін жеңілдетеді. Су өсімдіктерінің бейімделушілік қасиетін – элодей, мүк, су сарғалдағы өнімдерінен көруге болады.

#### 2.4.2 Құрлық – ауа тіршілік ортасы

Құрлық – ауа кеңістігінде жануарлар мен өсімдіктердің эволюциялық даму жолында анатомия–морфологиялық, физиологиялық, экологиялық, мінез–құлықтың бейімделушіліктері қалыптасқан ортасы.

Мұнда атмосферада газдың құрамы, ылғал, тығыздық,



қысым, т.б факторлар метосфера қабатымен қабаттасып жатады. Құрлық пен ауаның тіршілік ортасында маңызды экологиялық факторлар: жарық интенсивтілігі, температуралық ауытқу күші, ауа-райының маусым мен тәулік бойынша өзгеруі болып табылады. Организмдердің экологиялық бейімделуін, мәселен оттегімен дем алу үшін тыныс алу мүшелерінің жетіле түсуінен (устица, өкпе, трахея), тірек қаңқасы, қолайсыз жағдайлардан сақтану әдістері, ұшуға бейімділіктерінен, т.б көруге болады.

**Атмосфералық ауа.** Ауа экологиялық фактор болып, тұрақты газдардың құрамы арқылы сипатталады. Ауаның құрамындағы аздаған өзгерістер тіршілік үшін қауіпті. Ауаның горизонтальды немесе вертикальды ағысы организмдердің ұшуына, қозғалысына көп ықпал етеді. Оған бейімделген насекомдар, құстар, сүтқоректілер ғана ұшуға қабілетті. Ауаның организмдерге тигізетін механикалық әсері де күшті. Ауаның температурасы, ылғалдылығы, күшті жел, боран мен дауылдар өсімдіктер мен жануарларды зақымдайды. Үнемі жел соғатын аралдарда кездейсоқ түскен құстар мен насекомдар қанатсызданып ұшуға қабілеті жоғалады. Ауада жел арқылы өсімдіктер тозанданып, тұқымдарының таралуына себебін тигізеді және оған бейімделеді. Мысалы, терек, шайқурай тұқымдары қылшықты, түкті, ал үйеңкі, шырша, қымыздық өсімдіктері ұрықтарында қанатша шыққан.

**Жауын-шашын** жер бетіне жауын, қар, бұршақ түрінде түседі. Олар ауа мен топырақтың ылғалдылығын өзгерте отырып, организмдерге тікелей және жанама фактор ретінде әсер етеді. Нөсер жауындар мен бұршақтар жалпы экожүйеге зиянды. Кейбір нөсер жауындардың соңы селге айналып, топырақтың құнарлы қабатын шайып, су эрозиясына айналдырады.

**Қар** – организмдер үшін қолайлы фактор. Қатты сұрапыл дауылдар мен қатты суықтарда қардың қалың болуы жануарлар мен өсімдіктерді аман алып қалған. Оның себебі сыртта суық-28°C болғанда, қар астында температура -4°C - -5°C болады екен. Бұл, саңырауқұр, кекілік, шіл, бөденелерге қолайлы орта, ал елік, жабайы шошқа, маралдар үшін қолайсыз жағдай болып табылады. Жануарлар мен өсімдіктер суықтан аман қалуы үшін

денесін мамыққа орап, жылы жаққа кетіп немесе тыныштық күйге еніп, соған бейімделеді.

Топырақ ылғалдылығы жер шарының географиялық зоналарына байланысты тұрақтанады. Осыған байланысты өсімдіктер мен жануарлар тіршілік формасын қалыптастырады.

Өсімдік үшін тамырға жақынырақ бойлап енетін гравитациялық су маңызды. Топырақта капиллярлық және гигроскопиялық сулар ылғалдылықты ұстап тұрады. Топырақ ылғалын ыза(грунт)суы да көбейтеді. Ыза суының жер бетіне жақын болуы,оттегі мен минералдызаттардың сіңірілуіне кедергі жасайды.

### 2.4.3 Топырақ - тіршілік ортасы

Топырақ негізінен жер және су өсімдіктері үшін субстрат болып табылады. Өсімдіктер топырақтан минералды заттарды алып фотосинтез өнімінің түзілуін жүргізеді. Топырақтың қасиеті әр түрлі. Өсімдік үшін қажетті ылғал, ауа, жылу және тұзды орта болып келеді.

Топырақтың жоғарғы қабатында өсімдіктерге қажетті азот, калий, кальций, фосфор және т.б химиялық элементтер жинақталған. Егер топырақ өсімдіктерге қажетті элементтерге бай, әрі құнарлы болса –*эутрофты (эвтрофты)*, ал қоректік заттар аз болса –*олиготрофты*, қоректік заттар мүлдем аз жерлерді *дистрофты* деп атайды (18-сурет).



18-сурет. Топырақтың құнарлығы бойынша бөлінуі

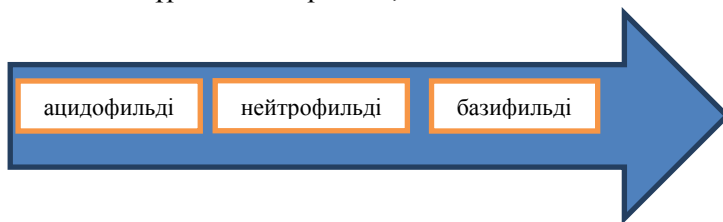
Топырақтың құнарлы қабатын түзуде микроорганизмдердің рөлі зор. Олар өсімдік, жануарлар қалдықтарын ыдыратып,



топырақты оттегімен және органикалық заттармен байытады. Оларға: бактериялар, саңырауқұлақтар, актиномициттер, қарапайымдылар және балдырлар жатады. Өсімдік тамырлары жанында тіршілік ететін ризосфералық микроорганизмдер топырақ пен өсімдік арасын жалғастырады. Олар атмосфера ауасына молекулалы азотты сіңіріп, өсімдікке қажетті азот қосылыстарына айналдырады. Топырақта жалпы балдырлардың (жасыл, көк-жасыл, диатомды) 250-дей түрі кездеседі.

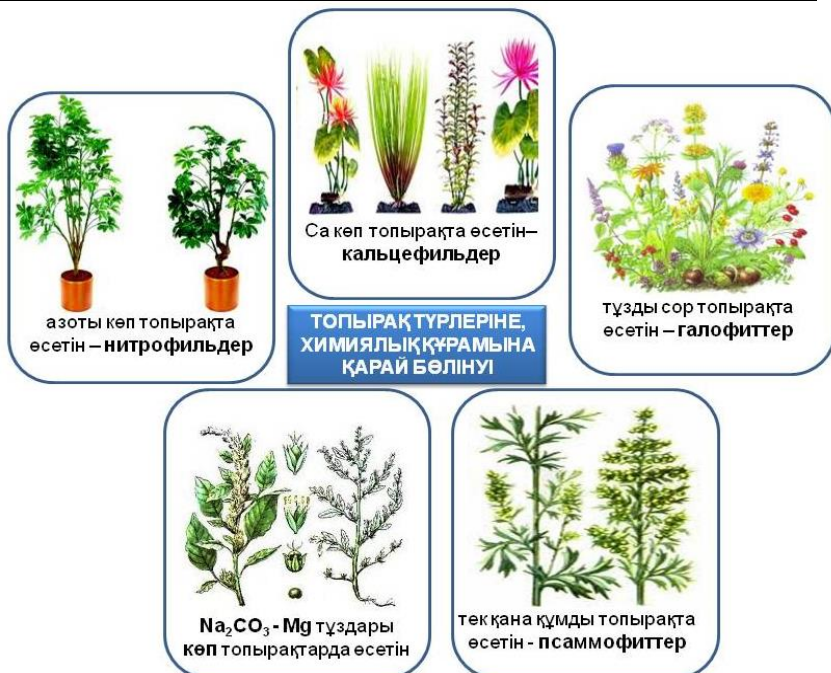
Топырақтың микро және өлі табиғат арасындағы тропикалық қарым-қатынастар топырақ түзілу процесін, топырақтың кара шіріндісін арттырады. Топырақта денесі ірілеу, үнемі қозғалып тіршілік етуге бейімделген буынаяқтылар, буылтық құрттар, омыртқасыздар өкілдері көп кездеседі. Мысалы, жауын құрты топырақтың қарашірігін көбейтуде ауыл шаруашылығында пайдаланылады. Өйткені бір гектар жердегі жауын құрттары жылына жер бетіне 80-90 т топырақты шығарып, қопсытады. Сондықтан жауын құрттары арнайы лабораторияларда өндіріліп, егістіктерге жіберіледі. Өсімдіктер үшін топырақ қышқылдылығы абиотикалық орта болып табылады.

Қышқыл топырақта тіршілік ете алатын өсімдіктерді - *ацидофильді*, ал сілтілі топырақта тіршілік ететін өсімдіктерді - *базифильді* өсімдіктер, ал нейтраль жерде өсетін өсімдіктерді *нейтрофильді* өсімдіктер деп атайды (19-сурет). Топырақ ерітіндісінің қышқылдылығы топырақ микроорганизмдерінің тіршілігі мен құрамына әсер етеді, активтілігін төмендетеді.



19-сурет. Топырақ ортасының қышқылдылығына қарай өсетін өсімдіктер

Топырақ түрлеріне, химиялық құрамына қарай өсімдіктер бірнеше топқа бөлінеді (20-сурет):



20-сурет. Топырақтың химиялық құрамына қарай өсетін өсімдіктер

**Топырақ организмдерінің негізгі топтарын:** топырақ макрофлорасы, микрофлорасы және топырақ микрофаунасы, макрофаунасы құрайды.

Топырақ организмдерінің негізгі топтарын құрайтын топырақ макрофлорасына – өсімдік тамырлары, топырақ микрофлорасына балдырлар, саңырауқұлақтар, актиномицеттер, бактериялар және ультрамикроскопиялық формалар жатады.

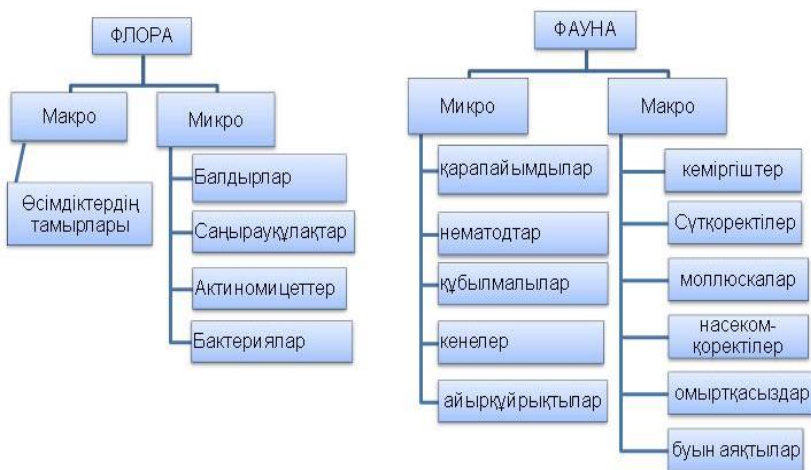
Ал топырақ микрофаунасына сүтқоректілер мен омыртқасыздар кіреді. Қарапайымдылар топырақ микрофаунасының негізгі өкілдері болып табылады.

Табиғатта топырақтың түзілуіне және дамуына байланысты барлық негізгі процестерге, өсімдіктердің өсуіне және топырақ құнарлығына әсер ететін тірі организмнің алуан түрі молынан қоныс тепкен. Топырақтағы барлық табиғи әсерлер өзінің табиғаты жағынан тікелей немесе жанамалы түрде биохимиялық реакциялар болып табылады.

Топырақта өсімдіктер дүниесімен қатар жануарлар дүниесі де өмір сүреді. Өсімдіктер дүниесінің өкілдері сан және сапа жағынан көп болып келеді.

Топырақтың құрамындағы флора мен фауна көлемі мен пішінінің үлкен-кішілігіне қарай макро және микроорганизмдерге бөлінеді.

Өсімдіктер мен жануарлар дүниелерінің, яғни топырақтағы организмдердің негізгі топтарын суретте берілген тәртіппен орналастыруға болады (21-сурет):



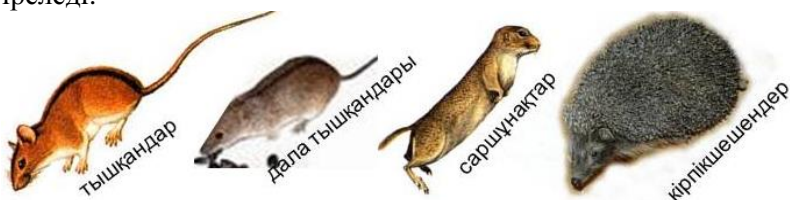
21-сурет. Топырақтағы организмдердің негізгі топтары

**Топырақ макрофлоралары** – бұл өсімдіктердің тамыр жүйелері. Тамыр жүйелері органикалық затқа бай болғандықтан, топырақ қарашірігінің (гумусының) қорлары толықтырылады, шіріп бара жатқан тамырлар топырақта өмір сүретін микроорганизмдер үшін кіші тіршілік көзі болып табылады.

Тірі тамырлар өсімдіктердің қоректену процесінде топырақтан белгілі бір заттарды сіңіреді, осылайша топырақ ерітінділерінің тепе-теңдігінің бұзылуын тудырады. Тамырлар өздерін қоршаған топырақ ортасына демалу процестерінің нәтижесінде пайда болатын көмірқышқыл газын және кейбір органикалық қосылыстарды бөліп шығарады, бұлар тамыр аймағында әр түрлі микроорганизмдердің белсенді көбеюіне

ықпал етеді. Тамырлардың айналасындағы топырақ микроорганизмдерге бай және басқа қоршаған топырақтан физика-химиялық қасиеттерімен де, микробтар құрамының санымен және түрлерімен де ерекшеленеді. Бұл тамыр айналасы аймағын ризосфера деп атайды.

**Топырақ макрофаунасы** негізінен өңделмеген ормандарда және жазық дала топырақтарында таралған кеміргіштерден (тышқандар, дала тышқандары, саршұнақтар, қосаяқтар, құмтышқандар, шақылдақтар) және насеком қоректілерден (көртошқандар, жертесерлер, кірпікшешендер) тұрады (22-сурет). Ірі омыртқалы жануарлардың рөлі негізінен алғанда топыраққа механикалық әсер етуге (қопсыту, араластыру, топырақты бетке шығару), сондай-ақ ас қорыту процестерінің салдары болып табылатын кейбір химиялық реакцияларға келіп тіреледі.



22-сурет. Кеміргіштер мен насеком қоректілер

Топырақ макрофаунасына сонымен бірге топырақтың тұрақты немесе уақытша тұрғындары болып табылатын көптеген омыртқасыз жануарлар жатады. Бұл шаян тәрізділердің өкілдері (есек құрттар): көп аяқтылар, құрт-құмырсқалар (қоңыздар, шыбындар немесе олардың личинкалары; құмырсқалар мен термиттер), құрттар және моллюскалар.

Макрофаунаға жататын топырақ омыртқасыздары топырақ аэрациясы мен дренажына ықпал етеді, өсімдік төсемдерін ұсатады және сіңіреді, топырақты өсімдік қалдықтарымен араластырады, топырақ қабатында микроорганизмдер клеткаларын таратады. Макрофаунаға жататын топырақ омыртқасыздарының кейбіреулері (нематодтар, кенелер) паразит болып табылады және ауру тудырып, өсімдіктердің өлуіне әкеледі, тірі тамырларды зақымдай алады.



Макрофаунаның негізгі өкілі жауын құрттарының топырақтағы рөлі айтарлықтай зор және бұл толық зерттелген. Олардың кейбір топырақтағы саны 1 гектарға шаққанда миллиондаған организмге жете алады, ал биомассасы 90-нан 500 кг-ға дейін жете алады. Жауын құрттары топырақ бетіндегі өсімдік қалдықтарымен қоректенеді. Құрттардың ас қорыту жолдарында өсімдік массасы топырақпен және құрттар топырақтан сіңірген кальцийден ерекше бездерде түзілетін бормен араласады. Құрттардың нәжістерінің *pH* мәні топыраққа карағанда жоғарырақ болады, олар өндеген топырақ органикалық заттарға бай және онда жалпы азот (N), нитраттар ( $\text{NO}_3^-$ ), кальций (Ca) мен магний (Mg) және фосфордың сіңірілетін формалары көбірек. Сонымен, жауын құрттарының қызметін топырақ құнарлығын арттыру факторларының бірі ретінде қарастыруға болады.

**Топырақ микрофаунасы.** Қарапайым омыртқасыздар – топырақта өмір сүретін протозоеалар топырақ микрофаунасының кең тобын құрайды. Олар -



22а-сурет. Топырақ микрофаунасының өкілдері

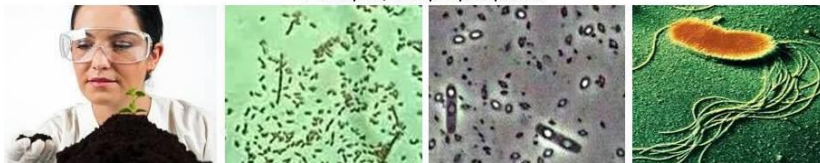
**Топырақ микрофлорасы.** Топырақ микрофлорасын құрайтын микроорганизмдердің саны топырақта көп болып келеді.

Микрофлораға балдырлар, саңырауқұлақтар, актиномициттер және бактериялар, сондай-ақ барлық ультрамикроскопиялық формалар жатады. Олардың топырақтағы жалпы биомассасы 3-5 т/га-дан 10-15 т/га-ға дейін барады.

Микроорганизмдердің бұл массасы жер бетінің аса зор көлемін алатынын ескере отырып, олар жүргізетін биохимиялық процестердің қандай зор қарқынға жететінін көз алдымызға елестетіп көруге болады.



Топырақ микрофлорасы

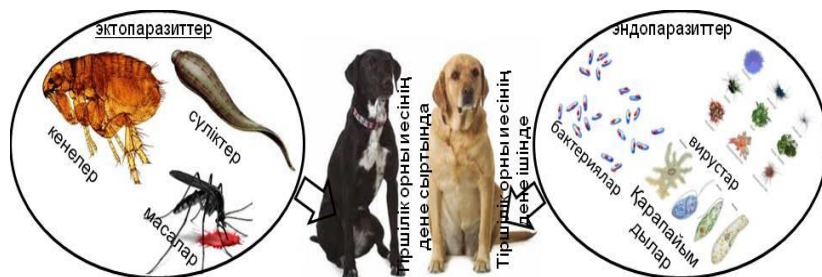


Микроорганизмдер топырақта үздіксіз өсу, көбею және өлу жағдайында болады. Бактериялық клетка тәулігіне өзінің салмағынан 30-40 есе көп болатын заттардың мөлшерін өңдей алады және өте тез көбейеді, демек, әрбір бес сағат сайын олардың саны қолайлы жағдайларда шамамен алғанда 1000 есе арта алады. Егер бактериялық клетканың орташа салмағын  $0,2 \cdot 10^{-2}$  мг деп алатын болсақ, 16 сағаттан кейін бір клетканың ұрпағының үздіксіз көбею жағдайында 4 млрд-тан асып, ал олардың жалпы салмағының шамамен 1 мг болатынын есептеп шығу қиын емес.

Микроорганизмдердің топырақтағы іс-әрекеті есебінен топырақта өсімдік және жануарлар қалдықтарының минералдық заттарға ыдырау, қарашіріктің синтезі және ыдырауы, атмосфералық азотпен көмірқышқыл газының сіңірілуі органикалық заттарға қосылу процестері үздіксіз жүріп отырады. Топырақта микроорганизмдердің күрделі физиологиялық белсенді метаболиттері: ферменттер, витаминдер, ауксиндер, антибиотиктер, токсиндер, амин қышқылдары және басқа қосылыстар да пайда болады. Өзінің тіршілік әрекетімен топырақтың микробтық қоныстанушылары өсімдіктердің өміріне, одан кейін жануарлар мен адамның өміріне зор және алуан түрлі әсер келтіреді.

#### 2.4.4 Организмдердің өзі - тіршілік ортасы

Табиғатта өсімдіктер, жануарлар және микроорганизмдер өз тіршіліктерін екінші бір организмнің арқасында жалғастырып отырады. Оған көбіне паразиттік тіршілік ететін, эпифиттік тіршілік ететін организм түрлері жатады. Организмдер арасындағы байланыс көбіне паразиттік түрде жүреді. Паразиттер *эктопаразиттер* және *эндопаразиттер* болып бөлінеді (23-сурет):



23-сурет. Организмдер арасындағы байланыс түрлері

Иесінің денесінде өмір бойы бірге тіршілік ететін тұрақты паразит түрлері бар. Организмнің бір мүшесін де ғана тіршілік ететін – бит, ұлпа, жегілер, т.б. кездеседі.

Сорғыш құрттар, жалпақ құрттар өзінің иесін даму сатысының бір немесе бірнеше сатысында ғана пайдаланып, қалған өмірін басқа жерде өткізеді. Кейбір паразиттер иесін уақытша ғана пайдаланады. Паразиттік құбылыс өзінің бағыты саласы тұрғысынан да әр алуан. Паразиттік қарым-қатынастар өсімдік пен өсімдік, өсімдік пен жануарлар немесе жануарлар мен жануарлар арасында болып отырады.

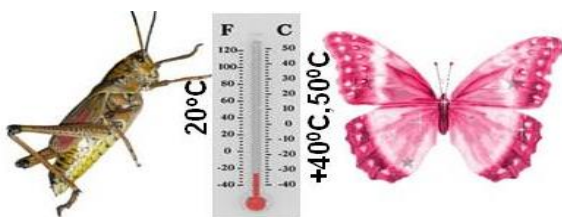
Арамшөп паразиттерін арамшөптерді жоюға қарсы күресте қолдану тәжірибесі жүзеге аса бастады. Мысалы, Қазақстанда у кекре, ақмия, дала арамсоюуы, жусан жапырақты амброзия, көбенқұйрық, т.б. арамшөптердің паразиттерін көбейтіп, оларға қарсы қолдану тәжірибелері жүргізілуде.

#### 2.4.5 Организмдердің қоршаған орта жағдайына бейімделуі

Биосфера көлемінде тіршілік ортаға абиотикалық жағдайлар анықтаушы, шектеуші және реттеуші факторлар ретінде әсер етеді. Климаттың әртүрлілігі– температуралық ауытқулар және ылғалдылық ареалдардағы түрлердің географиялық өзгергіштігінің пайда болуы, нәтижесінде қоршаған орта жағдайларына байланысты тірі организмдерде аналық дәрежеден ерекше морфологиялық арнаулы белгілердің пайда болуына әкеп соғады. Тіршілік ету формаларына қарай жалпы габитустық бейімделушілік ерекшеліктері эволюция

барысында пайда болады. Сонымен, *бейімделушілік* (адаптация) – организм құрылысының және атқаратын қызметінің өзгерген тіршілік ортаға бейімделуі.

Экологиялық факторлар тірі организмдердің географиялық таралуын қамтамасыз етіп, ареалдардың көлемі мен мазмұнына әсер етеді. Ареалдардың шекаралары жоғарғы және төменгі өлшемдермен анықталады (24-сурет). Мысалы: жылу сүйгіш түрлер үшін шектеуші фактор төменгі температура болып саналады (шегіртке 20<sup>0</sup>С), ал суық стенотермиялық түрлер үшін жоғарғы температура +40<sup>0</sup>С – 50<sup>0</sup>С (капуста көбелегі).



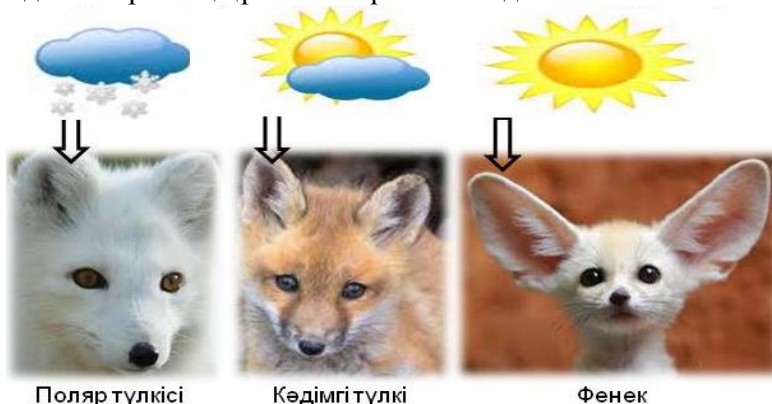
24-сурет. Ареалдардың жоғарғы және төменгі өлшемдерінің әсері

Жануарларда температураның өзгеруіне қарай көптеген морфологиялық бейімделуі айқын білінеді. Мысалы, түсінің өзгеруі, май жинау, жүндерінің қалыңдауы, т.б.

Температуралық жағдайлар түрдің географиялық өзгергіштігін туғызады, бұл тәуелділік Бергман ережесімен түсіндіріледі. *К.Бергман ережесі* бойынша (1847ж.) дене мөлшері ірі, жылықанды жануарлар анағұрлым салқын аудандарда таралған. Бұл ереже бойынша, жануарлардың дене мүшелері өскен сайын, оның денесінің беткі ауданы – квадрат, ал оның көлемі куб бойынша артады, яғни ірі жануарлар денесінің беті майда жануарларға қарағанда үлкен болады. Сондықтан суық жерлерде тіршілік ететін жылықанды жануарлар үшін дене мөлшері үлкен, ірі болғаны, ал ыстық климатта тіршілік ететіндер үшін майда болған пайдалы. Бұл ережені бірнеше түр тармақтары немесе жақын түр өкілдері арқылы түсіндіруге болады (25-сурет). Мысалы, ең ірі ақ аю оңтүстікке қарай қоңыр (кішілеу), ал гималай аюы кішкентай болады. Соңғы ереже бойынша *жылықанды жануарлардың тропикке қарай*

құлақтары, құйрықтары, т.б. ұзарады. Олардың денелерінің кейбір бөліктерінің ұзаруы жылу бөлінудің жоғарлауынан, мысалы: оңтүстікте мекендейтін түлкінің аяқтары мен құлақтары ұзын, денесі жіңішкеуе болады. Ал бойы 30 см болатын Солтүстік Африканы мекендейтін түлкінің құлағы 15 см және одан да көп болады.

*Д.Аллен ережесі* бойынша (1877 ж.) дене температурасы тұрақты жануарлардың салқын климаттық белдеулерде денесінің шығыңқы бөліктері кішірейеді. Мысалы, экологиялық жағынан бір-біріне жақын түрлер: поляр түлкісінің тундрада мекендейтін түрлерінің құлағы кішірек, қоңыржай белдеуде мекендейтін түрінің құлағы орташа, ал Африка шөлдерінде мекендейтін түлкінің құлағы өте үлкен болады.



25-сурет. Географиялық белдеулікке байланысты түрдің өзгеруі

Ылғалдылық омыртқалы жануарлардың таралуына ғана емес, сонымен қатар денесінің түсіне де әсер етеді. Ылғал климатта тіршілік ететін жануарлардың түсі ыстық климатта тіршілік ететін популяцияларға қарағанда ашық, қанықтау болады. Мысалы, Кавказ леопарды, үндіафрикалық леопардқа қарағанда ашық түсті болып келеді.

Шөл және далалы жерлер жануарлардың түсі сарғыш-қоңырлау болып, топырақ түсіне жақын болып келеді. Ол жануарлардың қорғаныс мүмкіндігін арттырып, тіршілік ортада емін–еркін өмір сүруіне жағдай жасайды.

**Температура** – организмдердің жер бетіне таралуын анықтайтын факторлардың бірі. Жылудың тек абсолюттік мөлшері ғана емес, оның уақыт бойынша таралуы маңызды болып табылады. Жылу режимі Қазақстан жағдайында оңтүстіктен солтүстікке қарай өзгеріп отырады. Суықтан немесе ыстықтан қорғану үшін өсімдіктердің әр түрлі табиғат зоналарына бейімделген формалары келіп шыққан. Швейцар және француз ботанигі О.П.Декандоль (1832 ж.) барлық өсімдіктерді физиологиялық топтастығына қарай алтыға бөлді.

Гекистотермді



суық сүйгіш жоғарғы Арктикалық таулы аймақ өсімдіктері.

Микротермді



қатты суық емес, біркелкі жауын болатын аудандарда өсетін өсімдіктер.

Мезотермді



қоңыржай орташа жылы аудандарда өсетін өсімдіктер.

Ксерофилді



құрғақ, жылы климат өсімдіктері.

Гемиксерофилді



қатты құрғақшылыққа жылдың бір немесе екі мезгілінде болады, соған шыдамды Африка сахара даласы мен орта Азия өсімдіктері.

Гидромегатермді



экваторлы, тропикалық зона жылуды, ылғалды көп керек ететін өсімдіктер.

*26-сурет. Әр түрлі табиғат зоналарына бейімделген барлық өсімдіктердің физиологиялық топтастығына қарай бөлінуі*

Тундра өсімдіктері балдырлар, мүктер аласа жер беттенген болып келсе, ал тропика мен субтропика өсімдіктері жылу режимінің кішкене өзгерісіне шыдамайды, жапырақтарының түрін өзгертіп, құрғап, кеуіп кетуден сақтануға бейімделген. Шөл, шөлейт жерлерде өсетін өсімдіктердің сабақ, жапырақ, тамыр мүшелері түрін өзгерткен. Мысалы, Қазақстанның шөл,





шөлейтті аймақтарында өсетін: сексеуіл, тікенек, жантақ, теріскен, жусан, изен, қылша, құм анациясы, т.б. атауға болады. Жоғарғы және төменгі температура өсімдіктерінің анатомиялық-физиологиялық өзгерістерін де туғызады. Мысалы, жоғары температура өсімдіктерінің суды буландыруы азаяды, транспирациясы төмендейді. Ал төменгі температураның төмендеуі өсімдіктердің клеткасында қант, т.б. органикалық заттардың көбейіп, суыққа төзімділігін арттырады (26-сурет).

## **2.5 Абиотикалық факторлардың организмдерге әсері**

### **2.5.1 Жарықтың әсері**

Биосфераға жарық өте қажет, өйткені ол фотосинтезге қатысып, өсімдіктер үшін энергия көзі болып табылады.

Жарық немесе күн сәулесі қалың атмосфера қабатынан өтіп, электромагнитті толқындар болып жерге түседі. Олар организмдерге түрліше әсер етеді. Оның әсері әр түрлі организмдерде жүйелік фотосинтез, алғашқы өнім, зат алмасу процестеріне әсер ететін көзге көрінетін сәулелердің қуатына, организмнің реакциясына байланысты.

Организмдердің жарыққа қажеттілігі түрліше болады. Эволюция барысында организмдерде жарықтың жеткілікті не жеткіліксіздігіне байланысты түрлі бейімделушіліктер мен адаптациялық механизмдер пайда болады. Жарық сүйгіш өсімдіктерде ассимиляциялық процестер күшейсе, көлеңке сүйгіштер жарық қуатының төменгі мөлшерінде жақсы өсіп жетіледі. Жарыққа қажеттілік организмнің жасы мен қасиеттеріне байланысты. Ересек организмдерге қарағанда олардың жасырақтары жарықты аз қажет етеді. Жануарларда көзге көрінетін жарық сол организмнің тәуліктік және жыл мезгілдік өзгерістеріне байланысты бейімделуші қасиеттері арқылы әсер етеді. Организмдер үшін күннің ұзақтығы олардың көбею процесінің факторы болып табылады.

Өсімдіктерде жарықтың жеткіліксіздігі өсу процесін тежейтін фактор болып саналады. Жануарлардың көптеген түрлері үшін күннің ұзақтығы, жарықталынудың өзгеруі көбею ритміне әсер етеді. Жарықтың организмдердің көбею процесіне физиологиялық әсер етуінің механизмі өте күрделі. Ол тек қана





эндокринді жүйені ғана емес, сол сияқты қоректік факторды да қамтиды. Тәжірибе нәтижесінде алынған жаңа жарық тәртібі жануарлардың көбею процесінде үлкен өзгерістердің пайда болуына әкеп соғады.

Көзге көрінетін жарық сәулесінің жануарлардың мінез-құлығына да әсері күшті. Жануарлардың жарыққа байланысты әрекетінің ең қарапайым реакциясын фототропизм (грек. *tropos* – бұрылу) деп атаса, ал жарықтың қуаты, сапасы және күшінің жануарлардың қозғалу бағытына әсерін *таксис* деп атайды.

Жарықты жерде тіршілік ететін жәндіктер үшін *жарық оң таксис* болса, қараңғыда тіршілік ететін жануарлар үшін (мысалы жарқанат) – *теріс таксис* (грек. *taxis* – тұрған орын) болады.

Жарықтың түсуіне қарай өсімдіктер 3 топқа бөлінеді:

<i>гелиофиттер</i>	<i>сциофиттер</i>	<i>толерантты</i>
жарық сүйгіштер	көлеңке сүйгіштер	көлеңкеге шыдамды өсімдіктер

1-ші топтарға жарық жақсы түсетін ашық, жазық жерлерде, мысалы: далалық, шабынды, тау биігінде өсетін өсімдіктер мен су беті өсімдіктері және мәдени өсімдіктер жатады (бидай, қарақай, құнбағыс, т.б.) (27-сурет).



27-сурет. Жарық сүйгіш - гелиофиттер

2-ші топтағы көлеңке сүйгіштер тіке түскен жарықты сүймейді, қараңғылау жерлерде, қуыстарда су түбінде өседі. Олар топырақтың беткі қабатында сирек кездеседі (28-сурет).

Өсімдіктер топтастығының төменгі ярусында тіршілік етеді (папоротник, мүктер) және бөлме өсімдіктері де жатады.



28-сурет. Көлеңке сүйгіш – сциофиттер

*Анатомиялық-морфологиялық бейімделуі.* Әр түрлі жарық жағдайына байланысты өсімдіктердің сыртқы бейнесі әр түрлі болып, тіпті жапырақ пластинкаларының көлемі бірдей болмайды. Бұл белгі тұқым қуалаушылық морфологиялық ерекшеліктеріне байланысты да болады, дегенмен, көбіне күн радиациясы өсімдіктердің қабылдау шамасына байланысты.

*Көлеңкеге шыдамды өсімдіктердің* жапырақтары қалың, тығыз орналасқан (қылқан жапырақтылар, шырша) ал жарық сүйгіш өсімдіктердің жапырақтары сиректеу, сидан, өсіңкі. Өсімдіктердің жасына байланысты жарыққа қатынасы өзгереді. Көлеңкеге шыдамды өсімдіктер тобы да бар. Өсімдіктердің көлеңкеге шыдамдылығы басқа экологиялық факторларға да байланысты. Оңтүстікке қарағанда батыс бөлігіндегі ареалда өсімдіктер күнді жақсы сүйеді. Көлеңкедегі кейбір түрлердің тіршілік ететін орнынан жарықтау жерге ауыстырғанда, тундрадағы өсімдіктер ашық жерлерде жақсы өседі. Карпат тауларының етегіндегі шыршалы орманда өсетін бұталы өсімдіктер, альпі белдеуінде ашық бұталы, шалғынды жерде өте жақсы өседі.

*Өсімдіктердегі физиологиялық адаптация.* Жарық жағдайына қарай өсімдіктердің тіршілік қызметі де өзгереді. Жарық сүйгіш өсімдіктердің өсу процесі жарықтың аздығына байланысты бірден тоқтайды (көлеңке өсімдіктеріне қарағанда). Жарық сүйгіш өсімдіктерге қарағанда көлеңке өсімдіктері жапырақтарында хлорофилл саны жоғары болады. Ол жапырақтардың түсінен де көрінеді. Жарық жердегі өсімдіктер жапырақтарында 1,5-3 мг хлорофилл (1га), көлеңке жерде 4-6 мг хлорофилл болады. Жарық жағдайы тек хлоропласт санына ғана емес, жапырақтың пигмент құрамына да әсер етеді. Жарық



жақсы түсетін ашық жерде жасыл сары түсті пигменттер жасыл пигменттерге карағанда көп. Әсіресе, жарық құрамы спектрлерінің өзгерісі су өсімдіктерінде әр түрлі тереңдікте өсімдіктердің пигмент құрамының өзгерісін туғызады. Жарық судың беткі бөлігіне түскенде жер беті өсімдіктеріне түскен сәуледен кем болмайды. Ал судың терең қабатында қоңырқызыл түсті спектр бөлігі көп жоғалады, ең терең түбіне негізінен жасыл, көгілдір және көк түсті сәулелер жетеді. Соған қарай саяз суларда өсімдіктер жасыл пигментті, тереңдеу суларда қоңырқай, ең терең суларда қызыл пигментті болады. Жарықтың интенсивтілігіне байланысты фотосинтез өзгерісінің жалпы формасын оның хлорофилл саны айқындайды. Фотосинтездің активтілігінің негізгі мәні фермент рибозидифосфаткарбоксилаза қызметінде, ол жарық күн өсімдіктерінде көп.

*Өсімдіктердің жарық режиміне мерзімдік адаптациясы*

Өсімдіктер тіршілік еткен орынға жарық және көлеңке барлық уақытта бірдей әсер етпейді, ол белгілі бір вегетациялық кезеңіне күшті әсер етеді. Сондықтан өсімдіктер жарықтың мерзімге байланысты түсуіне қарай бейімделеді. Өсімдіктердің вегетациялық мерзіміне қарай жарықты керек етуін былай бөледі:

<i>Эфемероидтар</i>	<i>Вегетациялық</i>
вегетациялық мерзімі қысқа көпжылдық шөптесін өсімдіктер. Қар кетісімен көктеп, гүлдеп, жер беті бөлігі тез жойылады, жер астында тыныштық күйде болады. Бұл жылдық циклге байланысты жүреді	мерзімі ұзақ өсімдіктердің жарыққа маусымдық адаптациясы ерте көктемнен күздің аяғына дейін созылады. Бірақ оларда фотосинтездің жүруі көктемнің аяғы, жаздың басында жақсы жүреді. Осы қысқа кезеңде өсімдіктердің негізгі массасы пайда болады

*Фотопериодтылық.* Жарық режимінің маңызын сипаттайтын фотопериодтылық, күн ұзақтығы, дәлірек тәуліктегі жарық күн ұзақтығының қараңғы түн бөлігіне қатысы. Күн ұзақтығының өзгерісі географиялық ендікке байланысты. Күн ұзақтығы өсімдіктер үшін маңызды. Өсімдіктерде вегетациялық кезеңнен генеративті кезеңге дейін дамуы фотопериодты кезеңде өтеді. Осы өсімдіктердің күн ұзақтығына сезімталдығы

*фотопериодты реакция* деп аталады. 1920 жылы В. Гарнер және Н. Аллардом фотопериодтылықты ашты. Бір сорттың көктемде және күзде теплицада гүлдеп, ал жазық жерде жазда гүлдемегенін байқаған. Бұл өсімдіктердің әр түрлі таксономиялық қасиетімен тіршілік ету формаларына байланысты. Өсімдіктерді фотопериодты құбылысына қарай төмендегідей топтарға бөледі:

- Қысқа күн өсімдіктері үшін тәулікте жарық 8-12 сағаттан кем болмау керек.

- Ұзақ күн өсімдіктері вегетациясының ұзақтығы 12-20 сағаттан артық болады.

- Кейбір түрлерде осы екеуінің ортасында вегетациялық процесс өтеді.

- Фотопериодтылығы бейтарап өсімдіктер де бар. Олардың гүлдеуі күн ұзақтығының әйтеуір бір уақытында болады. Әр түрдің өзінің критикалық фотопериоды болады. Өсімдіктің өзінде уақытты дәл өлшеу қабілеті бар. Мысалы, хризантеманың шектік күн ұзақтығы уақыты 14 сағат 40 минут, ал 13 сағат 50 минутта гүл қауызы, бүршік пайда болмайды. Өсімдіктердегі фотопериодтылық өте әлсіз жарық интенсивтілігін қабылдайды. Мысалы, күріш алкабында 274 м жердегі шам жарығынан олар вегетациялық күйде ұзақ қалған өсімдіктердің әлсіз жарыққа сезімталдығы күн ұзақтығының критикалық уақытына ғана, жарық түскенге ғана байланысты емес, күн мен түннің алмасуына да байланысты.



хризантеманың шектік күн ұзақтығы уақыты 14 сағат 40 минут, ал 13 сағат 50 минутта гүл қауызы, бүршік пайда болмайды.



### **2.5.2 Температураның тірі организмдерге әсері**

Абиотикалық факторлардың ішінде температура ең негізгі факторлардың бірі болып саналады. Әр организм белгілі бір температура аралығында ғана өмір сүруге бейімделген.

Олардың дене температурасы сыртқы орта температурасына байланысты, тек қана кейбір түр өкілдерінде температураның белгілі мөлшерін тұрақты сақтап тұратын бейімдеушілік механизмдері болады. Қоршаған орта температурасының организмдерге әсері сандық және сапалық болуы мүмкін. Температураның сандық әсері организмдердің жеке даму ерекшеліктеріне де байланысты, әсіресе, организмдердің белгілі температуралық мөлшерді қажет ететін кезеңдерінің маңызы зор. Мысалы, төменгі температурасының қысқа мерзімді әсері олардың өз дәрежесіне дамуына жағдай жасайды. Ортаның жылу факторы тірі организмдердің тіршілік нышандарына, биологиялық қозғалыс пен белсенділігіне, фотосинтезге, зат алмасуға, т.б. процестерге әсер етеді. Организмдердің физиологиялық белсенділігі орта температурасы қалыпты тіршілік аймағының төменгі шегі арқылы өтетін мөлшерінде басталады. Жалпы айтқанда тірі организмдер протоплазмасының қасиетіне орай температураның  $0^{\circ}\text{C}$ -тан  $50^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі аралығында олардың өмір сүруіне қолайлы жағдай бар.

Метаболизм процестеріне байланысты организмдер тіршілігінің жоғарғы шегі әр түр ерекшеліктеріне қарай әр қилы болады. Мысалы, жәндіктерге метаболизм белсенділігі температураның әр түрлі деңгейінде байқалады, ол жылу сүйгіш организмдерде  $51,3^{\circ}\text{C}$  болса, ал суық климатта –  $20^{\circ}\text{C}$ .

*Әр түрлі ендіктегі өсімдіктердің жылу режиміне қатынасы.* Жер бетінде өсімдіктердің таралуында жылу бірінші орын алады. Тропикалық зона өсімдіктері жылу режимдерінің кішкене өзгерісіне шыдамайды. Батыс бөліктегі тіршілік ететін төменгі өсімдіктер жайы мүлдем басқаша, оларға жер территориясының өзгерісі шекараға әсер етпейді. Олар мұхиттармен жоғарғы ендіктерде тіршілік ете береді. Төменгі сатыдағы өсімдіктердің төменгі температураға бейімделуі олардың анобиозға қабілеттілігінен көрінеді. Төменгі температураға кейбір жоғарғы өсімдіктердің де Солтүстік Сібірде -  $46^{\circ}\text{C}$ -қа



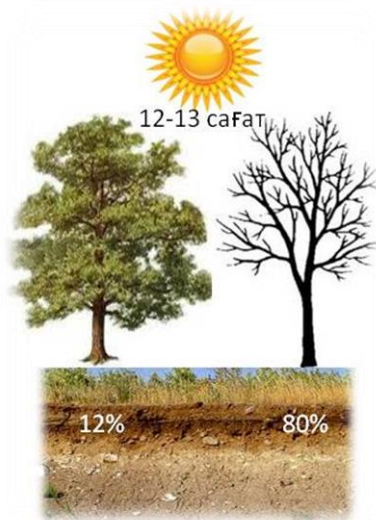
(Арктикалық) жапырақтары мен бүршіктері қатты суықтан кейін, көктемде қайта өсіп дамыған. Ал ормандарда мокрицаның қардан кейін өскіндері мен жапырақтары жасыл болып шығады. Жоғарғы ендікте көптеген өсімдіктердің дәндерінің көктеуіне  $0-1^{\circ}\text{C}$ , ал өсіп шығуы үшін  $+2+3^{\circ}\text{C}$  керек. Өсімдіктер әр жерде әр түрлі өседі. Өсімдіктердің өте төмен температура мен күшті ыстықты жеңіп шығу қасиеті жылу тұрақтылығы деп аталады. Өсімдіктердің жылу тұрақтылығы протоплазманың қасиеті мен қорғану механизмдерінің күштілігіне байланысты. Мысалы, ағаш тектес, бұталы өсімдіктер төтенше жағдайларға, температураға жапырақтарын түсіріп бейімдейді, ал шөптесін өсімдіктердің жер үсті бөлігі өліп, қатайды. Егер қалыпты жағдай туса, кейбір өсімдіктер қайта жанданып, транспирациялау қасиеті өседі. Өсімдіктердің жеке бөліктері мен органдарының өте күшті суық пен жоғарғы температураға шыдамдылығы әр түрлі болады. Ауа температурасы мен өсімдіктердің температурасы көп сәйкес келе бермейді.

Өсімдіктер тіршілігі үшін жылу ең маңызды экологиялық фактор болып саналады. Жерге берілетін жылу шамасы күн сәулесі энергиясына және оның жерге жеткенше тасымалдануы, таралуына байланысты.

Атмосфера қабаты мен топырақтың температурасының реттеуін анықтайтын радиациялық тепе-теңдік (жылдық, айлық сәуле радиациясы). Радиация әр түрлі уақыт аралығында атмосфера мен топырақтың беткі қабатында жұтылған және одан таралған күн энергиясының жиынтығын көрсетеді. Радиациялық тепе-теңдік оң және теріс болады. Оң болғанда берілген жылу шығатын жылудан көп болады. Жер шарында орталық Антарктида аудандарында жылдық радиациялық тепе-теңдік оң, ал тепе-теңдіктің айлық көрсеткіштері қыс мезгілінде жоғарғы ендікте теріс болады.

Радиациялық тепе-теңдік экватордан теріс көрсеткіштер заңдылығымен жоғарылай береді. Радиациялық тепе-теңдік дәрежесі жер бетінде өсімдіктердің зоналарға бөлінетін орындарына, өсімдіктердің тіршілігіне және ондағы топтас-тыққа үлкен әсерін тигізеді, әсіресе радиациялық оң көрсеткішін күндізгі күн жартысындағы сағатта, ал максималды теріс тепе-теңдікті түнде анықтайды.

Түндегі радиациялық тепе-теңдіктің өзгеруі күндізгі сағатқа қарағанда аз. Жер беті ауа қабатының температурасын топырақ жұтқан жылу анықтайды. Жазда кей жерлер 60-тан 80<sup>0</sup>С-ға дейін ысыды. Ол ыстық топырақтың төменгі қабатына одан тереңдеу қабатына тарайды. Жылу көбіне судың булануына жұмсалады. Сәскеде жылу алмасу топырақ пен ауаның арасында тұрады. Осыдан жоғары төмен және топырақтың терең қабатына тарайды. Жылудың өзгеруі топырақ бетінде өсімдіктер жабындысы болған кезде өте күрделі жүреді. Олар күн сәулесін өз бойларына жұтады. Ол өсімдіктердің қалың орналасқанына байланысты. Өсімдіктер топырақ температурасы мен ауа температурасын да өзгертеді. Бұған ормандағы өсімдіктердің түрі мен топырақтың ылғалдылығының әсері үлкен. Сонымен қоса жапырақ жайғанша, жапырақ жайғаннан кейінде температура әр түрлі болады. Мысалы, олар күн сәулесінің жапырақ жоқ кезде 12-13 сағат ішінде 80% өткізсе, жапырақ жайған соң 12% өткізген (29-сурет). Ашық жердегі ауаның айырмашылығы орманға қарағанда 1,2<sup>0</sup>С, егін даласында 2,5<sup>0</sup>С, бұнда орманмен салыстырғанда жылу өсімдіктердің өсуі мен дамуына, оның тіршілігінің жүруіне әсер етеді.



29-сурет. Өсімдіктер топырақ температурасы мен ауа температурасын өзгертуі

### 2.5.3 Су және организмдер

Су – өсімдіктер мен жануарлар тіршілігінде маңызды рөл атқаратын компонент. Организмдердің сумен тығыз байланысын Жер бетіндегі тіршіліктің пайда болуы мен дамуының сулы ортадан басталғанымен түсіндіруге болады. Құрлықта тіршілік етуге көшу бейімдеушілік механизмдерін қажет еткен екінші реттік құбылыс болып табылады. Организм үшін судың маңызы





өте зор: ол – еріткіш, тасымалдаушы және тіршілік ортасы. Барлық тірі организмдер судан құралған, организмдердегі оның мөлшері 90%-ға дейін болады. Клеткадағы су мөлшерінің фотосинтез, тыныс алу, т.б. процестер үшін де үлкен маңызы бар.

Организмдер тіршілігіндегі судың маңызы оның экологиялық мәнін анықтайды. Судың сіңірілуі және бөлінуі арқылы анықталатын су тепе-теңдігі тірі организмдердің экологиялық жағдайын бағалауға және түсінуге мүмкіндік береді. Әр түрге жататын организмдердің сусыздануға тұрақтылығы түрліше, бұл жөнінен мүктер алдыңғы орында. Торф мүгі (сфагнум) 95-97%-ға дейін суын жоғалтып, кейін ылғал ортаға түскенде, өз тіршілігін қайтадан жалғастыра береді (30-сурет). Организмдердің ішінде олардың спорлы түрлері толық кеуіп кетуге өте төзімді, ал кейбір түр өкілдері үшін сусыздану әдеттегідей құбылыс болып суын жоғалтады.

Организмдердің суды сіңіру не бөлу процестері нәтижесінде сақталатын су мөлшері *су тепе-теңдігі* деп аталады. Эволюция процесі нәтижесінде су тепе-теңдігінің сақталуы үшін организмдерде әр түрлі бейімделушіліктер қалыптасты. Бұл бейімделушіліктердің арасы өте кең. Ол, жануарларда – жүйелік сұйықтардың өзгерісі, бөліп шығару органдары, ал өсімдіктерде ксероморфоздық (майда жапырақтылық, тікендер, тамыр жүйесінің дамуы) және суккуленттілік (су жинағыш тканьдерінің жақсы дамуы) түрінде көрінеді.

Сфагнум



30-сурет. Торф мүгінің суға төзімділігі жоғары

Организмдердің өз тіршілігін сақтап қалу мүмкіндігі ортаның ылғалдылығына байланысты. Кейбір түрлердің суға қажеттілігі өте жоғары. Мысалы, зауза қоңызы жұмыртқала-

рының ауа ылғалдығына, жануарлардың қозғалыс белсенділігіне де әсер етеді. Ылғалдың мөлшері организмдердің белгілі бір биотоп бөліктеріне енуін анықтайды. Мысалы, аналық масалар жоғары ылғалдылық жағдайында кештен таңертенге дейін белсенді тіршілік етеді.

### Су режимі және өсімдік типтері

Өсімдіктер сулы ортаның қатынасына қарай төмендегідей болып жіктеледі: 1. *Гидатофиттер* – су өсімдіктері, толығымен немесе жартылай бөлігімен суға батып тіршілік ететіндер (тұңғиық, сужапырақ, т.б.); су өсімдіктерінің біреуі су түбінде бекітіледі, ал жапырақтары су бетінде қалқып жүреді. 2. *Гидрофиттер* – көл жағаларында өсіп, тамырын топыраққа жіберіп, төменгі бөліктері суға батып тұратындар (қамыс, құрақ, иртамыр, т.б.). 3. *Гигрофиттер* – жоғары ылғалды ортада (топырақта, ауада) тіршілік ететіндер (кияқ, шытырлақ, қызыл-бояу, т.б.). 4. *Мезофиттер* – ылғалдылығы жеткілікті, бірақ мол емес жерде өсетіндер (астық, бұршақ тұқымдастар, барлық дақылды өсімдіктер және ағаштар).



31-сурет. Өсімдіктердің сулы ортаның қатынасына қарай жіктелуі

5. *Ксерофиттер* – қуаңшылықта, құмды, шөлді және шөлейтті жерде тіршілік ететіндер. Олар төмендегідей болып



бөлінеді: 5.1. *Склерофиттер*– қуаңшылыққа төзімді, құрғақ және қатты жапырақтары бар, сабағы су жинайтындар (сексеуіл, жыңғыл, селеу, тікенді ошаған) (31-сурет). 5.2. *Суккуленттер* – қуаңшылыққа өте төзімді, жапырақ-тары (огова, алоэ, көкмарал) немесе сабақтары (кактус) шырын-ды, етті болып келетіндер.

Кейбір түрлер тек гүлденген кезде қана су бетіне шығады (лютиктер, валлиснерия). Ал кейбір түрлер (роголистниктер) су ішінде гүлдейді. Гидрофиттердің эволюция процестерінде бейімделіп қалыптасқан белгілері бар.

1. Жарық жақсы түспейтіндіктен олардың хлоропластары эпидермисінде орналасқан.

2. Оттегі суда аз болғандықтан клеткааралық қуыстары өте үлкен. Өз денесімен салыстырғанда 70%-ын алып жатады.

3. Суда жүзіп жүретіндердің жапырақтарының пластинкалары ірі, су ішіндегілерінікі майда және жіпшелерімен торланған болады. Су асты өсімдіктерінің эпидермистері өте нәзік, устьицалары жоқ, суды тез өткізеді. Бірыңғай клеткалардан тұрады.

4. Судың тығыздығына қарсы тұратын механикалық тканьдері су өсімдіктерінде жапырақтары ортасына орналасқан, ол жапырақтар майысқақ, иілгіш болуына көмектеседі.

5. Су түбінде орналасқан өсімдіктерде су тамырлары арқылы емес, жапырақтары арқылы сіңіріледі.

Гидрофиттер құрылысының ерекшеліктері:

Олардың жапырақтарының, сабақтарының, тамырларының, клеткааралық жүйесі жақсы дамыған. Клетка аралығында ауа тұратын қуыс бар. Тамыры суда болғандықтан ерекше тыныс алатын тамырлары топырақ бетінде горизонталды түрде бірнеше метрге дейін барады. Жарықтағы тропикалық гидрофиттерге күріш және батпақта өсетін пальма, папирустар жатады.

Нағыз гидрофиттер гигроморфты құрылыста болады, пластиналары үлкен, жапырақ клеткалары да үлкен, клеткааралық губка тәрізді паренхимадан тұрады.

Шөл дала өсімдіктерінің тамырлары мықты келеді. Мысалы: сексеуілдің тамыры 30-40м тереңдікке дейін барады. Кей ксерофиттердің тамыр жүйесі екі ярусты біреуі 80 см, екіншісі 180см-ге дейін жетеді (күнбағыс ағашы).



Ксерофиттердің типтік сипаттамасы:

- Жапырақтары тығыз, қатты, қалың кутикулалы, эпидермис қабырғасы көп қабатты көптеген механикалық тканьнен тұрады. Сондықтан суды қанша көп жоғалтса да, серпімділігі мен қысымын жоғалтпайды.
- Көбіне жапырақтары оралып тұрады. Сонда жапырақтың устьица бар жағы жапырақтың оралған қуысында қалады. Күшті құрғақшылықта пластинкалардың шеттері тілімделеді.
- Көптеген ксерофиттердің жапырақтары жойылады, жоғарғы бетінің транспирациясы қысқарады.
- Ксерофиттердің жапырақтары күміс түсті және түкті, т.б.

Ксерофиттердің жер жағдайына бейімделуіне қарай А.П. Шенников оларды екі топқа бөледі:

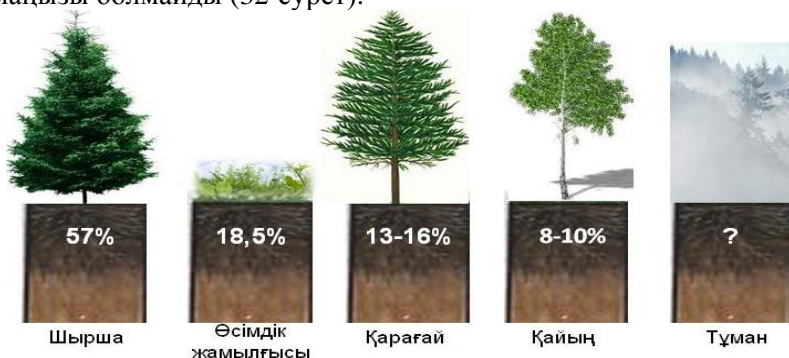
<i>суккуленттер</i>	<i>склерофиттер</i>
бұтақтары, жапырақтары етті, шырынды болып келетін өсімдіктер, паренхима тканьдері күшті жетілген, клеткасында су көп, осмос қысымы төмен - 500-670 кПа (5-6,7атм). Тамыры топырақтың жоғары бөлігінде орналасқан, тез өседі, суды жақсы сорады. Құрғақшылықта алдымен тамыры құрғайды, суккуленттер суды өте үнемдеп жұмсайды	қасиеттері суккуленттерге қарама-қарсы. Жапырақтарында артық су болмайды, жапырақтары қатты, клетка-Одағы осмос қысымы - 4000-10000 кПа (40-100атм), тамыр системасы өте күшті, ыстыққа төзімді, сыртқы факторларға өте сезімтал, нөсер, жауындардан ылғалды көп алады

Сонымен қатар ксероморфитті қасиеті бар, суық жерде өсетін өсімдіктерді *психрофиттер*, таулы жерлерде өсетін өсімдіктерді *криофиттер* деп атайды.

### **Әр түрлі су формаларының өсімдіктерге әсері**

Жауын-шашын қар түрінде және майда жаңбыр түрінде өте пайдалы, топырақтың ылғалдылығы бірыңғай тұрақты болады. Нөсер-жауын қысқа болады, өсімдіктерге пайдасыз. Топырақтың түріне, механикалық құрамына қарай ылғалдылық әр түрлі болады. Ірі түйіршікті құмды топырақ суды көп тартады, ал майда түйіршікті батпақты топырақта су көп тұрады. Қатты нөсер жауынның 30-40%-ы топыраққа сінеді, ал қалғаны сай жыралармен ағып кетеді. Судың топырақта жиналуы онда

өсетін өсімдіктерге де байланысты. Шырша тамырлары жаз айларында 57%-ға дейін суды ұстайды. Топырақтағы өсімдік жамылғысы – 18,5%, қарағай – 13-16%, қайың – 8-10%. Тұман формасында да ылғалдылықты береді. Бірақ оның өте үлкен маңызы болмайды (32-сурет).



32-сурет. Топырақтағы өсімдіктердің ылғалдылықты ұстап тұруы

Экологиялық маңыз беретін жағдай – ол ауадағы ылғалдылықтың жетіспеуі. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы жоғары болса, ауадағы ылғалдылық та жоғары болады. Ормандарда күн шығар алдында салыстырмалы ылғалдылық жоғары болады, ал күн шыққан соң төмендейді. Өсімдіктердегі су булану устьицаларына байланысты (1 гр. өсімдіктердің құрғақ қалдығына) өсімдік 200-ден 1000 г-ға дейін суды кетіреді. Бұны транспирациялық коэффициент деп атайды.

Өсімдік клеткасындағы осмостық қысымды, яғни өсімдіктің топырақтан суды тарту күшін паскальмен өлшейді. Ол өсімдіктің түріне, өскен жерінің экологиялық жағдайына байланысты өзгеріп отырады. Су – негізгі экологиялық фактор, оның ішінде лимиттік фактор. Ауылшаруашылық өсімдіктеріне ауаның құрғақ болуы, топырақтың құрғақ болуы әсер етеді. Астық дәндері құрғап, цитоплазма күйіп, хлорофильдері бүлінеді. Содан өсімдік клеткаларында сусыздану жүреді.

### **Орта ылғалдылығының жануарларға әсері**

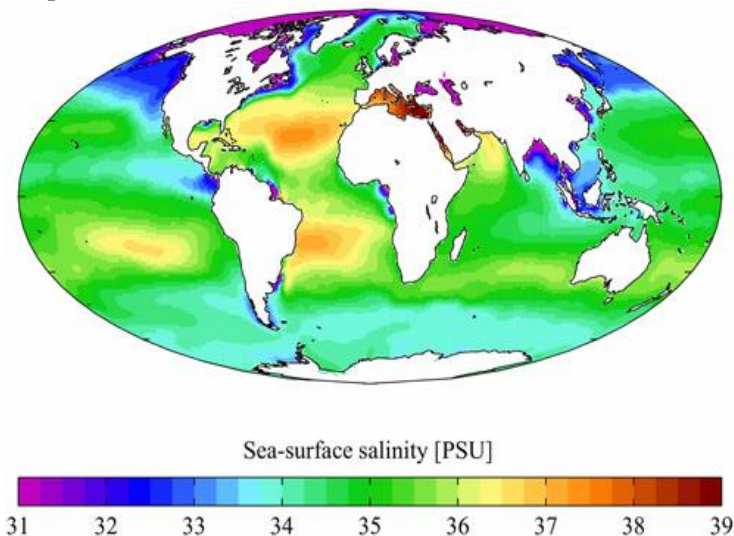
Ылғалдылық температура сияқты қоршаған орта факторы ретінде жануарларға жан-жақты әсер етеді. Ол жануарлардың мінез-құлығы мен жылу реттелуі, т.б. тіршілік процестерінде

үлкен қызмет атқарады, өйткені физиологиялық процестердің көпшілігі әрбір түрге тән ылғалдылық жағдайларында жүзеге асады. Органың түрлі компоненттерінің өзгеруі (ауа, топырақ, қоректік зат) жануарлар тіршілігінің кейбір жақтарына, жылу реттелу мен мінез-құлықтарына әсер етеді. Көптеген организмдерде ылғалды қолайсыз жағдайларға бейімделуге мүмкіндік беретін бейімделушілік механизмдер болады.

Баяу қозғалатын жәндіктердің тіршілік процестеріне ылғалдылықтың әсерін олардың белсенді және пассивті күйлерін бақылау арқылы зерттеуге болады. Бұл жануарлар өте аз қозғалады және белсенді күйден анабиоз жағдайына оңай, тез өте алады, ал ылғалды ортада қайтадан белсенді тіршілікке көшеді. Табиғатта бұл жәндіктер қыналардың ішінде көп кездеседі.

### **Органың тұздылығы және оның жануарларға әсері**

Организмдердің су орталарында таралуына және олардың еркін қозғалуына температура, тереңдік, тұздылық, т.с.с. әр түрлі факторлар тікелей әсер етеді. Тұздылық теңіздің аса маңызды бір көрсеткіші болып табылады. Орташа тұздылық немесе судың 1000 масса бөлігіндегі тұздардың 35 масса мөлшері немесе пайыз бойынша 3,5 % болып есептеледі.







Тұздардың ішінде 27% NaCl, қалғандары Mg, Ca, K тұздары. Организмдер үшін тұздылықтың температурасымен бірлескен әсері аса маңызды фактор болып табылады. Организм қалыпты тұздылық мөлшерінде өте жоғары температураларға төзімді болады. Тәжірибелер нәтижесінде көптеген теңіз жануарлары организмі үшін қалыпты шамалар  $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$  және тұздылықтың  $30 \pm 5\%$  мөлшері болып табылатыны дәлелденген.

Судағы еріген тұздардың концентрациясының сәл ғана ауытқуларының өзі тұзды суда тіршілік ететін организмдердің саны жағынан көп болғанымен, түр құрамы өте аз болғандықтан олардың таралуына едәуір әсер етеді. Мысалы: тұздылығы 2,0-7,0% болатын кездерде аз тұздылыққа шыдайтын тұщы су балықтары: көксерке, шортан сияқтылар мекендесе, ал теңізде тікенді балығы осы мөлшердегі тұздылықтың аздығына қарамастан емін-еркін тіршілік етеді.

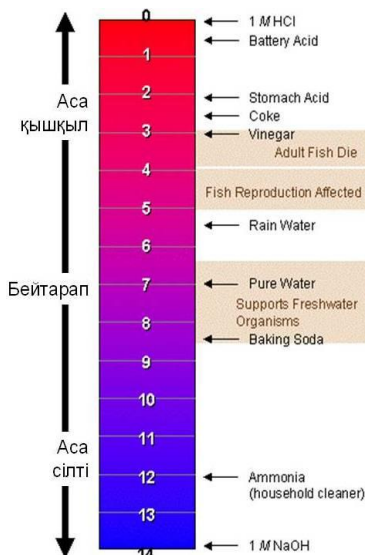
### Реакция ортасы (pH) және организм

Құрлықта және суда тіршілік ететін жануарлар үшін белгілі бір маңызы бар факторлардың бірі сутек иондары концентрациясы немесе ортадағы pH мөлшері болып саналады.

Сутек иондарының концентрациясы көп жағдайда карбонатты жүйеге, яғни ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) карбонат және ( $\text{HCO}_3$ ) бикарбонат иондарының концентрациясына байланысты болады.

Карбонатты жүйе  $\text{CO}_2$  мөлшерін реттеп отыратын буфер болып табылады. Көмірқышқыл газының аз ғана мөлшері фотосинтез процесінің жиілігін арттырады және көптеген организмдердің

даму процесін жетілдіреді, әр түрлі организмдер pH мөлшерінің әр түрлі деңгейіне бейімделген. Мысалы, торфты жерлердің



33-сурет. Реакция ортасы (pH)





қышқыл суларында сфагнум мүгі жақсы өседі, бірақ сол жерлерде қос жақтаулы моллюскалар тіршілік ете алмайды. Балықтар судың қышқылдығы 5,0-тен 9,0-ға дейінгі мөлшерінде тіршілік ете алады. Сондықтан  $pH$  5,0-тен төмен суларда балықтың өсімі төмен болады. Оның себебі,  $pH$  мөлшері кем болатын қышқыл сулар мен топырақтарда биогенді элементтер аз болады. Мұнымен қатар  $pH$  - фотосинтез бен тыныс алу процестерінің жылдамдығын анықтайтын индикатор болып табылады (33-сурет).

#### 2.5.4 Эдафиттік факторлар

Топырақ табиғи дене ретінде Жердің беткі құнарлы бөлігі болып табылады. Топырақ құрамы және түстері жөнінен бір-бірінен ерекшеленіп тұратын қабаттардан тұрады. Топырақтың қарашірінді қабатында оның қарашіріктену процесі әр түрлі кезеңдерге бөлінеді. Мысалы,  $A_0$ -төсеніш-детритті компонент, ол әр түрлі микроорганизмдердің (бактериялар және саңырауқұлақтар), майда буынаяқтылармен (топырақ бүргелері) бірге топырақтың органикалық заттарын ыдырататын, өзгеше бір экологиялық жүйе болып табылады. Топырақтағы органикалық және минералды заттардың концентрациясы тірі организмдердің өсіп дамуына әр түрлі жағдай жасайды.

Топырақтың экологиялық қасиеті әр түрлі. Өсімдік үшін негізінен су, ауа, жылу және тұзды орта болып табылады.

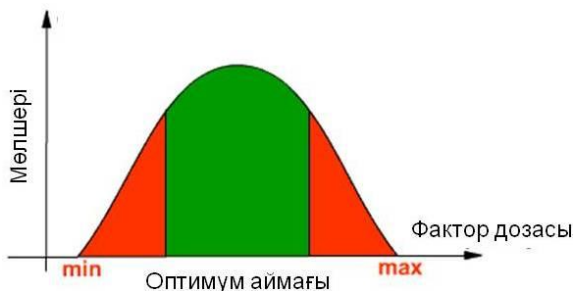
Топырақта құм көп болса, суды көп өткізеді, су тұрмайды. Ал балшықты топырақта ылғал көп болса, су жақсы ұсталады.

Топырақта органикалық қалдықтар көп, олар ыдырайтын және ыдырамайтын болып бөлінеді. Топырақ қарашіріктері органикалық заттарға байланысты. Ол негізінен гумин қышқылы мен фульво қышқылынан тұрады. Бұлар өсімдіктің негізгі қорегі. Микроорганизмдер көмегімен күрделі қосылыстар ыдырап, өсімдіктерге сіңімді түрге енеді. Қарашіріктер жылууды және ылғалды жақсы ұстайды.

Топырақ түтіктері, қуыстары өсімдік тамырларының тыныс алуын жақсартады. Су режимін жүргізеді. Ауа құрамы жыл мезгіліне, ылғалдылығына байланысты өзгереді.

Топырақ негізінен микроорганизмдердің тіршілік орны. Оларға бактериялар, саңырауқұлақтар, актиномициттер, кара-

пайымдылар мен балдырлар жатады. Көк жасыл балдырлар молекулалары азотты сіңіре алады. Көбіне топырақ микроорганизмдері өсімдік тамырлары жанында тіршілік етеді. Оларды ризосфералар зонасы дейді. Топырақ пен өсімдік арасын жалғастырады. Топырақта жалпы балдырлардың жасыл, көк жасыл және диатомды балдырлардың 250-дей түрі кездеседі. 1м тереңдікке дейін барады. Микроорганизмдер топырақта органикалық заттарды пайдаланады, қоректенеді, ыдыратады. Топырақтағы химиялық және биологиялық факторлардың (34-сурет) барлығы топырақтың ауа, тұздылығын және жылу, су режимдерін анықтайды.



34-сурет. Топырақтағы факторлардың оптималды аймағы

Топырақ факторларының аймақтар тіршілігіне әсеріне қарай оларды топырақ – экологиялық аймақтар топтары құралады.

### Топырақ қышқылдылығына өсімдіктердің қатынасы

Өсімдіктер үшін топырақтағы химиялық факторлар, яғни топырақ ерітіндісінің  $pH$  реакциясы негізгі рөл атқарады. Ол топырақ ерітіндісінің сутек ионының мөлшеріне байланысты. Әр түрлі топырақтарда  $pH$  – 3-тен 11-ге дейін көрсетеді. Өсімдік түрлеріне байланысты  $pH$  әр түрлі болады: қылқан жапырақты ормандарда  $pH$  - 5 қышқыл болады, торфтарда 4 - 4,5.

Күшті сілтілі реакция ( $pH$  9,2-9,9) топырақтың бетінде көп болады. Топырақ ерітіндісінің қышқылдығы топырақ микроорганизмдерінің тіршілігі мен құрамына әсер етеді. Күшті қышқыл мен күшті сілті топырақтар топырақ микрофлоралары мен топырақтардың маңызды түрлерінің активтігін төмендетеді.

Мысалы, нитрификациялаушы, азотсіңіруші микроорганизмдер. Топырақтағы  $pH$ -ты анықтай алу қасиетіне қарай өсімдіктерді топырақтың жағдайын анықтайтын индикатор есебінде пайдаланамыз, яғни өсімдік түрлеріне қарап топырақтың  $pH$  шамасын анықтаймыз. Мысалы, емен өскен жер топырағы нейтралды және әлсіз сілтілі болады. Қарағайлар қышқылды топырақта өсе береді (35-сурет).



35-сурет. Топырақ  $pH$ -ның өзгеру аймағы

Топырақтағы химиялық элементтер ішінде өсімдіктер үшін маңыздысы N, F, K, Ca, Mg, S, Fe және микроэлементтер (мысалы, бор, мырыш, молибден). Осы әрбір элементтің зат алмасу процесінде алатын өз орны бар. Оларды басқа элементтермен алмастыруға болмайды.





*36-сурет. Қоректік заттардың болуына қарай топырақтың аймақтарға бөлінуі*

Егер топырақ өсімдіктерге қажетті элементтерге бай болса, құнарлы болса – *эутрофты* немесе *этрофты* аймақтар, ал қорек заттар аз болса (тек минералды элементтер) *олиготрофты* (кедей топырақ), ал ортасын – *мезотрофты* деп атайды. Қоректік заттар мүлдем аз болса, *дистрофты* жерлер деп атайды (36-сурет).

**Тұзданған топырақтың өсімдіктерге әсері**

Біздің планетамызда барлық топырақтың 25%-ға таяуы тұзды топырақ. Көп өсімдіктер үшін топырақ ерігіштігі тұздардың артық болуы оларды уландырады. Тез еритін тұздар өсімдіктер цитоплазмасына жеңіл ене алады. Практикада байқалғаны, әсіресе өсімдіктер үшін хлоридтік тұздану қатты әсер етеді, екінші орында сульфаттық тұздану жүреді.

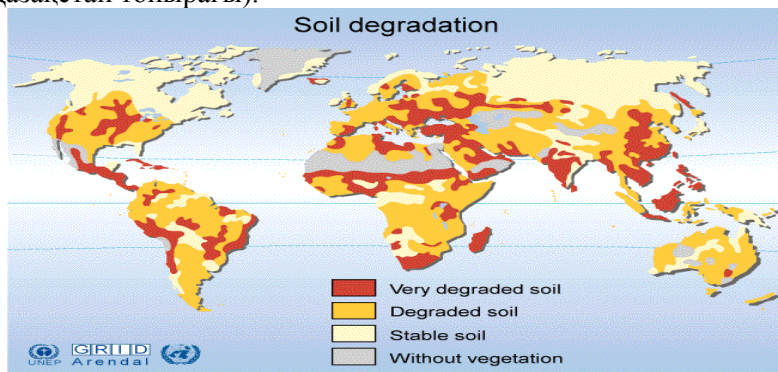
Тұздың артық концентрациясы өсімдік қысымына әсер етеді, су жүруі нашарлайды, улану жүреді. Улану кейде азоттың көп жиналғанынан да болады, зат алмасу жүрмей, өнімде нитраттар көбейеді (белок ыдыратады). Тұзданудан белок синтезі жүрмей, өсімдіктердің өсуі тоқтатылады. Сортаңды жерлер үнемі топырақ тұзды ерітіндісімен ылғалдылықта болады. Жазда кеуіп, тұз қабыршақтанады. Тұз концентрациясы бірнеше ондаған пайызға жетеді.

Топырақтың тұздылығына бейімделген өсімдіктер – *галофиттер*, тұзсыз топырақтарда өсетін өсімдіктерді *гликофиттер* деп атайды. Галофиттердің өзі былай бөлінеді:

<i>Эвгалофиттер</i>	<i>Криногалофиттер</i>	<i>Гликогалофиттер</i>
сортаң жерлердегі өсімдіктер, бұған суккуленттер жатады. Жапырақтары редуцияланған, етті, шетінде ассимиляциялаушы тканьдері бар, ортасы шырышқа толы кактус, алоэ, т.б. жатады.	тұзды бөлетіндер, бұл өсімдіктер ерекше без клеткасы арқылы өздерінен тұзды бөледі. Мысалы, кермек,	көбіне ксерофилді өсімдіктер. Мысалы, жусан тамырлары тұзды сормайды, өткізбейді. Сонымен, тұз клеткаларда жиналмайды. Сырдария жағалауында тамырын өте тереңге жіберетін өсімдіктер: қамыс, құрақ, қантқұрағы, қамыстаяқ, т.б.

жыңғыл, т.б. | өседі.

Сор жерлер топырақтың жоғарғы беті тұзды, құрылымсыз, кепкенде топырақ үсті сынып жатады (Каспий жағалауы, Қазақстан топырағы).



Көптеген галофиттер үшін топырақтағы тұз концентрациясының жоғарылығы – қолайлы факторлар. Мысалы, теңіз жолжелкені үшін өсімдік тұзының концентрациясы 2-3% болу керек екен, олар тұщы суда өспей, тіршілігін жояды.

#### *Псаммофиттер және литофиттер*

Бұлар топырақтың механикалық құрамына қарай экологиялық жағдайды білдіреді. Сусыған құмда өсетін өсімдіктерді *псаммофиттер* деп атайды. Құм массивтері, негізінен далалық аймақта, аридті зоналарда қалыпты зоналарды алып жатады. Көбіне теңіз жағалауында, көл, өзен жағалауында болады.

Құмның субстрат есебінде өз ерекшеліктері бар. Біріншіден, жылу режимі өзгеше. Мысалы, жылу сыйымдылығы аз, бірақ жылу өткізгіштігі күшті, құм тез қызады. Орта Азияның ыстық күндерінде құм беті 70-78<sup>0</sup>С-қа дейін барады, бұл кезде көлеңкеде ауа температурасы 40-43<sup>0</sup>С (2м биіктікте). Екіншіден, құм суды тез сіңіреді, ерітіндіде тұз мөлшері аз болады. Өсімдіктер өспейтін немесе аз өсетін құмдарда органикалық заттар жоқ. Ал өсімдіктер көп өсетін құмды топырақтарда қоректік заттардан азот қосылыстары мен минерал тұздар көп болады.

Құмның экологиялық ерекшелігі – құмның жылжуы, көшуі. Оларда желмен көшу жүреді, ол өсімдіктер тіршілігіне



қауіпті, олардың тамырлары ашылып, кеуіп қалады.

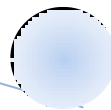
Псаммофиттерде өздерінің тіршілігін сақтау үшін қорғану қабілеті бар қосымша тамырлар пайда болады. Мысалы, жүзгіндерді құм басқанда сабақтарында (бұрынғы тамырдың үстінен) қосымша тамыр пайда болады және сабақтары тез өседі, 3-4 м-ге дейін құм басқанда олар қосымша тамырдың көмегімен аман қалады.

*Литофиттер* – тастарда, құздарда, жыраларда өсетін өсімдіктер. Тау жыныстарын үгітіп, ыдыратушы, автотрофты балдырлар, қыналар (қызыл, сары, қара) тас бетінде тіршілік етеді. Мұның топырақ түзілгенде үлкен рөлі бар. Тау-тас жыралары мен құздардың қуыстарында, жарықтарында тіршілік ететін өсімдіктерді *хасмофиттер* деп атайды.

### **Орографиялық фактор**

Рельеф (жер бедері) өсімдіктердің әр түрлі жағдайда тіршілік етуіне әсер етеді. Рельефтің әсер етуіне қарай құрлық бетінің температурасы мен жауын-шашын мөлшері қайта бөлінеді. Рельефтің төмендеу жағына қарай жауын-шашыннан су жиналғандықтан және суық ауа массасы көп болғандықтан, бұл жерлерге ылғал сүйгіш, жылуды көп талап етпейтін өсімдік түрлері өседі.

- оңтүстікте, жоғарғы рельефтегі жерлерде де жылуды жақсы көретін, ылғалды көп қажет етпейтін өсімдіктер өседі;
- жыраларда, өзен жағалауларында, салқын ауа массасы бар жерлерде ылғал сүйгіш, суыққа төзімді, көлеңкеге шыдамды өсімдіктер өседі;
- микрорельефтер әр түрлі микрожағдайды, климатты көбейтеді, сөйтіп өсімдіктердің жамылғысының мозайкасын тудырады;
- өсімдіктердің орналасуына ерекше әсер ететін макрорельефтер – таулар, жоталар, биік төбелер. Биіктік өзгерген сайын климаттық көрсеткіштер де өзгереді. Мысалы: температура, ылғалдылық, соның нәтижесінде өсімдіктердің жоғарғы белдеуі бөлінеді. Тау шатқалдарының мықты топырақтары өсімдіктерді су тасқындарының жуып кетуінен қорғайды. Бұл түрдің тіршілік ету формасының әртүрлілігі мықты түрлердің іріктелуін тудырады. Сонымен, таулар бір аймақтан екінші аймаққа өсімдіктердің жайылуын



болдырмайтын ортадағы барьер қызметін де атқарады. Ол әр жердің өз өсімдіктерінің түрлерінің сақталуын қамтамасыз етеді.

### **2.5.5 Ауа-экологиялық фактор**

Жасыл өсімдіктерде жүретін фотосинтез үшін  $\text{CO}_2$  қажет. Ол ауа құрамында 0,03%. Ауаның тағы бір компоненті– оттегі ( $\text{O}_2$ ), ол тірі организмнің тіршілік етуі үшін қажет.

*Ауа жылжуының* өсімдіктер үшін маңызы бар. Ол желдің әсерінен горизонтальды және вертикальды ауа массасының алмасуы, осының ішінде өсімдіктер үшін горизонтальды ауаның желмен алмасуы үлкен әсер етеді. Желдің өсімдік тіршілігіне әсері, біріншіден механикалық әсер. Мысалы, күшті желде ағаштар сынады, түбірі жұлынады, тамыры зақымданады. Сондықтан желге қарсы тамыры күшті ағаштарды отырғызады (емен, сібір қарағайы, эвкалипт, т.б.). Тұрақты біржақты тұратын желдер ағаштардың өсуін бұзады, олар тіке өспей желден иіліп өседі. Ағаштар кейде жалау формасында өседі, жел тұратын жағында жапырақтар өспейді.

Желдің маңызды, пайдалы жағы да бар. Жел болмаса анемофильді (тозаңмен ұшады) өсімдіктер ұрықтанбас еді. Оларға астық тұқымдастар, сора, т.б. жатады. Анемофильдердің бейімделу қасиеті бар: ерте гүлдейді (ағаш және шөптесін өсімдіктер), ұрықтары жеңіл, құрғақ, түскіш, үгітілгіш және көп болады. Мысалы, жүгерінің аталық тозаңы 50 млн болады. Олар ұзаққа ұшады (100 км-ге дейін), тозаңдар тез кеуіп кетеді. Жалпы желмен ұрықтану *анемогамды* деп аталады. Гүлдері түссіз, жеңіл, бояусыз болады.

Өсімдіктердің ұрықтары мен жемістерінің желмен таралуы *анемахорлы* (anemos грек. - сөзі жел және choreo - таралу) деп аталады. Оларда «аэродинамикалық» бейімделу жүреді, яғни олар ұшуға бейім болады. Мысалы, терек, шайқурай тұқымдары қылшықты, түкті, ал үйеңкі, шырша, қымыздық өсімдіктерінің ұрықтарында қанат шыққан. Ал кейбіреулерінде жемістерінің сырты үрілген шар сияқты ісінген, ұшуға бейім (кермек, ебелек). Олар ылғал жерге түссе тез орнығады, өседі.

Анемахорларға төменгі және жоғарғы споралы өсімдіктер жатады. Споралар желмен тез тарайды.





## ШТАРАУ

### ПОПУЛЯЦИЯЛАР ЭКОЛОГИЯСЫ

(Демэкология)

XX ғасырдың басында биология ғылымдарындағы генетикалық-эволюциялық дамумен байланысты популяция туралы түсінік тарихқа енді. Ең бірінші болып, 1903 ж. В. Л.Иогансен (дат биологы, Копенгаген университеті өсімдіктер физиологиясы институтының профессоры, швед ғылым академиясының мүшесі) «популяция» терминін ұсынып, «Бір түрге жататын особьтар топтастығын біркелкі емес генетикалық қатынастар анықтайды» деген түсінік берді.

Г.А.Новиков «популяцияға» кең мағыналы түсінік берумен көзге түсті. «Популяция» табиғи емес адамдардың іс-әрекетінің әсері арқасында үлкен және кіші территорияларға жалпы біріккен, бір немесе бірнеше биоценозда тіршілік ете алатын генетикалық туыстығы белгілі бір түрге жататын особьтардың жиынтығы деп қарастырды.

Организмдердің популяцияларын жан-жақты зерттеуші экологтар С.С. Шварц, А.М. Гиляров, А.В. Яблоков, т.б. өздерінің еңбектерінде популяцияға қазіргі тұрғыдан анықтама береді. Мәселен, С.С. Шварц (1969) популяция дегеніміз – «орта жағдайларының өзгерістеріне ұзақ уақыт бойы өзінің тұрақты санын ұстап тұратын бір түрге жататын организмдердің элементарлы топтары» дейді. А.М. Гиляров осы идеяларды дамыта келіп, популяцияға біршама жаңа көзқарасты анықтама береді.

*Популяция* – белгілі бір территорияны мекендейтін шығу тегі бір, ұзақ жылдар бойы табиғаттағы санын тұрақты ұстап келе жатқан бір түрге жататын организмдер жиынтығы. Н.П. Наумов популяция ішінде особьтардың басқа туыстық қатынасы мүмкіндігінше шектелген формалар тіршілік



Вильгельм Людвиг Иогансен, (1857-1927 гг.)

ететіндіктен, оларды бір-бірінен *жергілікті (элементарлы), экологиялық және географиялық* популяциялар деп бөлді.

Организмдердің популяцияларын жан-жақты зерттеуші экологтар



Шварц С. С.  
(1919-1976гг)



Гиляров А.М.,  
1943 г.



Яблоков А.В.,  
1933г.

Қазіргі көзқараста популяцияны эволюциялық процестің элементарлы бөлшегі сияқты қарастырады. Осы бағыттағы популяцияның ең негізгі критерийі – генетикалық информацияның ерікті түрде алмасуға қабілеттілігі. Генетикалық информация п а н м и к ц и я деп аталады. Популяциядағы әр түрлі түрлердің аумағын генетикалық-эволюциялық бағыт тұрғысынан осы панмикция критерийі анықтайды. Осы тұрғыдан популяцияға мынадай анықтама берілген.

Бір түр жиынтығының ұзақ уақыт бойы белгілі территорияны мекендеп, іс жүзінде өз ішінде панмикция жүріп отыратын және сол популяцияларды айыратын бөгеттер болмайтын, бірақ көршілес территориядағы особьтар жиынтығынан ажырататын белгілері бар *особьтар жиынтығы*. Бұл популяцияның өзіне тән генетикалық ерекшелігін жетік білуді талап етеді. Популяция эволюциядағы абстрактілі ұғым ғана емес, белгілі экожүйенің құрамына кіретін особьтар жиынтығы.

Осы генетикалық-эволюциялық бағыттан популяцияның биологиялық-экологиялық аспектісінің өзгешелігі бар. Бұл белгілі экожүйенің құрамына кіретін популяция тіршілігін зерттеуге бағытталған. Соған байланысты популяцияны анықтаудың бірнеше түрі бар. Демек, популяция



дегеніміз – белгілі территорияда тіршілік ететін, морфологиялық-биологиялық типтерімен ерекшеленетін және генофонмен, функционалдық жүйесімен тұрақты өзара байланыста болатын бір түрге жататын особьтар жиынтығы. Осы анықтаманың астарында организм жағдайындағы күрделі биологиялық процесс жатыр. Особьтар күрделі динамикалық орта жағдайында көптеген функцияларды атқаруға қабілеттілігін және біртұтастығын сақтай отырып, өз бетінше өмір сүре алатын болуы керек.

### 3.1 Популяция қасиеттері және оның таралуы

«Популяция» термині латынның *Populus* (халық) деген сөзінен, мағынасы белгілі территорияда қоныстанған түрлер дегенді білдіреді.

Популяциялардың қасиеттерін сипаттайтын негізгі көрсеткіш табиғаттағы *популяциялардың саны мен тығыздығы* болып саналады (37-сурет).

<i>Популяция саны</i>	<i>Популяцияның тығыздығы</i>
белгілі бір территориядағы особьтардың жалпы саны. Табиғатта организмдердің санытұрақты болмайды. Особьтардың аз немесе көп болуы олардың өсімталдығы мен шығынына байланысты. Популяцияның өсу жылдамдығын екі өсу қисық сызығы арқылы көрсетуге болады: J-тәрізді және S тәрізді қисық	белгілі бір көлемдегі немесе кеңістіктегі особьтардың саны мен биомассасының салмағымен өлшенеді. Мысалы, 1 гектар жердегі шырша ағаштарының саны – 200, ал 1 м <sup>3</sup> көлемдегі су дафниялардың (саны) биомассасы – 0,5г, суаттардың бетінде 1 гектарында диатомды балдырлар саны – 5 млн.

*Популяцияның көбеюі*—ол уақыт бірлігінде пайда болған жаңа особьтар саны. Абсолютті салысырмалы туып-көбею және шартты, шартсыз туып көбею болып бөлінеді. Мысалы, бұғылар популяциясында 16 000 бастан 1 жылда 2000 бұғы баласы туылса, ол абсолютті туып-көбею (шартсыз). Ал салыстырмалы көбеюде уақыт аралығындағы жаңа особьтардың орташа өзгерісі есептелінеді.

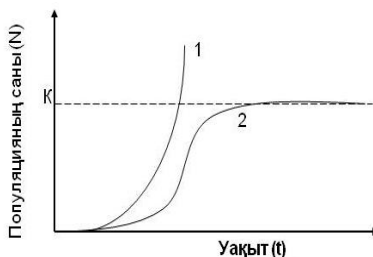


Туылып-көбею басқа да көп факторларға байланысты.

1. Тұқым қуалаушылық генерациясына байланысты (ұрпақтардың ауысуы). Мысалы, бір жылда жануарларда ұрпақ ауысуында екі одан да көп ұрпақ беруі мүмкін.

2. Ұрпақ беру моноциклді және полициклді болып бөлінеді. Моноциклді жынысты жетілу жағдайы тіршіліктің қысқа уақытында болады. Полициклді қайта көбейтетіндер.

Популяцияның саны бір-біріне қарама-қарсы екі құбылыспен анықталады



Популяция санының өсу қисық сызығы: 1 – J-тәрізді қисық; 2 – S-тәрізді қисық; K – ортаның сыйымдылығы

37-сурет. Популяциялардың саны мен тығыздығын көрсететін көрсеткіштер

3. Особьтың ұрпақ бергіштігі үлкен рөл атқарады. Мысалы, балықтар 38-46 мыңға дейін уылдырық береді. Уылдырықтың үлкен-кішілігіне байланысты саны әртүрлі болады. Акулалардың жұмыртқасының диаметрі 6-8 см, бірнешеу ғана болады.

4. Тіршілігінің ұзақтығына байланысты.

**Популяцияның өлуі.** Популяциядағы особьтардың өлуі көп себептерге байланысты: 1) генетикалық және физиологиялық тазалығына; 2) орта (физикалық) жағдайының қолайсыздығына; 3) сол жердегі жыртқыштардың көп болуына, паразиттердің орын алуына (олар және әр жаста әртүрлі әсер етеді).

### 3.2 Популяцияның өсу қарқыны

Популяциядағы өсу биологиялық потенциалмен байланысты. Популяцияның өсу қарқыны алғашқы кезде жоғары болады. Соңынан популяцияның саны көбейіп, тығыздық артқанда өсу шапшандығы томендейді. Себебі, особьтардың



көбеюі тоқтайды. Екіші себебі, бәсекелестік көбейіп, өсу қарқыны кемиді, особьтардың өлуі көбейеді(38-сурет).

*Популяцияның таралуы.* Кеңістікте популяциядағы особьтар әр түрлі таралған. Популяция ішіндегі особьтардың таралуының үш типі айқындалған – біркелкі, кездейсоқ және топтанып таралу.

1. Біркелкі таралуда кеңістікте орналасқан особьтардың бір-бірімен арақашықтығы бір шамалас болып келеді. Мысалы, ормандардағы ағаштардың өсуі біркелкі таралу кезінде және особьтардың активтілігі үлкен рөл атқарады. Жануарлардың таралуы активті немесе пассивті болуы мүмкін. Активті таралу түлкі, бұғы, т.б. тұяқты аңдарда жиі кездеседі. Пассивті таралу, көбінесе баяу қозғалатын жануарларға тән. Оларға қосмекенділер, бауырымен жорғалаушылар, моллюскалар жатады. Бұларда айқын байқалатын бос шекаралар жиі кездеседі. Ал активті таралатын организмдерде шекаралық шектеу болмай қалады. Өсімдіктерде тұқымдардың таралу аймағымен есептелінеді.

2. Кездейсоқ таралу кезінде особьтар кеңістікте шашырап орналасады және олардың бір-бірімен кездесуі кездейсоқ сипатта болады. Мысалы, егістіктерде зиянкес жәндіктердің таралуы алғашқыда кездейсоқ болғанымен, бірте-бірте көбейіп, топтанып шоғырланады.

3. Топтанып таралу топ құрап тіршілік ететін түрлерде кездеседі. Мысалы, сүтқоректілер: жылқы үйірі, мал табындары, құстар тобы, өсімдіктер топтастығының вегетативті көбеюі. Үлкен географиялық аймақтарда популяциядағы особьтардың таралуының 3 - типі араласып орналасады.

Популяция санына тығыздықтың әсері, тығыздықтың шамасы артқан кезде кейбір популяциялардың санын *өзін-өзі реттеу* мүмкіндігі жүреді. Кейбір жағдайларда популяцияның саны бір бағытта күрт көбейіп немесе азайып кетуі мүмкін. Оларға түрдің *генетикалық шығу тегі, орта факторлары, өсу жылдамдығы, бәсекелестік, қоректің мол болуы* себеп болады. Ал ірі хайуанаттар мен үлкен ағаштардың популяциялар саны мен тығыздығының тұрақты болмауы адам іс-әрекетімен де тығыз байланысты. Сол сияқты қоректік факторлардың да рөлі ерекше. Оны біз қорек аз болған жылдары ақ тиін, қоян,

қырғауыл, т.б. организмдердің табиғаттағы саны күрт азайып кеткенін байқаймыз.

популяцияның өсу жылдамдығы тығыздық артқан сайын төменді



Мәселен, 1 ұяда 14 балапан болған, ал тығыздық артқанда 8 балапан туылған. Жыныстың жетілу жасы өзгереді, піл 4 жылда 1 рет төлдейді, бірақ тығыздық артқанда 7 жылда 1 рет төлдеген.

популяцияның өсу қарқыны тығыздық орташа болғанда ең жоғарғы шамаға жетеді



Шағалалар тығыздық аса көбейсе де, аз болса да өсуі тоқтайды, ал тығыздық орташа болғанда, өсу қарқыны жоғарылайды. «Топ эффектісі» де осыған дәлел бола алады

популяцияның өсу қарқыны жоғары тығыздыққа жеткенше сақталып, соңынан күрт төмендейді



Саны шарықтау шегіне жеткен кезде леммингтердің тығыздығы шегінен шығып кетеді де, олар көше бастайды.



38-сурет. Популяцияның өсу қарқынының биологиялық потенциалмен байланыстылығы

Табиғатта популяциялар санының *реттелуіне түр ішіндегі бәсекелестік* басты фактор болады. Жануарлардың кейбір түрлерінің ересек особьтары өз ұрпағымен қоректенеді, бұны *каннибализм* деп атайды, мысалға алабұғаларды келтіруге болады.

Табиғаттағы тепе-теңдікті каннибализм құбылысы реттеуге қатысады. Сондай-ақ, тұраралық әрекеттесулерде популяция тығыздығына үлкен әсерін тигізеді.

Популяция құрамындағы кез келген организмнің өмірін негізгі үш кезеңге:



бөлуге болады. Олардың салыстырмалы өмір ұзақтығы әр түрде әртүрлі. Негізінен тірі қалу қисық сызықтарының үш типі бар.



*1-түні.* Особьтардың көпшілігінің өмір ұзақтығы біркелкі, өмірінің соңғы кезеңінде өлу көп болады және қысқа уақыт аралығында өтеді, қисық сызықтар өте дөнес, бұл адамға тән.

*2- түні.* Өлім-жітім коэффициенті өмірінің ұзына бойында тұрақты болатын түрлерге тән. Тірі қалу қисық сызығы тік сызықты болады, бұл тұщы су гидрасына тән.

*3-түні.* Өмірінің бастапқы кезеңінде особьтардың өлім-жітімі көп болады, оны қатты иілген ойық сызықтар арқылы құстардың, балықтардың, омыртқасыз жануарлардың өмір ұзақтығын сипаттайды.

Сонымен, популяцияның қасиеттерін популяция *тығыздығы* мен *саны* ғана емес, популяцияның *туылымы*, *өлім-жітімі*, *өсімталдығы*, *құрылымдары* анықтайды.

### 3.3 Популяция құрылымдары

Особьтардың территорияларға бөлініп орналасуы, олардың жасы, морфологиялық-физиологиялық мінез-құлық, генетикалық ерекшеліктері популяцияның құрылымын көрсетеді. Популяцияда қалыптасу түрлері жалпы биологиялық қасиеттеріне негізделеді. Сонымен бірге абиотикалық факторлар да негізгі рөл атқарады. Популяциядағы түрлер ұқсас және мекенжайына қарай өз ерекшеліктері болады.

#### *1. Популяцияның түрлік құрылымы*

Ареалдағы әрбір түр популяциялық жүйені құрайды. Егер түрлердегі жеке особьтар арасында тұрақты араласу және ауыспалық кең көлемде жүріп отырса, ондай түрлер ірі популяцияларды құрайды. Олардың миграциялық қабілеті жоғары болады. Мәселен, Солтүстік бұғылары мен түлкілерінің даму, көбею кезінде жүріп, орын ауыстырған жолының ұзақтығы 100 км-ден 1000 км-ге дейін барған (39-сурет).

Популяциялар арасындағы байланыс түрдің бірқалыпты бірыңғай болуын қалыптастырады, ал ұзақ уақыт бір-бірімен байланыспаған түрлер, жаңа түрдің пайда болуын тудырады.

#### *2. Популяцияның биологиялық құрылымы*

Популяция құрылымының негізгі көрсеткіші – кеңістігі организмдердің бөлініп орналасуы мен саны және ондағы особьтардың қасиеттерінің, санының әртүрлілігі.



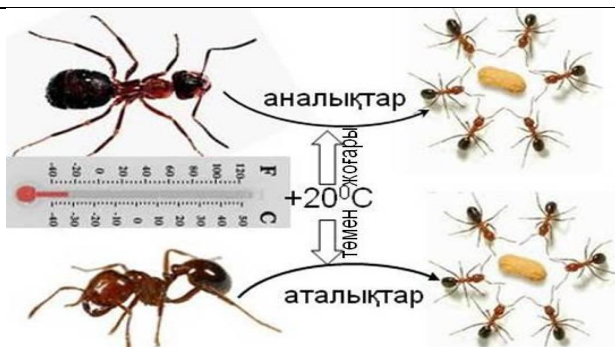
Әрбір особьтың белгілі өлшемі, көлемі, жынысы, морфологиялық, мінез-құлық ерекшеліктері, қоршаған ортаның өзгерістеріне өздеріне тән бейімделушілігі және оған шыдау шегі болады. Осы белгілеріне қарай популяциялардың құрылымын сипаттауға болады.



39-сурет. Популяцияның түрлік құрылымы арасында тұрақты араласу

### 3. Популяцияның жыныстық құрылымы

Бұл популяциядағы особьтар қатынасындағы, әсіресе көбейіп дамитын аталық-аналық особьтар тобының мәні зор, олар популяциядағы особьтардың болашақ өсіп-көбеюіне, санының артуына ықпал жасайды. Аталық пен аналық особьтардың физиологиялық, экологиялық мінез-құлықтарында өздеріне тән ерекшеліктер болады. Аталықтың немесе аналықтың біреуінің өлімінің көп болуы популяциядағы жыныстық қатынас құрылымын өзгертеді, особьтар арасындағы экологиялық мінез-құлық өзгешеліктері аталықта басқаша да, аналықта басқаша болады. Мысалы, өсу қарқыны, жыныстық жетілу мерзімі, температураға шыдамдылығы, аштыққа төзімділігі, т.б. жағынан айырмашылығы болады. Сонымен бірге эмбриондық кезеңде өлуі де әр түрлі болады. Мәселен, жаңа туылған аталық құндыздар аналық құндыздарға қарағанда 1,5 есе көп өледі. Популяциядағы көбеюді тек генетикалық заңдылықтар реттеп қана қоймайды, сонымен бірге оны қоршаған орта әсері де реттейді. Мысалы, орман сары құмырсқаларының жұмыртқаларының орта температурасы  $+20^{\circ}\text{C}$ -тан төмен болса, аталықтар дамиды да, ал жоғары болса аналықтар дамиды (40-сурет).



40-сурет. Популяциядағы көбеюді қоршаған орта әсерінің реттеуі.

Ұсақ организмдердің жыныстық арақатынасы ерекше. Мысалы, дафниялар, өсімдік биттері, көптеген микроорганизмдер қоректің сапасына, түріне, тапшылығына ортаның қолайлы немесе қолайсыз болуына, т.б. факторларға байланысты бір ұрпақтарында ұрғашылары басым болса, кейбір жағдайда кілең аталықтар пайда болады.

#### 4. Популяцияның жастық құрылымы

Жастық құрылым популяциядағы особьтардың өмірінің ұзақтығына байланысты. Особьтардың жасы өскен сайын қоршаған ортаның әрбір факторларына шыдамдылығы заңды өзгеріп отырады. Популяциядағы жастың әртүрлілігі экологиялық әр түрлілікті тудырады. Орта қалыпты жағдайдан қатты ауытқығанда особьтардың тіршілік етуге бейім топтары тіршілігін сақтап өмір сүреді. Мысалы, көктемде шегірткелердің жерге бір уақытта тастаған жұмыртқаларынан 2-3 аптадан кейін жеке особьтардың әр түрлі дамуына байланысты личинкалар жасының да әртүрлілігі байқалады. Жастық құрылымға көп рет көбейетін түрлер, сонымен бірге түрлілігі ұрпақ алмасу да өз әсерін тигізеді. Сай қауызы аналығы жұмыртқа салып болған соң көктемде өледі. Топырақта личинкалары дамып, 4-ші жылы қуыршаққа айналады. 4 жылда бір рет ұрпақ алмасу жүріп отырады. Бір рет көбейетін тіршілік циклі қысқа түрлер жыл бойына бірнеше ұрпақ ауыстырады. Мұнда популяция саны тұрақсыз, кейбір жылдары тез өзгереді. 2-ші жағдайда популяция құрылымы салыстырмалы тұрақты, ұрпақ саны әр түрлі, ұзақ өмір сүреді. Мысалы, Үнді пілі тек 8-12 жылдан

кейін ғана жыныстық қабілеті жетіледі, арасы төрт жылда бір немесе екі бала ғана туады. Ол 60-70 жыл *жасайды* (41-сурет).

Популяциядағы особьтардың жасының ұзақтығы, өсімталдығы, көбею жылдамдығы, ұрпақтар жиілігі жыл маусымдарына, қоршаған орта жағдайларына қарай өзгеріп отырады. Мәселен, дала тышқандары жылына үш-төрт рет балалайды.



41-сурет. Популяция құрылымы салыстырмалы тұрақты

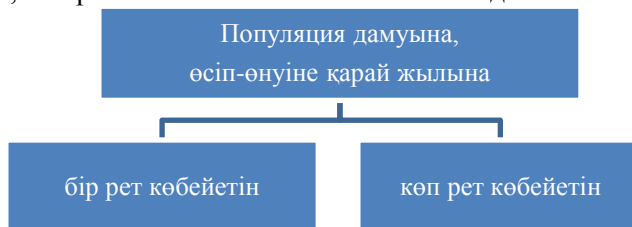
Организмдерді жасының ұзақтығы бірнеше минуттан бастап (бактериялар, микроорганизмдер) жүздеген (сүтқоректілер, құстар) немесе мыңдаған (баобов, эвкалипт, т.б.) жылдарға созылады. Мысалы, самырсын, балқарағай - 3000 жыл, жаңғақ - 300 жыл, шырша 400 жыл жасайды. Егер жастық құрылымдағы ересек особьтарды (бұларды қорлар деп атайды) қырсақ, онда популяцияның саны азайып, қайта орнына келуі қиындайды. Сондықтан табиғатта жануарлар, өсімдіктер популяциясына есеп жүргізіп, жастық құрылымын зерттеп отыру қажет. Мысалы, балық шаруашылығында балық аулау жұмыстарын жүргізуде жасын есептеу негізгі міндетті жұмыс.

Особьтардың жасы өскен сайын қоршаған ортаның жеке әрбір факторларына шыдамдылығы өзгеріп отырады. Бір түрдің онтогенезінің даму кезендері әр түрлі. Мысалы, құрбақалар, олардың онтогенезі суда жүзіп өтеді.

Популяциядағы жастың әртүрлілігі экологиялық әртүрлілікті тудырады. Орта қалыпты жылдамдықтан қатты ауытқыса да, особьтардың тіршілік етуге бейім топтары тіршілігін сақтап, өмір сүреді. Мысалы, шегірткелер көктемде жерге



жұмыртқалардан бірінші бір ай ұрпақ лигинналар өсіп шығады. Екі-үш аптадан кейін және особьтардың әр түрлі дамуына байланысты бір уақытта лигинналық жасының да әртүрлілігі байқалады, ал көктем айының аяғында ересек жетілген формалары болады. Жастың даму кезеңінің өсуі жылда белгілі бір мерзімінде өтеді. Мұндай популяциялық саны тұрақты болмай оптимум жағдайдан ортақ қатты ауытқуы особьтардың тіршілігінің цикліне, популяцияға бірдей әсер етеді. Олардың көбін өлімге апарады. Дамуына, өсіп-өнуіне қарай жылына бір рет көбейетін, көп рет көбейетін болып екіге бөлінеді.



### *5. Популяцияның кеңестік құрылымы*

Популяцияның кеңістікте орналасуына байланысты тіршілік жағдайы анықталады. Популяциялардың кеңістікте таралуы оларға өмір сүру үшін қажет. Особьтардың жеке қасиеттеріне байланысты олар әр түрлі орналасады. Сондықтан жануарларда популяция ішілік бөліну «инстинкті» жүйелері арқылы жүреді, яғни популяция мүшелеріне ерекше территориялық мінез-құлықтар тән, олар өз орындарын жаңылыспай табады. Ол құстарда, балықтарда, мысалы, ұрықтанатын жерлеріне көп жылдан кейін тауып бару көп болады. Омыртқасыз жануарлардың ішінде насекомдарда, өрмекшілерде, осьминогтарда да болады. Жануарлардың кеңістікті иемденуі екі түрлі жағдайда болады. Бірінші орнықты жануарлар, екіншісі көшпенді жануарлар. Тұрақты отырықшы тіршілік ету жағдайында жануарлардың биологиялық жағынан мүмкіндігі жоғары. Жануарлар территорияларын жақсы білетіндіктен өздерін еркін сезінеді, тамағын тауып жеуге көп уақыт кетпейді, жауларынан тез арада қашып құтылады. Сонымен бірге қор жинайды, ін қазады. Мысалы, тиындарда негізгі және қосымша ұя болады. Негізгі ұяда балапандарын шығарады. Қосымша ұяда жаула-



рынан қорғанады. Басқа территорияда мінез-құлқы өзгереді, сенімді болмайды, көп өледі, қорек табуы қиындайды. Әр түрдің



Пингвиндер

өзіне тән қоректенетін, өсіп-өнетін ортасы болады. Мысалы, ұнның күйесі, құрты ұнда, ал қарақұрт, өрмекшілер орманда, сарайларда өмір сүреді. Популяциялар кеңістікте әр түрлі таралып отырады. Жылқылар ауа құрғақ кезде 400-500км<sup>2</sup> жерге дейін жайылып, араласып жатады. Жануарлар үйір, табын, колония, жұп құрып топтасып жүріп, көбейіп, тамағын тауып жеп, жауынан қорғанады. Олар өзінің популяциясын тұрақты ұстап тұруға тырысады. Мәселен, бірқазандар колониясында 10000 особьқа дейін құс кездеседі. Бұғылар 200-300 бас табын құрып тіршілік етсе, бұландар – 20-25, қасқырлар – 7-10, ақ бөкендер – 10-25, құландар 50-70 үйір құрайды.

Ал популяцияда өмір бойы топ құрып, тұрақты тіршілік ететін жәндіктер бар. Оған ара, құмырсқа, термиттер жатады. Ал өсімдіктер популяциясы табиғи жағдайда мүмкіндігінше аймақтарға біркелкі таралуға тырысады. Оның негізгі реттеушісі жарық, ылғал және минералды заттар. Топтасып тіршілік ету өсімдіктерге кері әсерін тигізеді. Егер өсімдік тығыз өссе, оның тұқым беру сапасы кеміп, ауыл шаруашылығына нұқсан келеді. Сондай-ақ, тығыз өскен өсімдіктерге қорек жетіспей, жартысы қурап кетеді.

*Кеңістіктегі особьтардың бөліну типі.*

Отырықшы түрлердің кеңістіктегі орналасуының төрт типі болады.

Циклді типте кеңістік құрылымында отырықшы жануарлар территорияны жыл бойына бір заңдылықпен кезектесіп пайдаланады. Бұл қоректік зоналарда пайдалану мен кейінгі ұрпақтың қорлардың өмір сүруі үшін қоректік қорларды қалдырып отырады. Отырықшы циклді тип жануарларының өмірі көшпенді жануарлар өміріне ұқсайды (42-сурет).

Көшпенді өмір сүретін жануарлар, құстар жеке күйінде жыртқыштарға жем болатындықтан, олар топқа бөлініп, үйір құрып, құстар топтасып тіршілік етеді. Жайылымдағы тұрақты

жануарлар үйірлерде жеке жануарлар араларында орташа қашықтық ұстайды.



42-сурет. Популяциялардың кеңістікте әр түрлі таралу типі

Популяциялардың кеңістік құрылымы өте ауыспалы. Сонда да болса территорияның пайдалану типтеріне қарай түрлердің биологиялық ерекшеліктерін, бірінші тұраралық байланыс белгілерін анықтай аламыз. Әсіресе, популяция құрамын ұстап тұруда особьтардың мінез-құлықтары бір-біріне қарым-қатынасы, өзара белгі беру байланыстары негізгі рөл атқарады.

Жеке өмір сүру формаларында, тіршілік циклінің белгілі кезеңінде көп түрлердегі особьтар бір-біріне байланыссыз, жеке өзі тіршілік етеді. Табиғатта жалғыз өзі өмір сүре алатын организм болмайды, тек олардың көбею, ұрықтану кездерінде жекешелену іске асады.

#### *Отбасылық өмір сүру формасы*

Отбасылық өмір сүруде ата-аналармен ұрпақ арасында байланыс орнайды. Қарапайым байланыс жұмыртқаларына қамқорлық жасаудан тұрады. Саламандралар салған жұмыртқаларын денесімен жылытып личинкалар шыққанда, тастап кетеді. Ал құстарда балапандарының қанаты қатайған соң, ал сүт қоректілерде, мысалы, аю, жолбарыстарда балаларын отбасылық топта жыныстық жетілгенше бірнеше жыл тастамайды. Отбасылық өмір сүруде сигналдар, қауіпке қарсы тұру, ұрпақ қамын жеу, т.б. қамқорлықтар жасалынады.



Жанұядағы ұйымдасудың ең үлкені – үйір, топтасу және колония құру. Колония – бұл отырықшыжануарлардың топтасып бір жерге орналасуы. Олар ұзақ тіршілік етеді, мысалы, теңіз құсы – гагар, ұзақ, шағала, т.б. Колонияда отырықшы жануарлар бірігіп, топтасып айқайлап, шулап, бірдей мінез-құлық көрсетеді. Бұл жеке особьтардың тіршілігін нығайтады.

Термиттерде, құмырсқаларда, араларда колониялар күрделі жүреді. Ересек топтар негізгі жұмыстарды атқарады, бір-бірімен байланысып, жас сарықұмырсқалар бірнеше ұялар салады, олар жұмысты бөліп істейді.

#### *Топ эффектісі*

Топтасып тіршілік ету жануарларға тән. Топ эффектісі жануарлардың өсуін тездетеді, ұрпақ беруін жоғарылатады, рефлексін күшейтеді.

Тіршілігін ұзартып, топта жануарлар оптимальды температурасын сақтайды. Кей жануарлар топтан тысқары жүрсе, ұрпақ бермейді, көк кептер басқа құстарды көрмесе, жұмыртқа салмайды. Кейбір балықтар колониясының шетінде басқа балық түрлері тұрмаса көбеймейді. Топ эффектілігі популяцияның тығыздығын оптимальды деңгейге көтереді. Жануарларда топтарға біріккен особьтар жеке өмір сүретіндерге қарағанда, қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына, жаулардың шабуылына, жаңа жерге жерсінуіне төзімді келеді, особьтардың өлімі азаяды. Өсімдіктерде жарыққа, қоректік затқа әрқашан жетіспеушілік туады, яғни өсімдіктерге топтасып тіршілік ету қолайсыз болады. Топтасып тіршілік ету жануарларға пайда береді. Мұны В.Олли көп тәжірибелер арқылы дәлелдеген (1931-1951жж.). Мысалы, балық топ болып жүргенде судың уыттылық мөлшері көп болғанда шыдаған, ал жеке болған особьтары өлген. Аралардың топтасуы тіршілігін ұзартып, олардың қырылуын болдырмайды, ұяда жылылығын сақтайды.

#### *6. Популяцияның этологиялық құрылымы*

Бұл негізінен жануарларға тән. Жануарлардың мінез-құлық заңдылықтарын зерттейтін ерекше ғылымды *этология* деп атайды. Этология терминін 1859 ж. француз зоологы Изидор Жоффруа Сент-Илер енгізді. Жануарлардың популяциядағы мінез-құлқы олардың жеке және топ болып өмір сүру формаларына байланысты болады. Кейбір организмдер өз



жұбын таңдарда әр түрлі мінез-құлық көрсетеді. Құстарда, сүтқоректілерде жұптасу аталықтарда агрессивті, аналықтарда қорғану күшті жүреді. Бұл жыныстық жетілуді тездетеді. Жануарлар популяциясында бәсекелестік күшейеді. Көбею кезеңінің алдында аталықтар ашық төбелесіп, ерекше мінез-құлық көрсетеді.



Жақындалар алдында

қалқыма ұясы

43-сурет. Особьтардың санының маусымдық ауытқуы

Соңында аналық бар территориядан қарсыласып қуып шығады. Балықтар да бір-біріне қауіп төндіреді, тістелейді, кейде бүйілеріне зақым келтіреді. Құстарда бір-біріне қарсы шабады. Жануарлар жұп құрғанда олардың арасында жақсы мінез-құлықтар қалыптасады, ұрпақпен арада байланыс орнайды. Ол жұмыртқаларына, балапандарына қамқорлық жасаудан көрінеді. Жануарлар территориясын, індерін, ұясын қорғайды, жауы жоламас үшін әр түрлі иістер бөледі. Көбіне жануарлар дыбыс беру арқылы ол жердің бос емес екендігін байқатады, сондарына иісті белгілер тастайды. Аюлар, жабайы мысықтар ағаштарды тырнап, терең із қалдырады. Топтасып тіршілік ету нерв клеткалары және гармоналды жүйелер арқылы жануарлардың организмінде физиологиялық өзгерістер әкеледі. С.В.Северцев түрдің мынандай ерекшеліктерін: тіршілігінің



ұзақтығы, жыныстық жетілу кезі, түр белгілері, ұрпақ саны, жауынан қорғану күштілігі, т.б. белгілерін ескере келіп, сандық динамикасын негізгі үш типке бөледі.

1. *Тұрақты тип.* Сандық ауытқу қысқа және ұзақ аралықта болады. Ұзақ өмір сүретін, жыныстық жетілуі кеш жүретін, аз ұрпақ беретін түрлер жатады (өлу аз болса), оған сүтқоректілерден: кит тәрізділер, бүркіттер, рептилилер, т.б. жатады (ауытқу саны аз 10-20 жыл).

2. *Тұрақсыз немесе орнықсыз тип.* Бұл типке сандық ауытқу 5-11 жыл аралығында периодты қайталанып отыратын түрлер жатады. Жануарлар денесі үлкен емес, өмір сүру уақыты ұзақ емес (10-15 жыл), бірақ жыныстық жетілуі ерте, бірінші типпен салыстырғанда көп ұрпақ береді. Бұған ірі кемірушілер, қоян тәрізділер, т.б. жатады.

3. *Эфемерлік тип.* Эфемерлік тип динамикасында өмір сүру уақыты қысқа (3-4 жыл) түрлерде болады. Денесі кіші жануарлар: майда кеміргіштер, насекомдар, т.б. жатады, саны тез көбейіп, тез түсіп отыратын тұрақсыз түрлер. Особьтардың санының маусымдық ауытқуы тез байқалады. Әр түрлі типтер динамикасының стратегиясы әр түрлі болады. 1938 ж. Л.Г.Раменский стратегияның үш типін анықтады(43-сурет).

1-тип. Виолентті (орнықты) – бұлар бәсекелестікке төзімді, тіршілігі жоғары қалыптасқан, кеңістікте тез төселіп орнығуға қабілетті тип.

2-тип. Пациентті (шыдамды) тип. Қолайсыз әсерлерге шыдамды және басқалардан бұрын жерді алып, тез игере алатын қабілеті бар.

3-тип. Эксплерентті (толықтырушы) типтегі түрлер бұлар тез көбеюге қабілетті, орындарға тез таралады, активті.

### 3.4 Популяция санының ауытқулары мен реттелуі

Табиғаттағы сыртқы және ішкі себептерге байланысты популяцияның сан мөлшері әлсін-әлсін ауытқып отырады. Популяция санының ауытқуының төмендегідей шартты себептері бар:

1. Популяция санының артуына азық мөлшерінің жеткілікті болуы әкеп соғады, бірақ өлудің максималды шамасына азық



шектеуші фактор болады. Азық қорының жетіспеуі популяция санының кемуіне әкеледі. Мәселен, кәдімгі ет шыбыны өлекселерге көп жұмыртқа салуға тырысады. Нәтижесінде, құжынаған оның личинкалары аштықтан жаппай қырыла бастайды. Мұндай құбылыс көбінесе қабық жегілерде, құмырсқа, инелік, т.б. жәндіктерде жиі кездеседі.

2. Популяция санының артуы мен кемуі мекен еткен ортасына байланысты болады. Қолайлы табиғаты жақсы жерлерде популяциялардың көптүрлілігі, саны артып, олардың арасында биотикалық қарым-қатынастар шиеленісе түседі. Бәсекелестік шешуші рөл атқарады.

3. Жыртқыш пен жемтік паразитпен иесі арасындағы күрделі өзара қатынастар популяция санының ауытқуының бір себебі бола алады (ауру түрлерінің көбеюі, вирустардың көбеюі).

4. Абиотикалық факторлар (температура, ылғал, химиялық орта, т.б.) популяциялар санының ауытқуына негізгі әсер тигізеді. Мәселен, шөл, шөлейтті, тундра сияқты жерлерде популяциялар экстремальды жағдайда тіршілік етеді. Мұндай жерлерде популяция санының ауытқуы климаттық факторларға тікелей тәуелді.

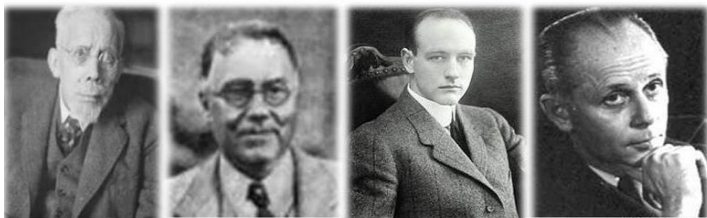
*Популяциялардың санының ауытқуы мен реттелуі* ішкі жағдайларға да байланысты. Популяцияның тығыздығының еселеп артуының белгілі бір потенциалды шегі болады. Осы шектен асса ішкі популяциялық реттеу механизмі іске қосылып, өз қалпына келтіреді. Мәселен, бунақденелілерде популяция тығыздығының өсуі ондағы особьтардың дене тұрқының кішіреюімен, көбею қабілетінің төмендеуімен, личинкалары мен куыршақтарының шығынымен бірге жыныстық қатынастарының өзгеруін туғызып, популяция санының қайта кемуіне әкеледі.

Популяция тығыздығының шектен тыс көбеюі организмдердің өз ұрпақтарымен қоректенетін *каннибализм* құбылысына алып келеді. Бұл қосмекенділерде, біраз балықтарда, насекомдарда кездеседі. Кейбір организмдерден популяцияның ішкі реттелу процесі тығыздық артқан кезде особьтардың миграциясы арқылы жүзеге асады. Мысалы, кейбір құстар ұясын тастап ұшып кетеді, насекомдар, кеміргіштер алыс жерге

барып орын ауыстырады. Популяцияда барлығы да өзгеріп отырады, жаңа организмдер туылады немесе имигранттар ретінде келіп кіреді. Табиғатта популяция көлемінің өзгерістері әр түрде өзгеше болады. Популяция жайлы биологиялық даму жүйесіндегі сыртқы ортамен үнемі қарым-қатынаста бола отырып, өзінің ішкі реттелу механизмі арқылы органикалық дүниенің эволюциялық даму тенденциясын жүзеге асырады.

**Популяция гомеостазы.** Популяцияның белгілі санын сақтауы *гомеостаз* деп аталады. Бұл анықтаманы жиырмасыншы ғасырдың басында ғылымға ендірген ғалым-физиолог, американдық У.Кеннон (1920 жж.). Популяцияның гомеостаз механизмі түрдің экологиялық ерекшелігіне, қозғалғыштығына, жауына қарсы тұруына байланысты. Кейбір түрлерде қатаң формада артық особьтардың өлуімен, кейбіреулерде жай формада особьтардың өсім бермеуімен өтеді.

Қатаң формада особьтардың тіршілігін сақтауы қоректік, территориялық және жыртқыштық, бәсекелестік әсерінен жүреді. Басқа жерге ауыстыру аталық пен аналыққа әр түрлі әсер етеді. Мысалы, насекомда 70 пайыз аталық өледі екен. Сонымен бірге бұлардың мінез-құлқы да әсер етеді, мысалы, жұмыртқаларын басқа ұяға салу, басқа особьтардың қорегі көп жануарларға жақын орналасуы (паразит организмдер), т.б.



Севертцев С.В.  
(1871-1945)

Кеннон Уолтер.  
(1871-1945)

Рой Эндриус  
(1884-1960)

Ганс Селье.  
(1907-1982)

Популяцияның сандық өсуінің тұрақтануына особьтардың химиялық іс-әрекеті де әсер етеді. Кейбір организмдер өздерінен белокты заттар бөледі, ол басқа организмнің өсуін тежейді, особьтардың тез өсуін тудырады. Бұл, әсіресе балықтарда кездеседі.

Популяцияның сандық өсуін тоқтатуға физиологиялық



өзгерістер және мінез-құлық инстинкті қасиеттері әсер етеді. Бұл жаппай миграциялануға әкеліп, территорияны ауыстырумен бітеді, мысалы, шегіртке топтары барлық уақытта миграциялануда жүреді, мыңдаған км-ге жетеді. Олар миграция кезінде көбеймейді.

Тығыздықтың популяциялар арасында артуы тууды азайтып, стресс туғызып, өлімді көбейтеді. Оны 1936 жылы Г.Селье анықтаған. Теріс әсер етуші факторлар организмге екі түрлі реакция типін туғызады: 1. Мұнда тірі организмдерге тән ерекше реакция береді. Табиғатқа, ортаға бағыныштылықты болып, организмнің қорғануы, қорғанып жылы киіну.

2. Ортаның өзгерісіне организмнің күшпен, зорлықпен әрең қалыптасып, морфологиялық және физиологиялық бейімделуге ұшырайды. Бұл организм бойында жүрегін күштеу реакциясын немесе стресс береді, ол жүйке жүйесіндегі гормональды өзгерістердің жүруінен байқалады, инстинкті төмендетеді, дамуды тежейді. Ең соңында бұл популяциялық өсуін төмендетеді. Жоғарыдағы стресс қорегінің көп артық болуынан да болады. Ол ортаның зиянды әсеріне қарсы тұруын нашарлатады, өлімді көбейтеді. Осы жоғарыдағы айтылған мысалдар популяция мүшелерінің өзара қарым-қатынасының арқасында болатын өзгерістер, популяцияның өсуінің тоқтатудың формаларын білдіреді. Осыған қоса басқа түрлердің де әсері популяция санының тұрақтануын туғызады екен. Популяция санының жалпы реттелуіне табиғатта түршілік және тұраралық байланыстар мен қарым-қатынастар себеп болып тұрады.

**Популяция динамикасы.** *Биотикалық потенциал* ұғымытабиғатта популяциядағы түрлердің барлығы санының өсуі жағынан шектелмейтінін көрсетеді. Егер оған қоршаған орта лимиттік факторлары әсер етпесе, онда болжам бойынша популяцияның өсу жылдамдығы тек түрге тән «биотикалық потенциал» көрсеткішіне байланысты болар еді. «Биологиялық потенциал» түсінігін экологияға 1928 ж. Р.Чепмен енгізді. Бұл көрсеткіш теория жүзінде бір жұптың уақыт бірлігінде ең жоғарғы ұрпақ беруін көрсетеді. Ол жыл көлемімен немесе толық өміріндегі көршеткіштермен анықталады.

Есептеу тендеуі



$$r = \frac{dN}{Ndt} \text{ немесе } \frac{dN}{dt} = r \bullet N ;$$

$r$  - биотикалық потенциал,

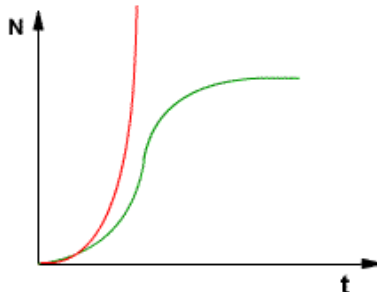
$dN$  - популяцияның максималды өсу көрсеткіші.

$dt$  - уақыт аралығы,

$N$  - бір особьпен салыстырғанда популяцияның бастапқы саны.

Биотикалық потенциал көрсеткіші әртүрде әр түрлі. Мысалы, ешкілер өзі өмір сүрген кезеңінде 10-15 ұрпақ береді.

Ал трехина (шошқа денесінде болатын құрт) – 1,8 мың личинка аналығы – 50 мың жұмыртқа, айбалық 3 млрд-қа дейін уылдырық береді екен. Егер барлық осы ұрпақтар, жұмыртқалар тірі болса, онда популяциялардың саны геометриялық прогрессиямен өсер еді. Мұның графигін сызсақ, тез өсу графигі экспоненциалды қисық



44-сурет. Биотикалық потенциалқисық сызығы

сызықты болады (44-сурет), бұл биотикалық потенциал ұғымын білдіреді. Бірақ та *табиғатта биотикалық потенциал ешқашан түгел жойылмайды және түгел өспейді*. Оның көрсеткіші туу мен өлудің айырмасын береді.

$$r = b - d$$

$b$  - туылғандары;  $d$  - өлген особьтар (бір уақыттағы)

Особьтың туып көбеюі - ол уақыт бірлігінде пайда болған жаңа особьтар саны. А.Лотки (1920 ж.) популяцияның өсуі табиғатта логорифм жолымен емес, математикалық формуламен өрнектелетінін айтты.

Өйткені табиғатта организмнің өсуіне шектеуші факторлар әсер етіп, оның өсу жылдамдығын бәсеңдетіп, одан қайта көтеріп,  $S$  тәрізді алмасып отыратынын дәлелдеді. Сонда

ортаның қарсыласуын есепке алғанда, көбею-*S тәрізді* логистикалық сызықпен өрнектеледі (44-сурет).

**Экологиялық орын.** Белгілі британдық эколог және зоолог Чарлз Сазерленд Элтон (1927 ж.) экологиялық орын ұғымын ғылымға енгізді. Атақты американдық эколог және зоолог классикалық «Экология» еңбегінің авторы Ю.Одумның бейнелеп айтуы бойынша тіршілік мекені түрдің адресі болса, экологиялық орын – оның кәсібі. Түрдің экологиялық орнын білу түр қайда, немен және қалай қоректенеді, қалай, қай жерде көбейеді, т.с.с. жағдайларын білуге көмектеседі.



Чарлз Элтон  
(1900–1991)

Лотка Альфред  
(1880-1949)

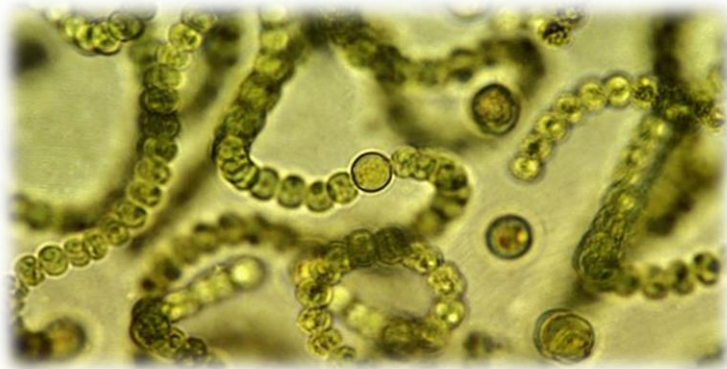
Гаузе Георгий  
(1910-1986)

Сонымен, **экологиялық орын** дегеніміз – түрдің экожүйедегі энергия тасымалында атқаратын рөлін анықтау. Экологиялық орынды анықтаудың үш жобасы бар. Бірінші, *кеңістік*, екінші *трофикалық және көп өлшемді орынды*. Кеңестік ол мекен еткен орны. Трофикалық орын қоректену ерекшеліктерін көрсетеді десек, организмнің қоғамдастықтағы рөлін сипаттайтын «мамандығы» сияқты. **Гаузе принципі** бойынша бір экологиялық орынды екі түр қатар иелене алмайды. Бәсекелестік экологиялық орынды бөлінуіне, түрлердің мамандануына және түрлер әр алуандығының пайда болуына әкеліп соғатын өте қуатты экологиялық фактор. Тұраралық бәсекелестік нәтижесінде экологиялық орынның бөліну құбылысы экологиялық *диверсификация* деп аталады. Бұл кеңістік трофикалық байланыс, көп өлшемді деп бөлінген үш критерийге сәйкес келеді. Кеңістіктегі особьтардың орналасуындағы мәнісі түрлердің әр түрлі стацияларды немесе қолайлы аймақтарды таңдап алуында жатыр.



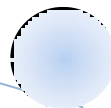
Азықтық рационы бойынша экологиялық диверсификация – кең таралған құбылыс. Азық үшін бәсекелестік кейде түрдің дамуын тездетіп, бүкіл тіршілік мекенінің өзгеруіне әкеліп соғады. Қоректің көп немесе аз болуына байланысты активтіліктері, ұрпақ беруі әр түрлі болады.

Абиотикалық факторларда бәсекелестікті тудырады. Көбірек маманданған стенобионттық түрдің бәсекелестік қабілеті эврибионттық түрге қарағанда жоғары болып шыққан. Түрдің маңызды көрсеткіштерінің бірі оның экологиялық орындарының ауқымдылығы болып табылады. Кейде әр түрлерге жататын екі организм бірдей қорларды пайдаланған жағдайда түрлердің қатар тіршілік етуі олардың бейімделушілік өзгешеліктері арқасында мүмкін болады. Бір түрдің особьтары активті болып, бәсекелесі кіре алмайтын таза жерлерді паналайды. Ең соңында бір түрдің орны екінші түрдің ішінде қалып, бәсекелестік өрістеп, түрлердің бірі жойылып немесе жеңіледі. Жеңілген түр ығысып тіршілігіне сәйкес келмейтін қолайсыз жағдайда тіршілік етеді. Түршілік бәсекелестік күшейген жағдайда түр диверсификацияланады. Олардың ареалдары үлкейіп, көбірек территорияны алады. Экологиялық орны кеңейеді.



45-сурет. Цианобактериялар

Тұраралық бәсекелестік басым болған жағдайда қарама-қарсы құбылыс жүреді. Ареал шеңбері тарылады, түрдің мамандануы артады. Екі түр бір қорды пайдаланған кезде де



бәсекелестік жүреді. Бәсекелестік тікелей антогонистік түрде жүрсе, оны *интерференция* деп, ал жанама түрде жүрсе *эксплуатация* деп атайды. Жыртқыш пен жемтік арасындағы қарым-қатынас тікелей бәсекелестік жолмен жүреді, ал тіршілік орнын қосарланып пайдалану жанама бәсекелестік түріне жатады. Бұл түрдің биологиялық ерекшелігіне байланысты болады. Мысалы, көбеюіне, жылдамдығына, ептілігіне, қорды пайдалану түріне қарай бір түрді екінші түр бірте-бірте ығыстырады.

Тұраралық байланыстың бір түрі – антибиоз, мұнда бәсекелестік көбінесе химиялық әсерлердің арқасында жүреді. Мысалы, цианобактериялар гүлдеген кезде өздерінен 10 түрлі заттарды бөледі. Ол заттар басқа организмдерді өлтіреді (45-сурет).

## IV T A P A Y

### БІРЛЕСТІКТЕР ЭКОЛОГИЯСЫ

#### 4.1 Биоценоз, биогеоценоз және экожүйелер туралы түсінік

##### Биоценоз түсінігі

Биоценоз ұғымын алғаш рет ұсынған неміс зоологы К. Мёбиус (1877ж). Биоценоз құрамындағы организмдердің бір-бірімен қатынасын биоценодикалық тұрғыдақарастыру қажет.

Тірі организмдердің бір-біріне әсер етуінің барлық түрі ортаның биотикалық факторлары деп аталады. Организмдерді тікелей қоршап тұрған орта *биоценодикалық орта* деп аталады. Бұл ортада тірі организмдер басқа организмдермен қалай болса солай байланыс жасамайды, өздерінің тіршілік етуіне қолайлы жағдайда ғана түрлер топтастық құрып бірігіп, бір жерді мекен етеді. Топ құрып, бір жерді бірігіп мекендейтін өзара байланысты организмдерді *биоценоздар* (жалпы тіршілік) деп атайды. Организмдердің биоценодикалық тобының табиғатта алар орны әр түрлі. Ағашта топтасқан қынадан бастап, бүкіл ландшафтың орналасуын: орман, жазық, тақыр дала, т.б. алуға болады. Экологияда сонымен бірге биоценоз деген терминді кеңістікте бірыңғай орналасқан өсімдіктердің ассоциациясын да айтады. Мысалы: шырша биоценозы, шабындық биоценозы, бидай алқабының биоценозы, т.б. Микротоптастық, биоценодикалық топтастық деп аталады. Тірі заттардың табиғи бірігуінің өзіне тән заңдылықтары бар. Неміс экологы В.Тишлердің классификациялауы бойынша:

1. Топтастық әрқашанда бірнеше түрлерден немесе бірыңғай түрлер жиынтығынан тұрады.

2. Топтастықты құрайтын бір түр немесе түрлер жиынтығын экологиялық талаптарға сай келетін басқа түрлер ауыстыра алады.

3. Бір биоценозда қарама-қарсы түрлер өмір сүре береді.



Карл Август Мёбиус  
(1825-1908)

Биоценоздар орналасқан жердегі қоршаған абиотикалық орта – *биотоп* деп аталады. *Биос*-өмір (жизнь) *топос* - орын (место).

### **Биоценоз құрылымы**

1. *Түрлік құрылымы*. Мұны биоценоздағы түрлердің әртүрлілігі мен саны оң массаны айқындайды. Биоценоз түрге бай және кедей болып бөлінеді. Сусыз, күні ыстық тақыр жерлерде, аязды суық солтүстік тундра мен арктикада, өте лас суларда топтастық түрге кедей болып үйренген, бейімделген түрлер ғана тіршілік етеді. Тағы да апатты жағдай болған жерлерде, су тасқыны басқан жерлерде, гербицидтер мен антропогендік әсерлер көп болған жерлерде түрлер аз болады. Ал, керісінше абиотикалық қолайлы орта болған жерлерде топтастық түрлерге бай болады. Мысалы, тропикалық ормандар, су астындағы маржанды тастар, т.б. Биоценоздың түрлік құрамы түрлердің ұзақ уақыт тіршілік етуіне байланысты. Ең түрлерге кедей деген биоценоздың өзінде экологиялық жүйелердің әр түрлі топтастығына жататын 10 шақты түрлі организмдер болады. Биоценоз – микроорга-низмдер - өсімдіктер – жануарлар, т.б. болуы мүмкін. Тек бір ғана өсімдіктер болмайды. Мекен еткен жердің экологиялық жағдайы түрлерге қолайлы болғанда, онда түрлер көп болады. Түрлердің көптігіне байланысты экологиялық орындар да соншалықты көп болады. Түрлік құрылым түрдің санымен есептеледі. Мысалы, екі топта жүз особь 5 бірдей түр бар. Жүз особьтің 26-сі бір түрге жатып, ал қалған төртеуі төрт түр болуы мүмкін, т.с.с. Биоценоздағы түрлердің сандық қатынасы Шеннон формуласы бойынша есептеледі, әртүрлілік индексі *H*-пен беріледі.



Клод Шеннон  
(1916-2001)

$$H = E P_i \text{Log}_2 P_i$$

мұндағы *E* - жиынтық белгісі, *P<sub>i</sub>* – топтастықтағы әрбір түр (саны немесе массасы). Ал  $\text{Log}_2 P_i$  – бұл *P<sub>i</sub>*-дің 2 еселенген логарифмі.

Әрбір биоценоздағы негізгі түрді алып қараймыз, ол биоценоздың қызметін көрсетеді. Мысалы, шырша көп болса,



шырша биоценозы деп аталады, т.б. Осы басыңқы түрлердің қасында басқа түрлерде өмір сүреді, ал осы басыңқы түрлерді жойса, басқа түрлер өздігінен жойылады. Осындай негізгі түрлерді *эдификаторлы түрлер* деп атайды. Биоценоздан эдификаторлы түрлерді жойса, физикалық орта өзгеріске түседі, биотоптағы микроклимат өзгереді.

*Түрдің молдығы* түрлер орналасқан территорияның көлемімен өлшенеді. Мысалы, 1 дм<sup>3</sup> судағы майда шаян тәрізділер, 1,0 км<sup>2</sup> далалық аймақ бөлігіндегі құстар саны немесе массасы.

*Түрдің кездесу жиілігі* биоценоздағы түрлердің бірыңғай немесе әр түрлі таралуын анықтайды. Басымдылық дәрежесі %-бен алынады. Биоценоздағы басым тұратын особьтардың топтағы қаралатын барлық особьтар түріне қатынасы, мысалы, территорияда 200 құс бар десек, оның 100-і сайрайтын қызыл құс, сонда басым түр жалпы қоныстанған құстардың ішінде 50% болады.

### *2. Биоценоздың кеңістік құрылымы*

Биоценоздың кеңістік құрылымы негізінен өсімдіктердің орналасуына немесе фитоценозға байланысты. Өсімдіктер кеңістікте әр түрлі деңгейде бірігіп, фитоценоздар түрінде бірнеше қатарға бөлінген. Мысалы, ормандағы ярустылық бойынша өсімдіктердің орналасуы: 1) Ең ұзын ағаштар (шырша, қарағай, емен, т.б.); 2) Екінші қатарлы ағаштар (шетен, ырғай); 3) Бұталы ағаштар (шие, итмұрын, т.б.); 4) Жартылай бұталы ағаштар (тобылғы, сасырлар); 5) Шөптесін өсімдіктер (қымыздық, шайқурай); 6) Қыналар мен мүктер. Ярустылықты жер асты бөлімдерінде айқындауға болады. Ярустылыққа бөліну жануарларда да кездеседі, мысалы, насекомдарда топырақты мекендеушілерді – геобий, жердің жоғарғы қабатын мекендеушілерді – герпетобий, шөптесін қабатта тіршілік ететіндерді – филлобий, одан жоғарғы қабаты аэробий деп бөлінеді. Жазықтық бағытта барлық фитоценоз мозайкалық (өрнекті) түрде көрінеді.

### *3. Биоценоздың экологиялық құрылымы*

Экологиялық құрылым биоценоздағы түрлердің топтастығы мен кеңістігі арқылы сипатталады. Биоценоз уақыт пен кеңістікке және антропогендік факторларға байланысты өзгеріп

отырады. Олар *жай* және *күрделі* типті биоценоз болып ажыратылады. Мысалы, шөл, шөлейтті, тундра биоценоздары жай биоценоздар қатарына жатады, ал орман, тропикалық биоценоздар күрделі биоценоздар болып есептеледі. Бір түрге жататын белгілі бір биоценозда тіршілік ететін өсімдіктер топтастығы ценопопуляция деп аталады. Кез келген биоценоз биотоппен бірігіп, одан да жоғарғы деңгейдегі биологиялық жүйе *биогеоценозды* түзеді. Биогеоценоз ұғымын 1940 ж. В.Н. Сукачев ұсынған. *Биогеоценозды зерттейтін ғылым саласы биогеоценология деп аталады.*

### Экожүйе түсінігі

Экожүйе зат және энергия алмасу нәтижесінде біртұтас тіршілік ететін кез келген тірі организммен қоршаған орта жағдайының жиынтығын көрсетеді. Экожүйе терминін ағылшын экологы А.Тенсли экологияға енгізді (1935 ж.).

Табиғаттағы заттар айналымын тұрақты жүргізуде организмдердің әр түрлі экологиялық топтары: продуценттер, консументтер, редуценттер қызмет етеді. *Продуценттер* –автотрофты организмдер, өз денесін бейорганикалық қосылыстар есебінен түзе алатын организмдер. *Консументтер*(лат. *consumo*-пайдаланамын) –гетеротрофты организмдер, органикалық заттарды продуценттерден алатын немесе басқа консументтерден алатын және оларды жаңа формада тасымалдаушылар.



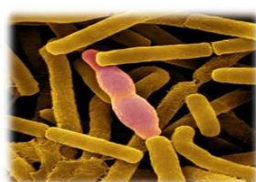
А.Тенсли  
(1871-1955)



Продуценттер



Консументтер



Редуценттер

*Редуценттер* (лат. *reducentis* –қайтушы, қайта қалпына келу) - өлі организмдер есебінен өмір сүретін, оларды бейорганикалық заттарға ыдыратушылар. Консументтер рөлін табиғатта жануарлар орындайды. Экожүйе мысалдарына: ағаш діңгегіндегі

қыналардан бастап орманды, ашық далалы алқапты, мұхиттарды, жер ең соңында жер бетіндегі тіршілік бар ортаны аламыз. Экожүйедегі энергия алмасуы табиғатта заттар айналысы және организмдердің тіршілік етуі экожүйедегі энергияның толассыз тұрақты еселенуінің есебінен жүреді. Жердегі тіршілік күн энергиясы арқасында, яғни фотосинтез барысындағы химиялық байланыстардың органикалық қосылыстарға айналуы есебінен жүреді. Шын мәнісінде, жасыл өсімдіктерде жиналған энергия толқыны өте қысқа. Олар бір организмнен екінші организмге трофикалық байланыстардағы қоректік тізбектер арқылы пайдаланған энергиялар тез ауысып отырады. Қоректік тізбектегі трофикалық байланыстардың қоректену түрі өте кең. Күннен энергияны бірден алатын организмдер *бірінші* трофтық деңгейге жатады. Оларға өсімдіктер жатады. *Екінші* – бірінші ретті консументтер, өсімдіктермен қоректенушілер. *Үшінші* – бірінші ретті консументтермен қоректенуші *екінші ретті консументтер* – жануарлар. *Төртінші* – екінші ретті консументтермен қоректенуші жыртқыштар. Мұнда алдыңғы түр келесі түр үшін азық болып табылып, қоректену тізбегін құрайды. Қоректік тізбектерді екі түрге бөліп қарастырамыз:



46-сурет. Қоректік тізбектердің түрлері

1. *Жайылымдық тізбек* – жасыл өсімдік – шөп қоректі жануарлар – жыртқыш;

2. *Детритті тізбек* – өлген органикалық заттар – ыдыратушылар (микроорганизмдер: бактериялар, саңырауқұлақтар)

- *Детритофагтар* (қосжақтаулы моллюскалар, жауын құрттар)





- Детритофагтардың жыртқыштары (құстар, жерте-серлер). Консументтердің көпшілігі полифагтар, яғни бірнеше корек түрін пайдаланушылар.

### Экожүйенің биологиялық өнімділігі

Уақыт бірлігіндегі бірлестіктерде өсімдіктерде түзілетін органикалық масса *бірінші өнім* деп аталады. Өнім өсімдіктердің сол күйінде немесе кептірген санымен не болмаса энергетикалық бірлікпен көрсетіледі (Эквивалент - джоульмен). Әрбір популяцияның белгілі бір уақыттағы өнімділігі олардың барлық особьтарының өсу санының жиынтығын көрсетеді. Популяциялардың биологиялық өнімділігі төмендегідей формуламен есептеледі:

$$P = (B_2 - B_1) + E,$$

$P$  - өнімділік;  $B_1$  және  $B_2$  - алғашқы және соңғы биомасса;  $E$  - кірістер мен шығындар.

Осы көрсеткішті *таза өнім* деп есептейді. Ал жалпы өнім таза өнім мен энергиялық айналымға жұмсалатын шығындармен есептеледі.

Автотрофты организмдер алғашқы өнімді түзе, гетеротрофтылар екінші өнімділікті құрайды. Микроорганизмдер органикалық заттарды ыдыратып, қайтадан бұрынғы қалпына келтіреді.

Алғашқы және екінші өнімділікпен қатар соңғы өнімділік те үлкен рөл атқарады. Биоценоздағы соңғы өнімділік, көбінесе оның шегінен тысқары болып есептеледі. Мәселен, адам баласының егістерден алған өнімдерін атауға болады.



Владимир  
Николаевич  
Беклемишев  
(1890-1962)

## 4.2 Организмдер арасындағы өзара қатынастар мен байланыс түрлері

*Организмдер арасындағы байланыс типтері* организмдер бір-бірімен белгілі бір байланыста болады. Олардың түр арасындағы байланыс типтері "Биоценология байланыстарының жіктелуі туралы" В.Н.Беклемишевтің (1951ж.) еңбегінде былай

ажыратылады: *трофикалық, топикалық, форикалық, фабрикалық*(47-сурет).

В.Н. Беклемишев (1890, Гродно – 1962, Москва) – кеңес одағының зоологы, СССР МҒА (1945) және Польша ҒА (1949) мүшесі, РСФОР ғылымына еңбегі сіңген қайраткер (1947), екі рет Сталин сыйлығының лауреаты (1944, 1952). Санкт-Петербург Император университетін 1913 ж. бітірген. Мұның ішіндегі маңызды түрі трофикалық және топикалық байланыстар. Олар әр түрлі организмдерді топтастыққа біріктіреді, бір-бірінен алшақтатпай байланыстырады.

*Трофикалық байланыстар* түр араларында туындайды, мұнда бір түр басқа түрмен қоректенеді: тірі особьтармен, өлген қалдықтармен, тіршіліктегі өнімдермен. Трофикалық байланыс тікелей немесе жанама жүруі мүмкін. Тікелей байланыс – арыстанның ақбөкендерді жеуі, құстардың өлі жануар денесімен қоректенуі және қоныздардың ірі қаралардың қиларын пайдалануы т.б. Жанама байланыс бәсекелестік жағдайда әр түрлі түрлердің бір қорды пайдалану кезінде шығады.

*Топикалық байланыстар* – бір түрдің тіршілік орнын екінші бір түрдің пайдалануы. Мысалы, тоқылдақ пен көкектің ұяны пайдалануы. Екінші жағдайда былай да болуы мүмкін. Бір түрдің тіршілік ету жағдайы өзгерсе екінші түрге әсер етуі. Оған мысал, қылқан жапырақты ормандардағы жерлерде шөптесін өсімдік жамылғысы болмайды.



47-сурет. Организмдер арасындағы байланыс типтерінің түрлері

*Форикалық байланыстар* – бір түрдің басқа түрлерді таратуға, тасымалдауға қатысуы. Жануарлар арқылы өсімдіктердің



дәндері, тұқымдары, споралары тасымалданады. Мұны зоохория деп атайды.

*Фабрикалық байланыстар* – бұл түр басқа түрлердің пайдаланған азықтарының қалдығын, өлген денелерін, сыртқа шығарған өнім қалдықтарын пайдаланады. Оған құстардың ұя салуға ағаш бұталарын, шөптерді, басқа құстардың қауырсындарын, мамықтарын пайдалануы және өсімдік қабықтарын мұк пен қынананың пайдалануы да жатады.

### **4.3 Биологиялық бірлестіктер арасындағы өзара қатынас типтері**

Бірлестік – экожүйенің құрылымдық және функциялық бірлігінің ұйымдасқан, ерекше қасиеттерге ие болған түрі.

Биологиялық бірлестіктердің тұрақтылығы, құрамының реттелуі, ондағы популяция мүшелерінің қарым-қатынаста, сонымен қатар топтастық пен абиотикалық және басқа да факторлардың бір-біріне өзара әсерлеріне байланысты. Өзара әрекеттесу биотикалық қауымдастық мүшелерінің арасында трофикалық негізі немесе метабolistік байланыс сипатында жүреді. Осы қарым-қатынаста екі жақта әр түрлі әсерлер алады. Бір түрдің екінші түрге әсері оң, теріс және бейтарап болуы мүмкін. Әсер ету типтері бірнеше түрге бөлінеді: *комменсализм, мутуализм, нейтрализм, протокооперация, жыртқыштық, паразиттік, аменсалдық, бәсекелестік* (48- сурет).

*Симбиоз* – екі түрге жататын организмдердің кеңістікте бір-біріне ешбір зиянын тигізбей керісінше селбесіп пайдалы тіршілік етуі. Мәселен, құмырсқа мен өсімдік биті, отшельник шаяны мен актиния арасындағы селбесіп тіршілік ету осы қарым-қатынасқа жатады. Өсімдіктер арасындағы қыналар балдыр мен саңырауқұлақтың селбесіп тіршілік етудің көрінісі болып табылады.

*Комменсализм* немесе арамтамақтық құбылыс. Бұл симбиоздың бір формасы ретінде белгілі. Демек, бір түрдің қоректік қалдығымен екінші организм қоректеніп отырып оған ешбір зиян келтірмейді. Ал, кейде екінші организм біріншісін қозғау құралы немесе қорғанысы ретінде де пайдаланады. Мәселен, ірі балықтардың желбезегінде ұсақ балықтар еркін

тіршілік етуге бейімделген. Егер де комменсалдар бір-біріне зиян келтіре бастаса оның біреуі паразиттік немесе бәсекелестік жолға түседі.



48- сурет. Бірлестіктердің әсер ету типтеріне жіктелуі

*Мутуализм* – әр түрге жататын организмдер бір-біріне қолайлы жағдай туғыза отырып, селбесіп тіршілік етуде. Мәселен, отшельник шаяны мен актиния арасындағы қарым-қатынас немесе құмырсқа мен өсімдік биті арасындағы байланыс осының мысалы.

*Зоохария* – жануарлардың орын ауыстыруы арқылы тұқымдарын кеңістікке тарату құбылысы.

*Аллелопатия* (грек тілінен аударғанда (allelon) – бірге және (pathos) – жапа шегу деген мағынаны білдіреді) – организмдердің денесінен өзіне тән химиялық өнімдер шығару арқылы қарым-қатынас жасау жолы. Демек, өсімдіктерден бөлінген заттар басқа жануарларға теріс немесе жағымды әсерін тигізетін қасиетке ие болады. Мәселен, кәдімгі жусан иісі көптеген өсімдіктерге (жүгері, томат, т.б.) теріс әсерін тигізсе, ал лобия өсімдігі бидайдың өсуін тежейтін көрінеді.

Популяция арасындағы өзара қатынас түрлерінің сипаттамасы 3-кестеде көрсетілген.



3-кесте

Түрлер арасындағы өзара қатынас типтері (Ю.Одум бойынша, 1986)

Өзара әсерлесу типтері	Түр		Өзара әсерлесудің жалпы сипаты
	1-ші	2-ші	
Симбиоздық	+	+	Екі түр бір-бірімен селбесіп тіршілік етеді.
Бейтарап (-нейтрализм)	0	0	Популяциялардың бір-біріне әсері жоқ.
Бәсекелестік (конкуренция)	-	-	Екі түрге де жағымсыз әсері болады.
Аменсалдық	-	0	Екінші популяция бірінші популяцияны ығыстырады.
Паразиттік	+	-	Бірінші популяция екінші популяцияның арқасында тіршілік етеді.
Жыртқыштық	+	-	Бірінші популяция жыртқыштары ірі, екінші популяция майда сонымен жем болады.
Комменсалдық	+	0	Бірігіп тіршілік етуден тек бірінші популяция ұтады.
Протокооперация	+	+	Екі түр үшін де бірлесіп тіршілік ету пайдалы, бірақ міндетті емес.
Мутуализм	+	+	Екі түр міндетті түрде бірлесіп тіршілік етеді, екеуі де пайда табады.

*Паразитизм* – бір түр өкілінің екінші бір түр өкілін қорек немесе тіршілік ортасы ретінде пайдалану арқылы тіршілік ету.

*Жыртқыштық* – түрлер арасында болатын қарым-қатынастардың ең жоғарғы формасы. Ол кейде қорек, аумақ, т.б. ресурстар үшін бірін-бірі өлтіру, қуу, жеу арқылы көрініс береді.



## ҮТ А Р А У

### БИОСФЕРАНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІ

#### 5.1 Биосфера, оның құрылымы және шекаралары

**Биосфера** (грек тілінен аударғанда *bios* - өмір, *sphaira* – шар деген мағынаны білдіреді) – барлық тірі организмдерді және осы организмдермен үздіксіз алмасып тұратын планета заттарын жинақтаған Жердің ерекше қабаты.

"Биосфера" терминін ең алғаш ұсынған көрнекті австриялық геолог – Э.Зюсс (1875 ж.). Ол биосфераны Жердің ерекше қабаты деп түсіндірді. Бірақ та биосфера туралы ілімнің негізін салушы академик В.И.Вернадский болды, ол тірі заттар туралы түсінікті дамытты.

Академик В.И.Вернадскийдің биосфера мәселелері жөніндегі негізгі идеялары ХХ ғасырдың басында қалыптаса бастады. Оның "Биосфера" атты еңбегі 1926 жылы жарыққа шықты. Табиғи–тарихи зат ретінде топырақ туралы В.В.Докучаевтың еңбектері де В.И.Вернадскийге үлкен әсер етті. Биосфераның белгілі шекарасы бар, ол атмосфераның төменгі бөлігін, литосфераның жоғарғы қабатын және барлық гидросфераны алып жатыр.

#### Атмосфера – биосфераның бір бөлігі

*Атмосфера – жердің ауа қабаты.* Атмосфера жерді 3000 км биіктікке дейін қоршап тұр. Ол газ қоспаларынан және шаң тозаңды бөлшектерден тұрады. Құрғақ таза ауа көлемді пайызбен 78 % –азот, 21% –оттегі, 0,9% –аргон, 0,03% – көмірқышқыл газы және шамамен 0,003% неон, гелий, криптон, ксенон, азот оксидтері, метан, сутегі, су буы және озон қоспаларын құрайды (4-кесте). Атмосферада су буының үлесі 3%–ға дейін түзіледі. Атмосфераның құрамындағы шаңның көп бөлігі жер бетінен ұшып шығады, сонымен бірге космостық және бактериалды шаңдар да бар.

Атмосфераның құрамы мен қасиеті биіктеген сайын әр түрлі, сондықтан оны тропосфера, стратосфера, мезосфера,



термосфера және экзосфера деп бөледі. Соңғы үшеуі кейде ионосферадеп қарастырылады.

*Тропосфера* жер бетінен полусте 0-ден 7 км-ге дейінгі және экваторда 18 км биіктікке дейінгі аралықты алып жатыр. Су буының барлығы және атмосфера массасының 4/5 осы тропосферада шоғырланған. Ауа райы құбылысының барлығы осында өзгеріске ұшырайды. Жердегі климат пен ауа райы атмосферадағы су буының мөлшеріне, қысымға, жылудың таралуына байланысты. Су буы сәулелік радиацияны сіңіреді, ауа тығыздығын жоғарылатып, жауын-шашынның жаууына себепкер болады. Тропосфера жоғарылаған сайын температура төмендейді, мысалы, 18-20 км биіктікте минус 55<sup>0</sup>С-ты көрсетеді.

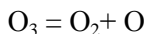
4-кесте.

**Атмосфераның құрамы (Н.Ф. Реймерс, 1990)**

Элементтер мен газдар	Атмосфераның төменгі қабатының құрамы, %	
	көлем бойынша	масса бойынша
Азот (N)	78,084	75,5
Оттегі (O <sub>2</sub> )	20,964	23,14
Аргон (Ar)	0,934	1,28
Неон (Ne)	0,0018	0,0012
Гелий (He)	0,00524	0,00007
Криптон (Kr)	0,00114	0,0003
Сутегі (H <sub>2</sub> )	0,00005	0,000005
Көмірқышқыл газы (CO <sub>2</sub> )	0,034	0,0466
Су буы: полярлы ендікте	0,2	-
экваторда	2,6	-
Озон(O <sub>3</sub> ) тропосферада	0,000001	-
стратосферада	0,001-0,0001	-
Метан (CH <sub>4</sub> )	0,00016	0,00009
Азот оксиді (NO)	0,000001	0,0000003
Көміртегі оксиді (CO <sub>2</sub> )	0,000008	0,0000078



*Стратосфера* биосфераның 50 км биіктікке дейінгі аралығын алып жатыр. Мұнда температура біртіндеп  $0^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жоғарылайды. 22-24 км биіктікте озонның жоғары концентрациясы байқалады (озон қабаты). Ол тірі организмдерге зиянды әсер ететін Күн сәулесінің ультракүлгін бөлігін сіңіріп алады да, оттектің молекуласы мен атомына ыдырайды.



*Мезосфера* 50-80 км биіктікке дейінгі аралықты алып жатыр. Бұл жерде температура минус  $60-80^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді. Сол себепті газ иондарының жоғарғы мөлшері осы жерде байқалады. Ол - поляр сәулесінің пайда болуына себепші.



Войткевич Г.В.  
(1920 - 1997)



Реймерс Н.Ф.  
(1931-1993)



Зюсс Эдуард  
(1831-1914)



Вернадский В.И.  
(1863-1945)



Докучаев В.В.  
(1846-11903)



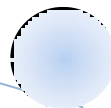
Коробкин В.И.  
(1917-1995)



Базелевич Н.И.  
(1910-1997)

*Термосфера* биосфера қабатының 800 км биіктікке дейінгі аралығын алып жатыр. Мұнда жеңіл газдардың сутегі, гелий және зарядталған бөлшектердің мөлшері артады.

*Экзосфера* 1500-2000 (3000) км биіктікке дейінгі аралықты алып жатыр. Бұл жерде атмосфералық газдар космостық кеңістікке қарай сирей бастайды.



## Гидросфера – биосфераның бір бөлігі

*Гидросфера* – Жер қабатының су бөлігі. Ол атмосфера мен литосфераның арасында орналасады, оған барлық мұхиттар, теңіздер, көлдер, өзендер, сонымен қатар жерасты сулары, мұздықтар жатады. Гидросфера жерастындағы және жер бетіндегі суларға бөлінеді.

*Жер бетілік гидросфера* – жердің үстіңгі қабатындағы су бөлігі. Оның құрамына мұхиттардың, теңіздердің, көлдердің, өзендердің, сукоймаларының, мұздықтардың сулары кіреді. Жер бетінің 70,8%-ы осы жер бетілік гидросфераны құрайды (5-кесте).

5-кесте.

### Судың жер бетінде таралуы (В.И. Коробкин, Л.В. Передельский, 2000)

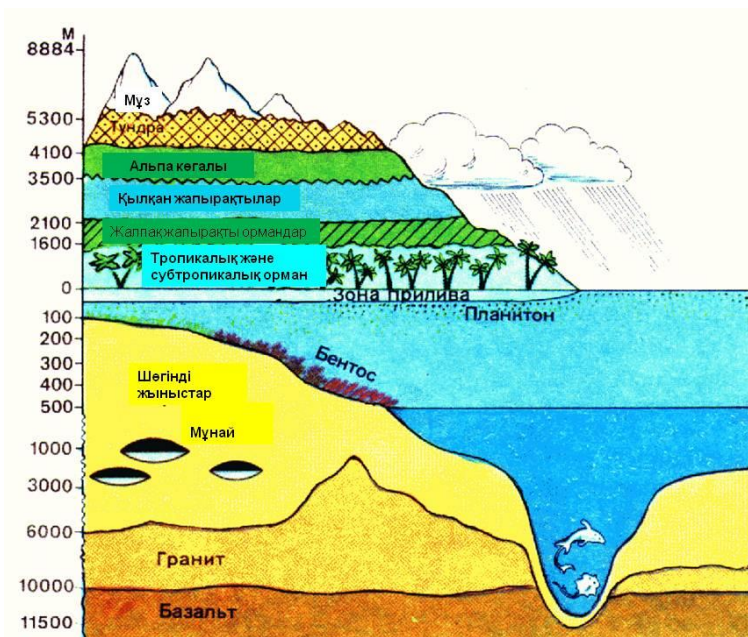
<i>Гидросфера бөлігі</i>	<i>Таралу ауданы, мың, км<sup>2</sup></i>	<i>Су көлемі, мың, км<sup>3</sup></i>	<i>Судың дүние-жүзілік жалпы қордағы үлесі, %</i>
Әлемдік мұхит	361 300	1 138 500	96,53
Мұздықтар мен қар (полярлы және тау аймақтарындағы)	16 227	24 064	1,74
Жерасты сулары	134 800	23 400	1,69
Жерасты мұздықтары (мәңгі мұздықтар болатын аймақ)	21 000	300	0,023
Көлдердің сулары	2 058	176	0,014
Топырақтағы ылғал	82 000	16,5	0,001
Атмосфера булары	510 000	12,9	0,001
Өзендердің сулары	148 800	2,1	0,0002
Батпақты жердің сулары	2 682	11,4	0,0007

*Жер астылық гидросфера* – жер қыртысының төменгі бөлігіндегі су қабаты. Жер асты гидросферасының жоғарғы бөлігі жер бетімен шектелген, ал оның төменгі бөлігін анықтау

мүмкін емес, себебі гидросфера жер қыртысының өте терең қабатына дейін енеді.

Жер шарының көлеміне қатынасы бойынша гидросфераның жалпы көлемі 0,13%-дан аспайды. Гидросфераның негізгі бөлігін (96,53%) Бүкіл Әлемдік мұхит құрайды (5-кесте), ал 1,69% жер асты суларының үлесінде, қалғаны мұздықтар, көл және өзен суларының үлесіне тиеді.

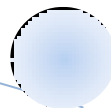
Барлық су ресурстарының 97-98%-ын мұхиттардың, теңіздердің тұзды сулары, ал тұщы су 2-3%-ын түзеді. Құрамында 0,05 пайызға дейін еріген тұздары бар сулар *тұщы сулар* деп аталады. Ішуге жарамды суда бір грамға жуық еріген тұз болуы керек.



49-сурет. Жер қыртысының төменгі және жоғарғы бөлігі

**Литосфера – биосфераның бір бөлігі және Жердің ішкі құрылымы**

Жердің ішкі құрылымы үш негізгі қабаттан тұрады: *жер қыртысы, мантия және ядро* (6-кесте).



**Жер қыртысы** орташа 35 км тереңдікке дейінгі аралықты алады (мұхит астында 5-15 км дейін, ал құрлықта 35-70 км дейін). Жер қыртысының құрамына белгілі барлық химиялық элементтер кіреді: O<sub>2</sub> - 49,1%, Si - 26%, Al - 7,4%, Fe - 4,2%, Ca - 3,3%, Na - 2,4%, K - 2,4%, Mg - 2,4%.

**Мантия** жер қыртысы мен ядроның аралығында орналасады, оның тереңдігі 2900 км дейін барады. Мұнда көбінде O<sub>2</sub>, Si, Fe, Mg, Ni элементтері кездеседі. Мұхит астындағы 50-100 км тереңдіктен және 100-250 км құрлықтың астынан балқуға жақын зат қабаты басталады, оны *астеносфера қабаты* деп атайды. Жер қыртысы мантияның жоғарғы қатты қабатымен бірге, яғни астеносфераның жоғарғы жағы *литосфера* деп аталады. **Литосфера** – жер қабатының ішкі қатты қабығы.

6-кесте.

**Жер қабатының сипаттамасы  
(Г.В. Войткевич, 1996)**

Жер қабаты		Тереңдік интервалы, км	Тығыздық интервалы, г/см <sup>3</sup>	Жер көлемінің үлесі, %	Массасы	
					10 <sup>25</sup>	%
Жер қыртысы	(A)	0-33	2,7-3,0	1,55	5	0,8
Мантия	(B)	33-400	3,32-3,65	16,67	62	10,4
	(C)	400-1000	3,65-4,68	21,31	98	16,4
	(D)	1000-2900	4,68-5,69	44,28	245	41,0
Ядро	(E)	2900-5000	9,40-11,5	15,16	188	31,5
	(F)	5000-5100	11,5-12,0			
	(G)	5100-6310	12,0-12,3			

**Ядро** мантиядан төмен 2900 км-ден 6310 км-ге дейін тереңдікті алып жатыр. Ол темір(Fe) мен никельден (Ni) тұрады.

## 5.2 Биосферадағы заттардың типтері

В.И.Вернадский биосфераны организмдердің мекен ету ортасымен тіршілік ету аймағы деп қарастырады. Ол



биосферада геологиялық бір-бірімен байланысқан жеті әр түрлі заттардың типін анықтады (50-сурет).

1. **Тірі зат** – планетаны мекендейтін тірі организмдер. В.И.Вернадский: «Тірі зат – біздің планетадағы ең құдіретті геохимиялық күштердің бірі».

2. **Костық зат** – тірі организмдердің әрекетіне байланыссыз процестердің нәтижесінде түзілетін тірі емес денелер (магматты және метаморфтық жыныстар).

3. **Биогенді зат** – тірі организмдердің әрекеттерінің нәтижесінде түзілетін тірі емес денелер (кейбір тұнба түзетін жыныстар: ізбестер, бор ж.б., сонымен бірге мұнай, газ, тас көмір, атмосфералық оттегі ж.б.).

4. **Биокостық зат** – геологиялық процестер мен тірі организмдердің бірге әрекет ету нәтижесінде түзілетін биокостық денелер (топырақ, лай балшық, жер қыртысының желденуі ж.б.).

5. **Радиоактивті зат** – радиоактивті элементтердің атомдары (уран -  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ; торий -  $^{232}\text{Th}$ ; радий -  $^{226}\text{Ra}$ ; радон -  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ; калий -  $^{40}\text{K}$ ; рубидий -  $^{87}\text{Rb}$ ; кальций -  $^{48}\text{Ca}$ ; цирконий -  $^{96}\text{Zr}$ ; бериллий -  $^7\text{Be}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ; көміртегі -  $^{14}\text{C}$ ) және басқалар.

6. **Ыдыраған атомдар** – табиғатта ыдыраған күйде кездесетін элементтердің жеке атомдары (микро- және ультрамикрэлементтер атомдары: Mn, Co, Zn, Cu, Au, Hg ж.б.).

7. **Космостық табиғаты бар зат** – космостан Жер бетіне түсетін заттар (метеориттер, космостық шаң).

Биосферадағы заттардың типтерінің жіктелуін В.И.Вернадский бірнеше параметрлеріне қарап бөлді:

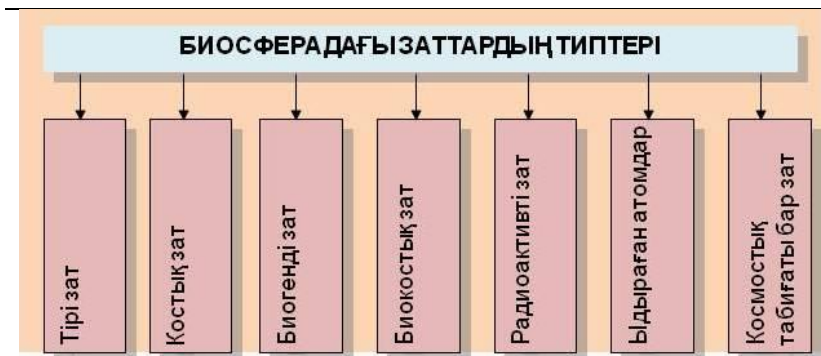
А) заттың өзінің сипатына қарай (тірі немесе костық);

Б) бастапқы заттың сипатына қарай (биогенді және костық заттар болып бөлінуіне);

В) радиоактивтілік белгісіне қарай (радиоактивті ыдыраған зат);

Г) дисперсті молекулярлы құрылысының дәрежесі бойынша (ыдыраған атом күйіндегі заттар);

Д) жердегі немесе жердегі емес белгісі бойынша (космостық заттар).



50-сурет. Биосферадағы заттардың типтерге бөлінуі

А.В. Лапо биосфера заттарын төмендегідей жіктей отырып, ол үш негізгі параметрді бөліп алды. а) *Заттың сипаты*: тірі немесе тірі емес; б) *Бастапқы материал бойынша градация*: биоенді, абиоенді; в) *Жер бетілік заттардың типтері немесе Жер бетіндегі емес заттардың типтері*. Ол радиоактивтілік белгісі және дисперсті молекулярлы құрылысының дәрежесі бойынша параметрлерін есепке алмады (7-кесте).

7-кесте

**Жер биосферасындағы заттардың типтері (А.В. Лапо, 1979)**

<i>Заттың сипаты</i>	<i>Бастапқы материал бойынша градация</i>	<i>Жер бетілік заттардың типтері</i>	<i>Жер бетіндегі емес заттардың типтері</i>
Тірі	биоенді	Тірі зат Синонимдері: биос, биота	белгісіз
	абиоенді	белгісіз	белгісіз
Тірі емес	биоенді	Биоенді зат а) необиоенді б) палеобиоенді Синонимдері: органогенді зат	белгісіз
	абиоенді	Жер бетілік абиоенді зат. Синоним: костық зат	Жер бетілік емес абиоенді зат. Синоним: космостық зат

**Тірі заттың химиялық құрамы.** Тірі организмнің химиялық құрамын екі түрде көрсетуге болады: *атомды және*

молекулалы. Атомды құрам (элементті) тірі организмнің құрамына кіретін элемент атомының қатынасын сипаттайды. Молекулалы құрамы (заттық) заттың молекулалы қатынасын көрсетеді.

**Атомдық құрамы.** Тірі организмдердің құрамына кіретін элементтердің салыстырмалы мөлшері бойынша оларды үш топқа бөлуге болады (8-кесте).

**Макроэлементтер** – O<sub>2</sub>, C, H<sub>2</sub>, N – 98-99 % – бұлар негізгі элементтер, Ca, Cl, K, S, P, Mg, Fe, Si – 1-2 % құрайды. Макроэлементтер тірі организмдердің негізгі салмақтық құрамын түзеді.

**Микроэлементтер** – Mn, Co, Zn, Cu, B, I – бұлардың организмдегі жалпы мөлшері – 0,1 %.

8-кесте

**Тірі заттың орташа құрамы**

Макроэлементтер ( $n \cdot 10^{-3}$ - $n \cdot 10$ )			
А. Ауа мигранттары (98,8%)			
O - 70	C - 18	H - 10,5	N – $3 \cdot 10^{-1}$
Б. Су мигранттары (1,2%)			
Ca - $5 \cdot 10^{-1}$	Mg - $4 \cdot 10^{-2}$	Na - $2 \cdot 10^{-2}$	
K - $3 \cdot 10^{-1}$	P - $7 \cdot 10^{-2}$	Cl - $2 \cdot 10^{-2}$	
Si - $2 \cdot 10^{-1}$	S - $5 \cdot 10^{-2}$	Fe - $1 \cdot 10^{-2}$	
Микроэлементтер (су мигранттары) ( $n \cdot 10^{-3}$ - $n \cdot 10^{-5}$ )			
Al - $5 \cdot 10^{-3}$	Zn - $5 \cdot 10^{-4}$	Pb - $5 \cdot 10^{-5}$	
Ba - $3 \cdot 10^{-3}$	Rb - $5 \cdot 10^{-4}$	Sn - $5 \cdot 10^{-5}$	
Sr - $2 \cdot 10^{-3}$	Cu - $2 \cdot 10^{-4}$	As - $3 \cdot 10^{-5}$	
Mn - $1 \cdot 10^{-3}$	V - $n \cdot 10^{-4}$	Co - $2 \cdot 10^{-5}$	
B - $1 \cdot 10^{-3}$	Cr - $n \cdot 10^{-4}$	Li - $1 \cdot 10^{-5}$	
Tr - $n \cdot 10^{-3}$	Br - $1,5 \cdot 10^{-4}$	Mo - $1 \cdot 10^{-5}$	
Ti - $8 \cdot 10^{-3}$	Ge - $n \cdot 10^{-4}$	Cs - ок. $1 \cdot 10^{-5}$	
F - $5 \cdot 10^{-3}$	Ni - $5 \cdot 10^{-4}$		
Ультрамикроэлементтер			
Se - $< 10^{-6}$	U - $< 10^{-8}$	Hg - $n \cdot 10^{-7}$	
Ra - $n \cdot 10^{-12}$			

Организмде табылған, бірақ орташа мөлшері туралы мәлімет жоқ

He, Be, Ne, Ar, Sc, Ga, Kr, Zr, Nb, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sb, Te, I, Xe, Ta, W, Au, Ti, Bi, Th

Организмде табылмаған

Ru, Hf, Re, Os, Ga, Ir, Po, Ac, Tc, At, Fr (соңғы үшеуі жер қыртысынан табылмаған)





*Микроэлементтер* – Au, Hg, Se және басқалар, олар организмде өте аз шамада кездеседі, бұлардың көпшілігінің физиологиялық рөлі ашылмаған.

**Молекулалық құрамы.** Химиялық элементтер тірі заттардың құрамында бейорганикалық және органикалық иондар немесе молекулалар түрінде кездеседі. Клеткадағы ең негізгі бейорганикалық зат – су мен минералды тұздар, ал органикалық зат – углеводтар, липидтер, белоктар және нуклеин қышқылдары (9-кесте).

9-кесте.

**Тірі организмдегі химиялық қосылыстардың мөлшері**

<i>Қосылыстар</i>	<i>Таза салмағы, %</i>
Су	75 – 85
Белоктар	10 – 15
Майлар	1 – 5
Углеводтар	0,2 – 2,0
Нуклеин қышқылдары	1 – 2
Төменгі молекулалы органикалық қосылыстар	0,1 – 0,5
Бейорганикалық қосылыстар	1,0 – 1,5

Тірі организмдердің құрамына кіретін химиялық элементтер биологиялық функцияларды орындайды, оларды *биогенді заттар* деп атайды. Клеткада өте аз кездесетін элементтердің өзін басқа элементтермен ауыстыруға болмайды, өйткені олар да тіршілікке өте қажет (10-кесте).

10-кесте.

**Биогенді элементтер және олардың тірі организмдегі рөлі**

<i>Элементтер</i>	<i>Символы</i>	<i>Клеткадағы рөлі</i>
Көміртегі	C	Органикалық заттардың құрамына кіреді
Сутегі	H <sub>2</sub>	Органикалық заттардың және судың құрамына кіреді
Оттегі	O <sub>2</sub>	Органикалық заттардың және судың



		рамына кіреді
Азот	N	Белок пен нуклеин қышқылының құрамына кіреді
Фтор	F	Тіс эмалінің құрамына кіреді
Бор	B	Кейбір өсімдіктерге қажет
Натрий	Na	Клетканың құрамына кірмейтін негізгі оң ион
Магний	Mg	Көптеген ферменттердің жұмысын тездетеді, хлорофиллдің құрамына кіреді
Фосфор	P	Сүйек ткандеріне, нуклеин қышқылының құрамына кіреді
Күкірт	S	Белок және көптеген биологиялық заттардың құрамына кіреді
Хлор	Cl	Хлорид-ион организмдегі басымырақ теріс ион
Калий	K	Клетканың ішіндегі басым оң ион
Кальций	Ca	Сүйек пен тістің негізгі компоненті, бұлшық еттердің қысқаруын жақсартады.
Марганец	Mn	Организмге аз мөлшерде қажет (кейбір ферменттердің құрамына кіреді)
Темір	Fe	Көптеген органикалық заттардың құрамына кіреді (гемоглобин, цитохромдар)
Кобальт	Co	B <sub>12</sub> витаминінің құрамына кіреді
Мыс	Cu	Организмге аз мөлшерде қажет (кейбір ферменттердің құрамына кіреді)
Мырыш	Zn	Организмге аз мөлшерде қажет (кейбір ферменттердің құрамына кіреді)
Йод	I	Қалқанша бездің гормонының құрамына кіреді (тироксин)

## Биосферада тіршіліктің таралуы

Тірі заттың массасы барлық биосфера массасының тек 0,01%-ын ғана құрайды. Әдетте, тірі зат – биосфераның ең негізгі компоненттерінің бірі.

Тірі затты анықтаушы қасиет планетада таралуы, өсуі және даму қабілеті болып саналады. Оның биосферада таралуы бір-келкі емес. Биосферадағы тіршіліктің жоғары концентрациясы жер қабатымен шектелген шекараларында байқалады: атмосфера мен литосферада (құрлық бетінде), атмосфера мен гидросферада (мұхит бетінде), гидросфера мен литосферада (мұхит түбінде), әсіресе үш қабаттың шекарасында – атмосфера, литос-



фера, гидросферада. Тіршіліктің жоғары концентрациясы жиналған орынды В.И. Вернадский «тіршілік қабықшасы» деп атады. Бұл шекарадан төмен немесе жоғары түсетін болса, тірі материяның концентрациясы кемиді.

11-кесте.

**Жер бетіндегі тірі заттардың массасы  
(Н.И. Базелевич бойынша, 1971)**

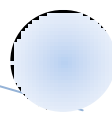
<i>Орта</i>	<i>Организмдер тобы</i>	<i>Массасы, 10<sup>12</sup> т</i>	<i>Қатынасы, %</i>
Құрлық	Жасыл өсімдіктер	2,40	99,8
	Жануарлар мен микроорганизмдер	0,02	0,8
	Барлығы	2,42	100,0
Мұхит	Жасыл өсімдіктер	0,0002	6,3
	Жануарлар мен микроорганизмдер	0,0030	93,7
	Барлығы	0,0032	100,0
	Жердегі организмдер биомассасы	2,4232	-

Қазіргі кезде Жер бетіндегі түрлердің құрамы бойынша жануарлар (2,0 млн аса түр) өсімдіктерден (0,5 млн) асып түседі. Бірақ та фитомассаның қоры Жердегі тірі биомассаның қорының 99%-ын құрайды. Құрлық биомассасы мұхит биомассасынан 1000 есе жоғары (11-кесте). Құрлықта организмдердің түр саны мен биомассасы полюстен экваторға қарай өседі.

### **5.3 Биосферадағы зат айналымының типтері**

**Зат айналымы** – Жер биосферасының құрамына кіретін заттардың, яғни атмосфера, гидросфера, литосферада жүретін процестерге қатысуы. Зат айналымы Жердің ішкі энергиясы мен Күннің сыртқы энергиясының үздіксіз түсуінен жүреді.

Қозғалыс күштеріне, белгілі шарттық үлесіне, ішкі зат айналымына байланысты *геологиялық, биологиялық және*



*антропогендік айналымдарға* бөлуге болады. Жер бетінде адамның пайда болуына дейін алғашқы екі айналым табиғатта жүрген (орындалған).

**Геологиялық айналым** (*табиғаттағы үлкен зат айналымы*) – қозғалыс күштерінің әсерінен болатын зат айналымы, яғни эндогенді және экзогенді геологиялық процестер.

*Эндогенді процесс* (ішкі динамикалық процестер) Жердің ішкі энергиясының әсерінен жүреді. Бұл энергия радиоактивті ыдыраудың, химиялық реакциялардың нәтижесінде минералдардың түзілуі, тау жыныстарының кристалдануы ж.т.б. арқасында бөлінеді. Эндогенді процестерге тектоникалық қозғалыстар, жер сілкінісі, магматизм, метаморфизм жатады. *Экзогенді процесс* (сыртқы динамикалық процестер) Күннің сыртқы энергиясының әсерінен жүреді. Экзогенді процесс тау жыныстары мен минералдардың желденуі, бұзылған өнімдердің бір орыннан екінші орынға тасымалдануы, бұзылған өнімдердің жиналуы мен сіңірілуі нәтижесінде тұнбалы жыныстардың түзілуінен т.с.с. жұмсалады. Экзогенді процестерге атмосфера-ның, гидросфераның (өзендердің, жер асты суларының, мұхиттардың, теңіздердің, батпақтардың, мұздардың), сонымен бірге тірі организмдер мен адамдардың геологиялық әрекеті жатады.

Рельефтің ірі формалары (кұрлықтар, таулар, т.б.) эндогенді процестердің есебінен, ал орташа, ұсақ рельефті формалар (өзен алқаптары, төбешіктер, ойпаттар, т.б.) экзогенді процестердің есебінен пайда болған. Сонымен, эндогенді және экзогенді процестер бір-біріне қарама-қарсы әрекет жасайды. Алғашқысы ірі рельефті формалар түзуге, екіншісі оларды тегістеуге алып келеді.

Геологиялық зат айналымы тірі организмдерсіз жүреді, Жердің өте терең қабаттары мен биосфера арасында заттардың қайта ауысуы орындалады.

**Биологиялық (биогеохимиялық) айналым** (*биосферадағы кіші зат айналымы*) – қозғалыс күштерінің әсерінен болатын зат айналымы, яғни тірі организмдердің әрекеті. Кіші биогеохимиялық зат айналымының үлкен геологиялық зат айналымынан айырмашылығы биосфералық аралықта жүреді. Айналымның негізгі энергия көзі – күн сәулесі. Бірақ табиғатта биосфераға

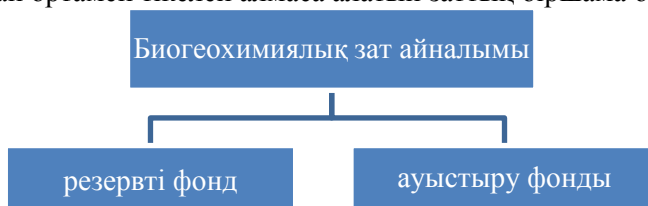


тән бір ғана процесс жүреді, ол: күн сәулесінің энергиясы тек жұмсалып қоймай, сонымен бірге ұзақ уақыттарға байланысқан түрде сақталады, осы процесс фотосинтез нәтижесінде органикалық зат жасалуы кезінде жүреді. Бұл энергия кейіннен толып жатқан биохимиялық реакциялардың жүруіне жұмсалады.

Экожүйеде жасыл өсімдіктер күн энергиясын пайдалана отырып, алғашқы тірі зат өнімін жасайды, яғни бейорганикалық заттан органикалық зат түзіледі. Өсімдіктер көмірқышқыл газын сіңіріп, оттегін бөледі, оларды *продуценттер* дейді. Жануарлар өсімдіктермен қоректеніп, оттегін сіңіріп, көмірқышқыл газын бөліп шығарады, оларды *консументтер* дейді. Жануарлар мен өсімдіктердің қалдықтарын бактериялар, микроорганизмдер, саңырауқұлақтар мен насекомдар, т.б. организмдер – *редуценттер* өңдеп, ыдыратып, топыраққа түсіреді, яғни бейорганикалық заттарға айналдырады. Бұл бейорганикалық заттарды қайтадан автотрофтар пайдаланып, гетеротрофтар қолданатын органикалық затты синтездейді.

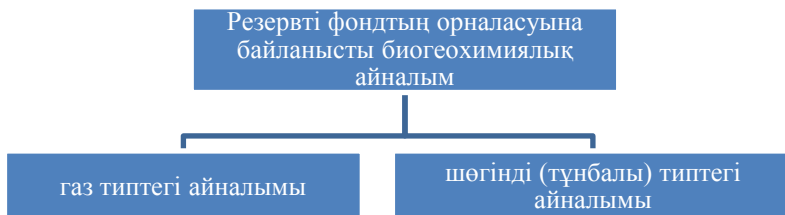
Биогеохимиялық зат айналымын екі бөлімге бөлуге болады:

- 1) *резервті фонд*– тірі организмдермен байланыссыз зат бөлігі;
- 2) *ауыстыру фонды*– организмдер арасында және олардың қоршаған ортамен тікелей алмаса алатын заттың біршама бөлігі.



Резервті фондтың орналасуына байланысты биогеохимиялық айналым екі типке бөлінеді:

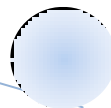
- 1) атмосферадағы және гидросферадағы заттың резервті фондының *газ типтегі айналымы* (көміртегінің, оттегінің, азоттың айналымы);
- 2) жер қыртысындағы заттың резервті фондының *шөгінді (тұнбалы) типтегі айналымы* (фосфор, кальций, темірдің ж.б. айналымы).



Газ типті айналым өте жетілген, себебі мұнда жоғары ауысу фонды орындалады, өзін-өзі реттеу тез жүреді. Шөгінді типтегі айналым аз жетілген, өйткені заттың негізгі массасы жер қыртысының резервті фондында тірі организмдермен алуға «ыңғайсыз» түрінде кездеседі. Мұндай айналымдар әр түрлі әсер етуден оңай бұзылады және ауысатын материалдың бір бөлігі айналымнан шығып қалады. Айналымға қайта түсу үшін ол геологиялық процестің нәтижесінде немесе тірі заттар арқылы ғана өндіріледі. Бірақ та затты тірі организмдер арқылы жер қыртысынан өндіру атмосфераға қарағанда едәуір қиын.



Биологиялық айналымның қарқындылығы бірінші кезекте қоршаған ортаның температурасымен және су мөлшерімен анықталады. Мысалы, ылғалды тропиктік ормандарда тундраға қарағанда биологиялық айналым интенсивті (қарқынды) жүреді. Сонымен бірге тундрада биологиялық айналым жылдың жылы уақытында жүреді.



Адамның іс-әрекетінің нәтижесінде антропогенді айналым пайда болды. *Антропогенді айналым (алмасу)*– қозғалыс күштерінің әсерінен болатын зат айналымы (алмасуы), яғни адамның іс-әрекеті. Антропогенді айналым *биологиялық және техникалық* болып бөлінеді. *Биологиялық* тірі организм ретінде адамның қалыптасуымен байланысты, *техникалық* адамның шаруашылық қызметімен байланысты.



Геологиялық және биологиялық айналымдар біршама дәрежеде тұйықталған, ал антропогенді зат алмасудың тұйықталмағандығы *табиғи ресурстардың сарқылуына және табиғи ортаның ластануына* алып келеді. Дәл солар адамзат қоғамындағы барлық экологиялық проблемалардың негізгі себепкерлері.

#### **5.4 Табиғаттағы су, көміртегі, оттегі, азот, фосфор және күкірт айналымдары**

Табиғаттағы су айналымы үлкен геологиялық айналымға, ал биогенді элементтердің (көміртегі, оттегі, азот, фосфор және күкірт ж.б.) айналымы кіші биогеохимиялық айналымға жатады (51-56 сурет).

**Су айналымы.** Атмосфера арқылы құрлық пен мұхит арасындағы **су айналымы** үлкен геологиялық айналымға жатады. Әлемдік мұхиттан су буланып, құрлыққа ауысады да, атмосфералық жауын-шашын болып түседі, қайтадан жер бетілік және жер астылық, ағызынды сулар арқылы мұхитқа түседі. Табиғатқа антропогендік әсерлер – климаттың өзгеруі, топырақ құрылымы, жасанды су қоймалары, өсімдіктер, ластанулар, т.б. су айналымына әсер етеді.



Судың Жердегі айналымы жыл сайын  $500$  мың  $\text{км}^3$  аса су пайдаланылады. Біздің планетамызда табиғи жағдайлардың қалыптасуына айналымының атқаратын рөлі зор. Жердегі судың барлық қоры өсімдіктердің суды транспирациялауы мен биохимиялық циклде оның сіңіруіне бөлінеді және  $2$  млн жылда қалпына келеді.



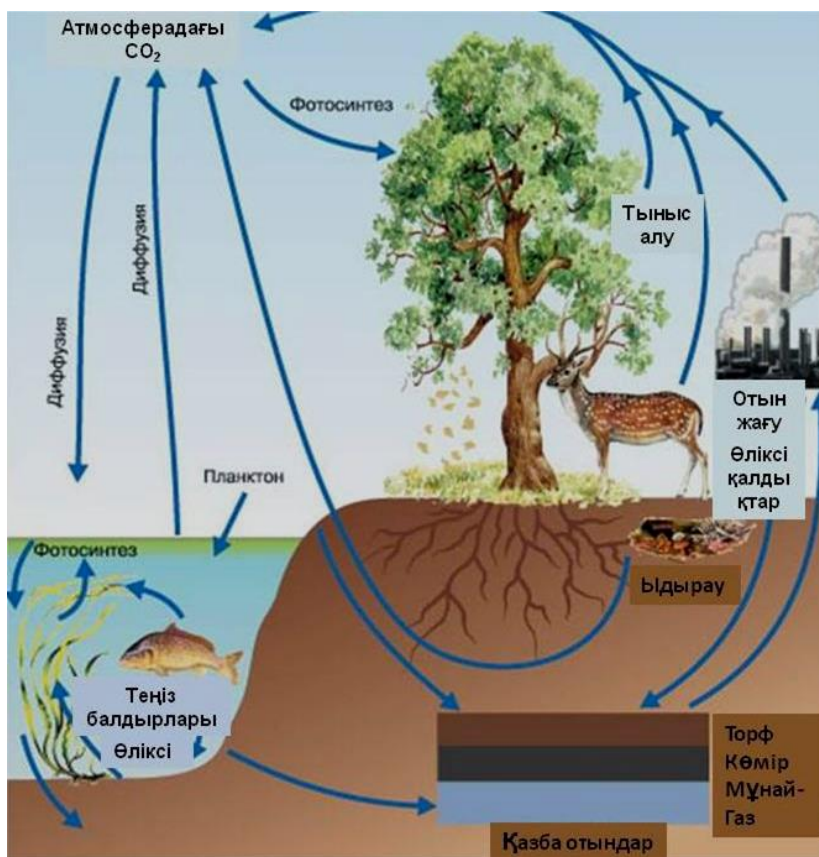
51- сурет. Биосферадағы су айналымы (Пенмен, 1972)

**Көміртектің айналымы.** Продуценттер атмосферадағы көмірқышқыл газды сіңіріп, түрлі органикалық қосылыстарға алмастырады, консументтер органикалық затты қорек ретінде пайдаланып, қоректік тізбектер түзеді. Редуценттер органикалық қосылыстарды минералдап, атмосфераға көмірқышқыл газы түрінде қайтарады. Ал, Дүниежүзілік мұхиттардағы көміртегі айналымы қиындау, ондағы өлі организмдердің құрамындағы көміртегі мұхиттың түбіне шөгеді де, шөгінді жыныстар түрінде жиналады. Бұл көміртегі биологиялық айналымнан шығып, геологиялық зат айналымына ауысады. Көміртегінің биологиялық негізгі резервуары – ормандар, олар  $500$  млрд т осы элементті түзеді және атмосферадағы оның  $2/3$  қорын құрайды.

Көміртегі айналымына адамдардың араласуы (мұнайдың, газдың, көмірдің жануы, дегумификация процесі) атмосферадағы  $\text{CO}_2$  мөлшерінің жоғарылауына алып келеді, ол парникті эффектіннің дамуын тудырады.  $\text{CO}_2$  айналымының жылдамдығы,

яғни атмосферадағы барлық көмірқышқыл газы тірі зат арқылы өтеді, оған шамамен 300 жыл кетеді.

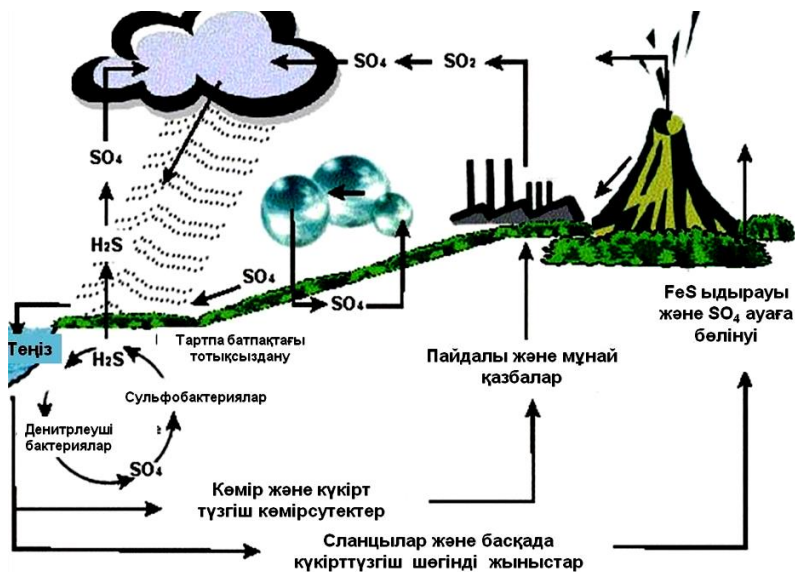
**Күкірт айналымы.** Күкірттің негізгі резервті фонды шөгінділер мен топырақта кездеседі, дегенмен фосфордан айырмашылығы атмосферада да резервті фонды бар. Биогеохимиялық айналымға күкіртті қатыстыруға микроорганизмдер жатады. Олардың кейбіреулері – тотықсыздандырғыштар, енді біреулері – тотықтырғыштар.



52- сурет. Биосферадағы көміртегі айналымы (Пенман, 1968)

Тау жыныстарында күкірт – сульфид түрінде ( $FeS_2$  ж.б.), ерітіндіде – ион формасында ( $SO_4^{2-}$ ), газ фазада күкіртті сутек

( $H_2S$ ) немесе күкіртті газ ( $SO_2$ ) түрінде кездеседі. Кейбір организмдерде күкірт таза (S) түрде жиналады. Күкірт –табиғатта кең таралған элементтердің бірі, ол бос күйінде де, қосылыстар: сульфиттер, сульфидтер, сульфаттар түрінде де кездеседі. Теңіз суында сульфат ионның мөлшері хлордан кейін екінші орынды алады, олар белоктардың құрамына кіреді және оларды автотрофтар пайдаланады.



53- сурет. Биосферадағы күкірт айналымы (Пенмэн, 1981)

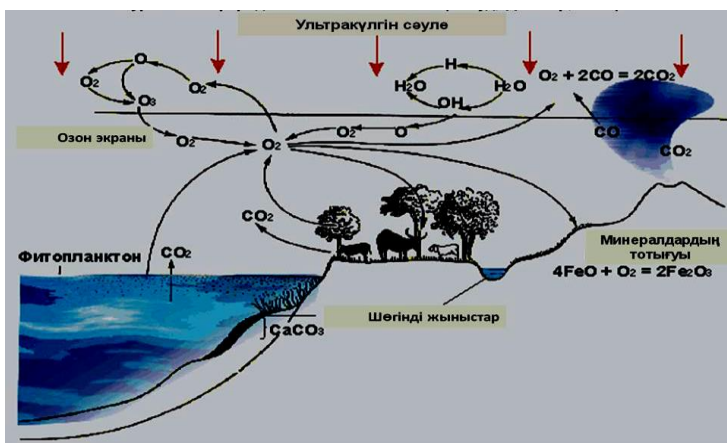
Жер бетіндегі экожүйеде өсімдіктер күкіртті сульфат түрінде топырақтан алады. Тірі организмде күкірт белоктарда ион түрінде болады. Тірі организмдер өлгеннен кейін күкірттің бір бөлігі топырақта микроорганизмдердің көмегімен  $H_2S$  дейін тотықсызданады, екінші бір бөлігі сульфаттарға дейін тотығады да, қайтадан күкірт айналымға түседі. Түзілген күкіртті сутек атмосфераға бөлініп шығады, ол тотығып, топыраққа шөгінді болып қайта түседі.

Адамдардың отынды жағуы (әсіресе, көмірді), химиялық өнеркәсіптердің сыртқа шығаратын шығыстары атмосферада

күкірттің қос оксидінің ( $\text{SO}_2$ ) жиналуына алып келеді. Ол су буларымен әрекеттесіп, жерге қышқыл жаңбыр түрінде түседі.

Биогеохимиялық циклдер адам әрекетіне біршама дәрежеде ұшыраған. Адамның шаруашылық қызметі олардың тұйықтылығын бұзып, күкірттің миграциясы мен сульфидтердің тотығуын тездетті.

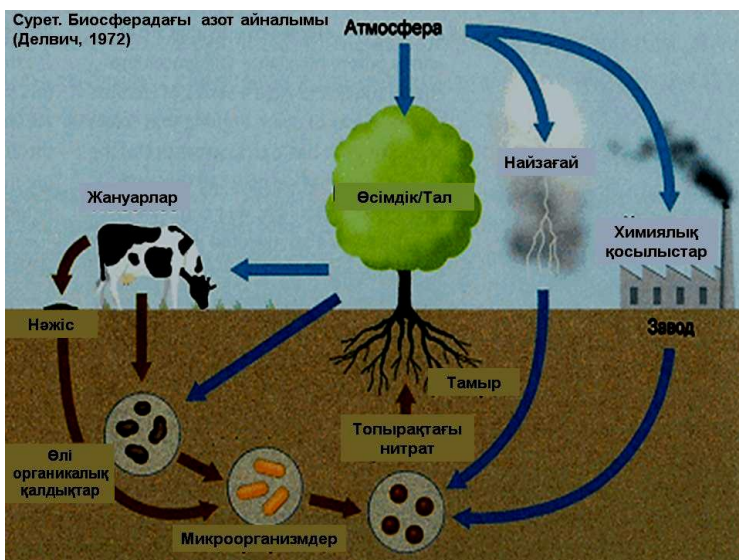
**Оттек айналымы.** Оттек айналымы негізінен атмосфера мен тірі организмдер арасында жүреді. Бос күйіндегі оттектің биохимиялық және физиологиялық процестердегі рөлі ерекше. Бос оттегі ( $\text{O}_2$ ) атмосферада жасыл өсімдіктердің фотосинтез процесінің нәтижесінде түзіледі. Ол жануарлар, өсімдіктер мен микроорганизмдердің тыныс алуына және органикалық заттардың минералдануына қолданылады. Қалыпты жағдайда оттек молекуласы екі атомды ( $\text{O}_2$ ). Электр разрядтарында үш атомды молекула – озон ( $\text{O}_3$ ) түзіледі. Оттегінің аздаған мөлшері судан және озонның ультракүлгін сәулесінің әсерінен түзіледі. Оттегінің көп мөлшері жер қыртысындағы тотығу процесіне, вулкандардың атқылауына ж.б. жұмсалынады. Оттектің негізгі үлесін құрлықтағы өсімдіктер өндіреді –  $3/4$ , қалған бөлігін Әлемдік мұхиттың фотосинтездеуші организмдері түзеді. Айналым жылдамдығы – шамамен екі мың жыл.



54-сурет. Биосферадағы оттек айналымы (Пенмэн, 1981)

Тұрмыстық және өнеркәсіптік қажетке жыл сайын 23% оттегі жұмсалатыны анықталған, бұл цифр үнемі жоғарылап отырады.

**Азот айналымы.** Атмосферадағы азот ( $N_2$ ) қоры өте көп (78%). Әдетте, өсімдіктер бос азотты сіңіре алмайды, олар тек негізінен  $NH_4^+$  немесе  $NO_3^-$  түріндегі формада сіңіреді. Бос азот атмосферадан азотфиксациялайтын бактерияларды байланыстырып, оларды өсімдікке ыңғайлы формаға ауыстырады. Өсімдіктерде азот органикалық заттардың құрамында болады да (белоктарда, нуклеин қышқылдарында ж.б.), қоректік тізбек бойынша беріледі. Тірі организмдер өлгеннен кейін редуценттер органикалық заттарды минералдап, оларды аммонийлі қосылыстарға нитрат, нитрит, сонымен қатар атмосфераға айналып келетін бос азотқа айналдырады.



55- сурет. Биосферадағы азот айналымы (Пенмэн, 1981)

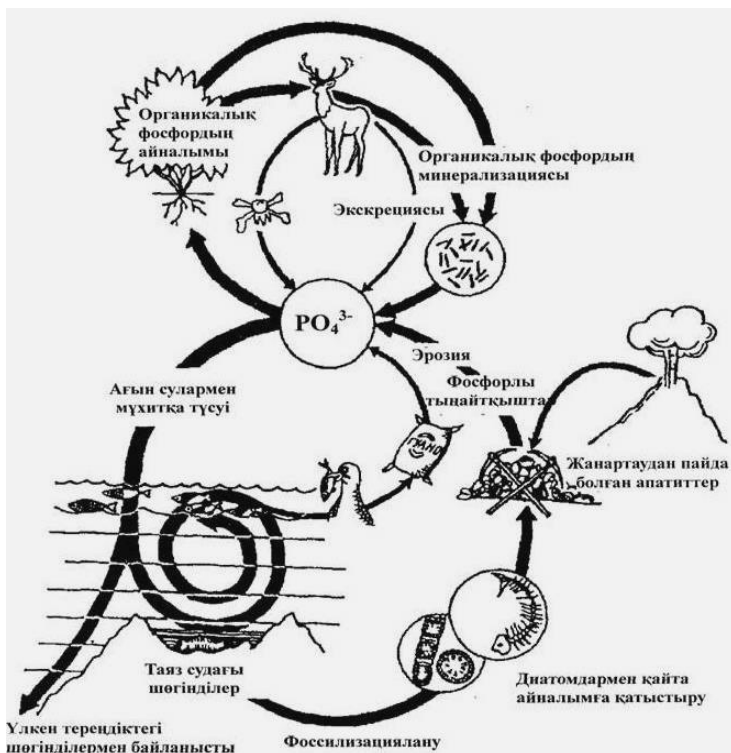
Азот қосылыстарынан нитраттар ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолданылады. Аммоний, барий, хром, темір, алтын, мыс нитраттары түрлі өнеркәсіптерде қолданылады. Тыңайтқыш ретінде пайдаланылатын натрий, калий, кальций



нитраттарын шамадан артық қолданғанда, олар тамақ өнімдерінде жинақталып, организмнің улануына әкеліп соғады.

**Фосфор айналымы.** Фосфордың негізгі массасы көптеген тау жыныстарының құрамында кездеседі, бұл жыныстардың бұзылуы нәтижесінде ол құрлықтық экожүйелерге немесе жауын-шашынмен шайылып, ең соңында гидросфераға түседі.

Жер бетіндегі экожүйеде өсімдіктер фосфорды топырақтан алады (негізінен  $PO_4^{3-}$  формасында), ол органикалық қосылыс құрамына (белок, нуклеин қышқылдарында, фосфолипидтерде ж.б.) кіреді немесе бейорганикалық форма күйінде қалады. Ары қарай фосфор қоректік тізбектерге түседі. Тірі организмдер өлгеннен кейін олардың қалдықтарынан шыққан фосфор топыраққа түседі де, қайта зат айналымына қатысады.



56- сурет. Биосферадағы фосфор айналымы (Пенмэн, 1981)



Фосфор тыңайтқыштарын дұрыс пайдаланбаудан, топырақтың су және жел эрозиясынан топырақтан фосфордың көп мөлшері жоғалады. Бұл, бір жағынан, фосфор тыңайтқыштарын артық пайдалануға және фосфор рудаларының қорының сарқылуына алып келеді (фосфориттер, апатиттер ж.б.). Екінші жағынан, топырақтан су қоймаларына көп мөлшерде биогенді элементтердің (фосфор, күкірт, азот ж.б.) түсуі жасыл балдырлардың және басқа да су өсімдіктерінің күрт дамуын, суқоймаларының эвтрофикациялануын тудырады (судың «гүлдеуі»).

Су экожүйесінде фосфор фитопланктонмен сіңіріледі, ары қарай трофтық тізбек бойынша теңіз құстарына беріледі. Олардың экскременттері теңізге түсуі мүмкін немесе теңіз жағасында жиналуы мүмкін, сонан соң бәрі бір теңізге шайылып құйылады. Өлі теңіз жануарлары, әсіресе балықтар минералданып, қайтадан фосфор келесі айналымға қатысады. Кейбір балықтардың скелеттері теңіз түбіндегі тұнбаларға шөгіп, биогеохимиялық айналымнан шығып қалады.





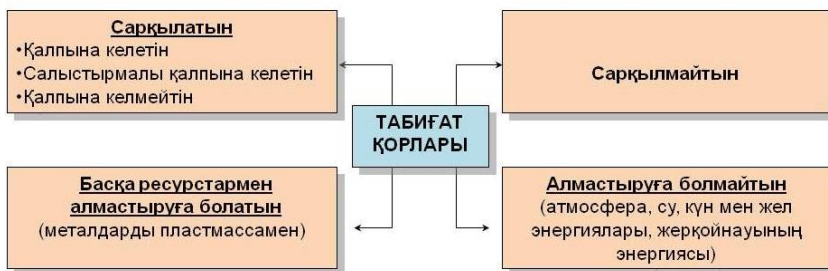
## VI Т А Р А У

### ҚОРШАҒАН ОРТА ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ

#### 6.1 Табиғи қорлар

Табиғатресурстары адам өмір сүру үшін қажетті заттар болып саналады (азық, киім, отын энергия, шикізат). Табиғи қорлар – адам еңбегінсіз табиғатта түзілген тіршілікке қажетті байлықтар. Табиғат ресурстарынан жасалатын объектілер өте көп, олардың санына жету мүмкін емес. Ал табиғаттың өзі жасаған ресурстардың түрі онша мол емес. Оларға: атмосфералық ауа, топырақ, су, өсімдіктер, жануарлар, қазба байлықтар жатады. Көп уақыт бойы адам табиғат байлықтарын таусылмайтын пайда көзі деп түсініп келді. Алайда адам қимылының табиғатқа кері әсері байқалып, кейбір пайдалы заттар таусыла бастаған соң, енді тиімді пайдалану қажеттілігі туды.

Табиғат байлықтарын пайдалану мақсаттарына қарай *сарқылмайтын* және *сарқылатын* деп екі топқа бөледі (57-сурет).



57-сурет. Табиғат ресурстарының пайдалану мақсаттарына қарай жіктелуі

**Сарқылмайтынқорлар**– күн энергиясы, теңіз ағысы энергиясы, атмосфералық ауа, жел энергиясы, атмосфералық жауын-шашын және су қорлары. Сарқылмайтын ресурс ұғымы



бұл салыстырмалы ұғым. Себебі, әрбір ресурс үшін қолданудың шегі болады. Мысалы, күн энергиясын артық қабылдаса, жер бетіндегі кеңістіктің температурасының артуына әкеледі. Ол термодинамикалық дағдарыс туғызуы мүмкін. Жер бетіне күн энергиясының түсуі (келіп жетуі) атмосфераның жағдайына, оның ластану дәрежесіне байланысты.

*Сарқылатын қорлар:* қалпына келтірілетін, салыстырмалы қалпына келтірілетін және қалпына келтірілмейтін болып бөлінеді.



*Қалпына келтірілетін қорлар* – биологиялық ресурстар, яғни өсімдіктер мен жануарлар дүниесі.

*Салыстырмалы қалпына келтірілетін қорлар* – топырақ және орман қорлары. Топырақтың 20 см тереңдікті қамтитын құнарлы қабатын қалпына келтіру үшін бірнеше жүздеген жылдан бірнеше мың жылға дейін уақыт керек.

*Қалпына келтірілмейтін қорларға* пайдалы қазбалар жатады. Бұл қорларды үздіксіз пайдалану олардың таусылуына әкеліп соғады, сондықтан қалпына келтірілмейтін қорларды қорғау үшін оларды тиімді пайдалану немесе олардың орнын баса алатын басқа ресурстарды іздестіру қажет.

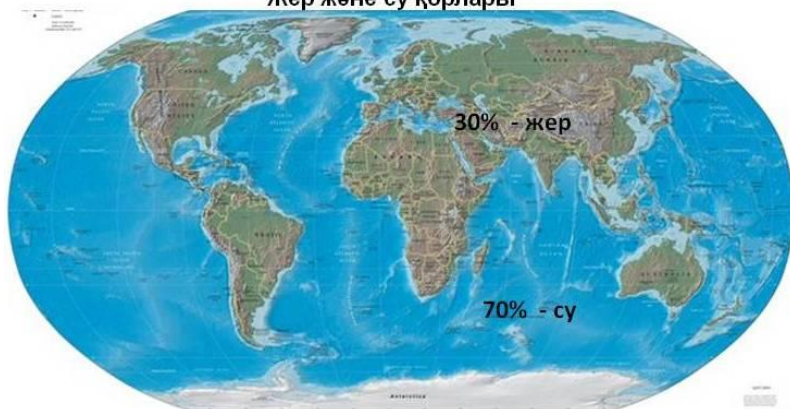
Ресурстардың әрқайсысы табиғатта өзара тығыз байланысқан, бірінің түзілуіне екіншісі әсер етеді. Егер халық шаруашылығын дамыту мақсатында табиғат байлығының бір түрін интенсивті түрде пайдалану керек болса, бұл фактордың алдағы уақытта табиғат байлығының басқа түріне зиянды әсер етпейтініне көз жеткізген жөн.

Табиғат ресурстары көп деп, оны ысыраппен пайдалана беру, оның қорының күрт азаюына әкеліп соқтырады.

## 6.2 Су қорлары

Су біздің планетамызда табиғи қорлардың ішіндегі ең жоғарғы орынды алады. Жер бетінің 30%-ын құрлық, ал қалғанын Әлемдік мұхит құрайды. Жер бетінде су көп болғанмен, ол әр құрлықта әр түрлі мөлшерде таралған. Тұщы судың қоры планетамыздағы жалпы су ресурстарының қатынасы бойынша Арктика, Гренландия және Антарктида мұздықтарымен бірге шамамен 3%-ын құрайды. “Су – тіршілік көзі” деп халық бекер айтпаған. Әдетте, тұщы сусыз тіршілік жоқ екені баршамызға мәлім.

### Жер және су қорлары

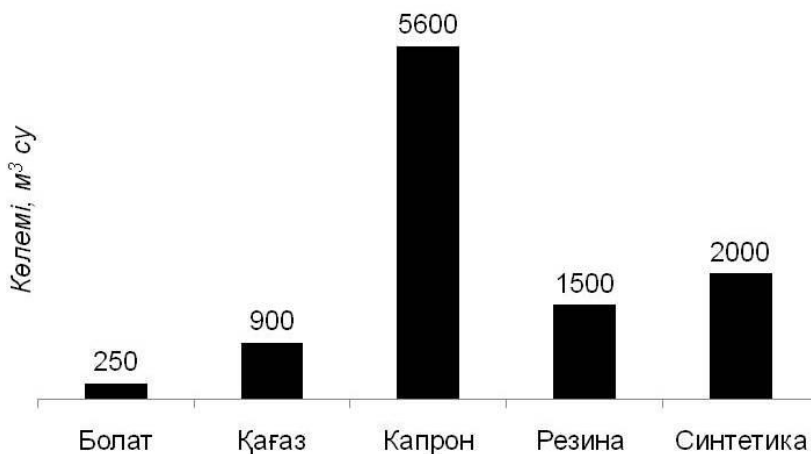


Адамға шамамен қанша су қажет? Егер де ауыз су керек болса, онда көп жұмсалмайды. Статистикалық мәліметтер бойынша әр елде, әсіресе дамыған елдерде адам санына қарағанда, суды пайдалану өте жоғары өсуде. Мысалы, АҚШ-та соңғы жылдары (XXI ғ.) суды пайдалану 8 есеге өскен, ал халқы өспеген.

Су тек қана ауыз суға ғана пайдаланылмайды, ол барлық өнеркәсіпке, энергия өндірісіне, кеме тасымалына, ауыл шаруашылығына, балық шаруашылығына, т.с.с. үшін қолданылады. Қазіргі технология суды көп қажет етеді: 1 т болат қорыту үшін  $250 \text{ м}^3$ , 1 т қағаз өндіруге –  $900 \text{ м}^3$ , 1 т капрон –  $5600 \text{ м}^3$  су жұмсалынады. 1 т бидай өндіруге  $800 \text{ м}^3$ , 1 т мақта алу үшін 10 есе көп су керек. Егер де жер бетіндегі 1 тұрғынға кететін судың

мөлшерін есептесек, онда жылына 1,2 т аса мөлшерге тең болады екен. Бұл көрсеткіш жылдан-жылға өсуде.

### Өнеркәсіп өнімдерінің суды пайдалану көлемі



Су - су қоймаларында ғана емес, ол ауада да, топырақта да, барлық тірі организмдерде де, яғни биосфераның барлық көлемінде болады. Жыл сайын біз өзіміздің салмағымыздан бес есе көп су мөлшерін жұмсаймыз, ал өмір бойына әрқайсысымыз шамамен 25 т суды сіңіреміз. Адам тамақсыз 40 күнге, ал суға жеті-сегіз тәулікке шыдайды екен. Оттегісіз өмір сүретін бактериялар бар, ал сусыз өмір сүретін организмдер әзірше белгісіз. “Сусыз өмір жоқ” екендігін осыдан көруге болады.

### Сусыз өмір жоқ



Адам тамақсыз  
40 күнге шыдайды



Адам сусыз 8 күнге  
шыдайды



Табиғатта су үздіксіз айналымда жүретіндіктен, атмосферада су 10 күнде, өзен сулары 16 күнде бір рет жаңарып тұрады, бұл жылына 23 рет жаңарады деген сөз. Салыстырмалы түрде өзендерде су аз, олар жылына 10-12 км<sup>3</sup> қатты заттарды және 3,3 млрд еріген заттарды ағызып әкетеді. Орташа есеппен әрбір 125 мың жыл сайын құрлықтың 1 м топырақ қабаты жуылады.

*12-кесте*

### Жердегі су қорының қатынасы

Әлемдік мұхит, су көлемі	97,2-97,5 %
Мұздықтар (Антарктиданы есептегенде)	1,75-2,15 %
Жерасты сулары	0,72 %
Тұщы сулар	0,009 %
Теңіздер, тұзды көлдер	0,008 %
Өзендер	0,0001 %

Тұщы судың негізгі қоры – тау шыңдарындағы мұздықтар мен Арктика және Антарктида мұздары 97% құрайды. Ал өзендер, көлдер және суқоймаларындағы су 3% болады (12–кесте).

Адам баласы өзінің дамуының өткен кезеңдерінде тұщы су тапшылығын қазіргі кездегідей қатал сезінген жоқ. Себебі, ол уақыттарда тұщы су қоры, көбінесе ауыз суға, үй тұрмысында, мал шаруашылығында ғана пайдаланылды. Ол кезде тұщы суды егін шаруашылығында, өнеркәсіпте пайдалану қазіргідей кең етек алған жоқ-ты. Ал соңғы жылдары тұщы суды халық шаруашылығының кез келген саласында ысыраппен пайдалану кең етек алып отыр.

#### **6.1.1 Су қорларын ластаушы көздер**

Өндірістің дамуы табиғи қорлардың азаюына қосымша, қоршаған ортаның ластануы сияқты жаңа проблема ала келді. Өндірістен шығатын керексіз заттармен, алдымен топырақ, ауа, су қоймалары ластанады. Бұл ластану жағымсыз әсер етіп қана қоймай, адам баласының денсаулығына да қауіп төндіреді. Жиырмамыншы ғасырға дейін адам баласының табиғатқа әсері



жер шарының әр түкпірінде өзінше қажетіне қарай әр түрлі жүргізілген болса, қазір ол бүкіл планетаны қамтып отыр.

Қазіргі экологиялық жағдай бұрынғыдан әлде қайда күшейе түскен. Ерте кезде тазартатын қондырғылар, құралдар болмағанымен, кеме, транспорттың аздығына байланысты ластанған сулар өзендер мен көлдерге үлкен зиян келтіре алмады. Кейінгі жылдарда жан-жақты дамыған халық шаруашылығы мемлекетке қажет өнімдерді көп мөлшерде өндірумен қатар керексіз қалдықтарды да, ластанған суларды да көбейтті. Әсіресе, ауыл шаруашылығы өнімдерін молайту мақсатында жерді молынан жырту су қорының сақталуына зиянды әсер етті.

Табиғаттағы ең таза көл Байкал көлі болып есептеледі. Таза суға анықтама беру қиын, себебі су – күрделі зат.

Сулардың ластануы атмосфераның ластануына қарағанда көбірек қауіп туғызады. Біріншіден, сулы ортада өздігінен тазару, ауаға қарағанда әлдеқайда жай жүреді; екіншіден, судың ластану көздері өте көп; үшіншіден, сулы ортада жүретін табиғи процестер ластаушылар әсеріне сезімтал және олар атмосферада жүретін процестерге қарағанда жер бетіндегі тіршілік үшін аса маңызды болып табылады.

Химиялық заттар (әсіресе, фенолдың туындылары) өте аз мөлшерде болса да, суға ерекше дәм немесе иіс береді, ол суды пайдалануға болмайды. Суды тазалау өте қымбатқа түседі және көптеген өнімдердің өзіндік құнының жоғарылауына себепкер болады. Мысалы, мұнай өнеркәсібінде ластануға қарсы шығындар жаңа мұнай өңдеу зауытының құрылысына жұмсалатын қаржының шамамен 8-10%-ын құрайды.

Негізгі суды пайдаланушылар – *ауыл шаруашылығы және өнеркәсіп*. Қазіргі металлургия зауыты немесе целлюлоза, қағаз комбинаты 100-200 мың адам тұрғыны бар қалаға қарағанда суды көп жұмсайды.

Кейбір өнеркәсіп өнімдерінің суды пайдаланудағы өнеркәсіп тұтынушыларының көрсеткіштері төмендегідей:

*Мұнай* – ең қауіпті ластаушылардың бірі. Өндіру кезінде немесе тасымалдағанда төгілетін 1 т мұнай 1200 га теңіз ауданын жұқа пленкамен (қабатпен) жауып кетуі мүмкін. Мұнай пленкасы күн сәулелерін өткізбейді де, сол себепті судағы оттегінің түзілуіне кедергі жасайды. Ол теңіз организмдерінің

тіршілігіне кері әсер етеді. Кемелердің апатқа ұшырауынан, танкер резервуарларын жуған судан және мұнай өндіру жұмыстары кезінде жыл сайын Әлемдік мұхит сулары 12-15 млн т мұнаймен ластанады. 1967 ж. «Тори Каньон» супертанкері Англия жағалауында аварияға ұшырағаннан 130 мың т мұнай төгілді, ал 1970 ж. «Эри» танкерінен 6 мың т мұнай төгілді, 1976 ж. «Олимпик» супертанкері Франция жағалауында су астындағы тасқа соғысып, апатқа ұшырады.

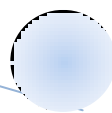


1977 ж. 22 сәуірде Норвегияның Ставангер қаласынан 270 км шақырым жердегі Солтүстік теңізде «Экофиск» мұнай кенінен 60 м биіктікке мұнай фонтан болып атқылады. Мұнай фонтанын тоқтатуға бір аптадан аса уақыт кетті. Осы уақыт аралығында Солтүстік теңіз суына 25 мың т мұнай төгіліп, мұнай пленкасы 4000 км<sup>2</sup> ауданды жапты. Теңіз бетінен 800 т мұнайды жинап ала алды. Төгілген мұнайдың көп бөлігі түйіршіктелген түрде су астына кетті, ол Солтүстік теңіздің флорасы мен фаунасын көп уақытқа дейін залалдайды.

Мұхит суының ластануына газдардың суда еруі себепші болады. Жыл сайын мұхитқа жанбырмен бірге 20 мың т қорғасын, 1 млн т көмірсутектер (автомашиналар шығаратын газдардың құрамындағы) және 5 мың т сынап (отын қосылатын және қағаз өнеркәсібінде) түсетіні анықталған.

Теңізде және мұхитта тіршілік ететін организмдердің құрамында сынаптың, қорғасынның мөлшері жоғарылап отыр. Жер бетіндегі ең лас Жерорта теңізі болып табылады. *Негізгі ластаушылар – өнеркәсіп пен тұрмыстық қалдықтар*, оның 90%-ы ешқандай тазалауға келмейді. Италия ғалымдарының





(1980 ж.) зерттеуі бойынша 1 км<sup>2</sup> су ауданына 500 л мазут келетінін, Тибр өзенінің басынан ауру тудыратын бактерияның мөлшері шекті нормадан 200 есе асып кеткендігі анықталды. Ағызынды сулардың зиянды әсерінен ондағы балықтардың 80%-ы қырылып қалған.

Ливорн қаласында орналасқан титан өндіру өнеркәсібінен жыл сайын 920 т мыс купоросы және 2400 т күкірт қышқылының қалдықтары шығады. Жерорта теңізінің суы 80 жылда бір рет ауыстырылатынын ескерсек, онда Жерорта теңізінің қазіргі ластану екінің бірімен 30 жылдан кейін ол өлі теңізге айналуы ғажап емес. Жерорта теңізінен ауланған балықтардың құрамындағы сынап Атлант мұхитынан ауланған балықтардың құрамына қарағанда 3 есе жоғары.

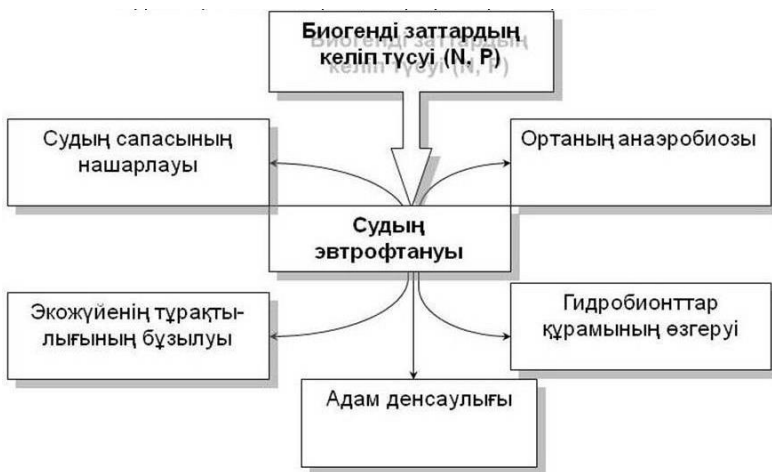
Әлі адам аяғы толық жете қоймаған Антарктиданың өзінде радиоактивтік қалдықтар мен пестицидтер табылған.

Балтық теңізі де лас теңіздерге жатады. Оған 200-ге жуық лайланған өзендер құяды. Оның жағасында 60 шақты ірі өнеркәсіпті қалалар орналасқан. Копенгаген және Данияның басқа да қалаларынан алдын ала тазартылмаған сулар Балтық теңізіне келіп құяды.

Москваны электр энергиясымен қамтамасыз етуге Волжск суқоймасында жаңа қуатты жылу электрстанциясы - Конаков ГРЭС-і салынған. Оның агрегаты суқоймасындағы сумен салқындатылады, осы жылумен ластанған су балдырлардың дамуына жағдай жасайды. Бұл суқоймасынан су Москва суқұбырына түседі де, ол өнеркәсіптердің суды тазалауға жұмсайтын шығындарын жоғарылатып жіберді.

Суды пайдалану көздері көп, сол сияқты суқоймаларының ластану жолдары да әртүрлі. *Ауыл шаруашылығында* қолданылатын тыңайтқыштарды артығымен пайдалану нәтижесінде ол суарылған сумен топырақтан шайылып, өзендерге түседі. Мысалы, соңғы 15 жыл ішінде Әмудария өзенінің төменгі сағасында тұздың мөлшері екі есеге өсті, сол себепті ол су ауыз суға жарамсыз, оны арнайы тазалау қажет. Суармалы артық сумен нитраттардың, фосфаттардың, пестицидтердің өзендерге түсуі су экожүйелеріне едәуір әсер етеді. Биогенді элементтердің әсерінен суда фитопланктон, әсіресе көк жасыл, қоңыр балдырлар көбейіп дамиды. Су тіршілікке жарамсыз бо-

лып, онда анаэробты процестер басым бола бастайды. Бұл процесс эвтрофикация деп аталады (58-сурет). *Эвтрофикация дегеніміз*– табиғи не антропогендік факторлар әсерінен суда биогенді элементтердің жинақталуы нәтижесінде су объектілерінің биологиялық өнімділігінің артуы.

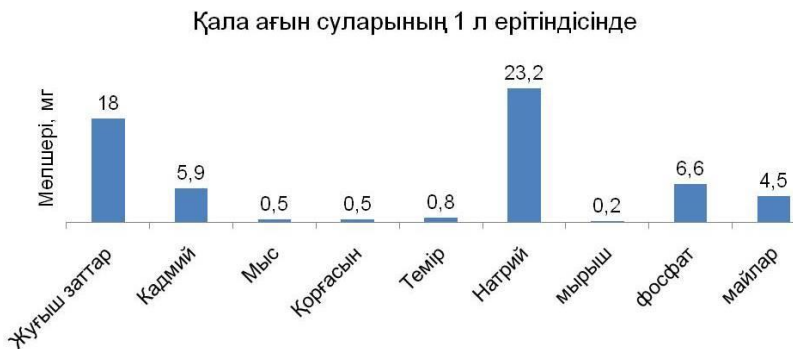


58-сурет. Су бассейндерінің эвтрофикациялану нәтижесі

Адам құрлық бетіндегі тұщы суды ғана емес, Әлемдік мұхит суының ластануына да әсер етеді. Әлемдік мұхит өзін-өзі тазалайды және барлық уақытта солай болады деп тұжырымдалып келді. Бірақ адам Әлемдік мұхитта қуатты күшті болды, ол әртүрлі заттарды ойлап тапты. Табиғат үшін жасанды материалдар өте «қиын», себебі өзі жасамаған. Мұхитта миллиондаған пластикті пакеттер, 35 млн бос пластмассаны және 70 млн шыны бөтелкелер, әртүрлі пластмассадан жасалған заттар жиналған. Сонымен бірге өнеркәсіп қалдықтары– 2,3 млн т қорғасын, 1,6 млн т марганец, 6,5 т фосфор және сынап, мырыш, хром, улыхимикаттар түседі. Бұл заттар теңіз жануарларының асқазанынан табылған.

Қала ағын суларының 1 л ерігіндісінде шамамен 10-25 мг жуғыш заттар кездеседі, олар су флорасына улы. Сонымен қатар онда кадмий – 5,9 мг; мыс – 0,5 мг; қорғасын – 0,5 мг; темір –

0,8 мг; натрий – 23,2 мг; мырыш – 0,2 мг; фосфат – 6,6 мг; майлар 4,53 мг кездеседі (59-сурет).



59-сурет. Ағын суларда кездесетін жұғыш заттар

Соңғы он жылда көлдердің қышқылдануы су-тұздық баланстың өзгеруінен байқалып отыр. Ол кең масштабта Швеция, Норвегия, Канада көлдерінде анықталды. Күкірт және азот оксидтерінің ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ) атмосфералық жауын-шашынмен және құрғақ сіңірілуімен көлдерге түседі. Зерттеулердің көрсетуі бойынша қышқылдану 0,05 бірлік/жылына жылдамдықпен жүреді. Норвегияда көлдердің қышқылдануы 30 % ( $\text{pH} < 5,0$ ), АҚШ-та 51 %. Су сапасын қазіргі уақыттағы адам организміне және болашақ ұрпақтардың денсаулығына қандай да бір зиянды әсері болмайтын суды ластайтын заттардың шекті мүмкін концентрациясын (ШМК) қолдану арқылы бағалауға болады.

Егер де зат адам организміне қарағанда қоршаған ортаға зиянды әсерін аз концентрацияда көрсетсе, онда қоршаған ортаға осы заттың әсерін осы нормада алады.

*Токсикологиялық көрсеткіштерге* организмге бастапқы реакция тудыратын зиянды заттардың алғашқы дозаларын (концентрацияларын) жатқызады. *Санитарлы – қорғау нормативтері* адам денсаулығын қорғауды және ластану көздерінің зиянды әсерлерінен су қоймаларын мүмкіндігінше таза қамтамасыз етуге қолданады. Оларды су пайдалану пункттерінде, өндірістің санитарлы-қорғау зоналарында және

сумен қамтамасыз ету көздерінде санитарлы зона құруда қолданады.

### 6.1.2 Ағын суларды тазалау әдістері

Ғылыми негіздер бойынша су күн көзі радиациясының әсерімен, өзін-өзі тазарту жолымен үнемі тазарып отырады. Мұның басты агенттері – бактериялар, саңырауқұлақтар және балдырлар. Әрине, лас суларды жаңарту үшін оны таза сумен араластыру керек. Таза су қосылмайынша ешқандай өзін-өзі тазарту процесі жүрмейтіні белгілі. Күшті ластанған суларға жаңа ағыс келіп құйылмайтын суларда өзінен-өзі тазару процесі ешқашанда болмайды. Сол үшін өндірістің технологиялық процестерін жетілдіріп, цехтарда, заводтарда лас суларды тазартатын қондырғы тұрғызу керек. Өзендерде кемелермен жүк, әсіресе мұнай өнімдерін тасығанда олардың суға төгілмеуін қадағалап, суға кеткен мұнай қалдықтарын тазартып отыруға жағдай туғызу керек.

Ағын суларды тазалаудың *механикалық, химиялық және биологиялық* әдістері бар (60-сурет). Бактериалды ластануды жоюға дезинфекциялау әдісі қолданылады.



60-сурет. Ағын суларды тазарту әдістері

**Механикалық тазалау әдісі.** Ағын сулардан ерімеген қоспаларды механикалық жолмен жою. Механикалық тазалауда арнайы қондырғылар қолданады. Өлшемі 5 мм-ден жоғары қоспаларды торлармен, ал ұсақ қоспаларды елекпен сүзіп ұстайды. Ағынды сулардағы минералды ластаушыларды ұстауға, мысалы, құмды – құм ұстағыштармен, майды – май ұстағыштар-



мен, мұнайды – мұнай ұстағыштармен, шайыр (смола) ұстағыштармен ұстайды.

Ерімеген қоспалардан ағынды тұрмыстық суды 60%-ға дейін, ал өнеркәсіптік суды – 95%-ға дейін механикалық тазалауға болады.

**Химиялық тазалау әдісі.** Ағын суларды химиялық тазалау кезінде оған химиялық зат қосылады, ол ластаушы затпен реакцияға түсіп, ерімеген затқа, яғни тұнбаға түседі және аз шамада еріген зат пайда болады. Кейбір ерімеген заттар зиянсыз еріген затқа ауысады.

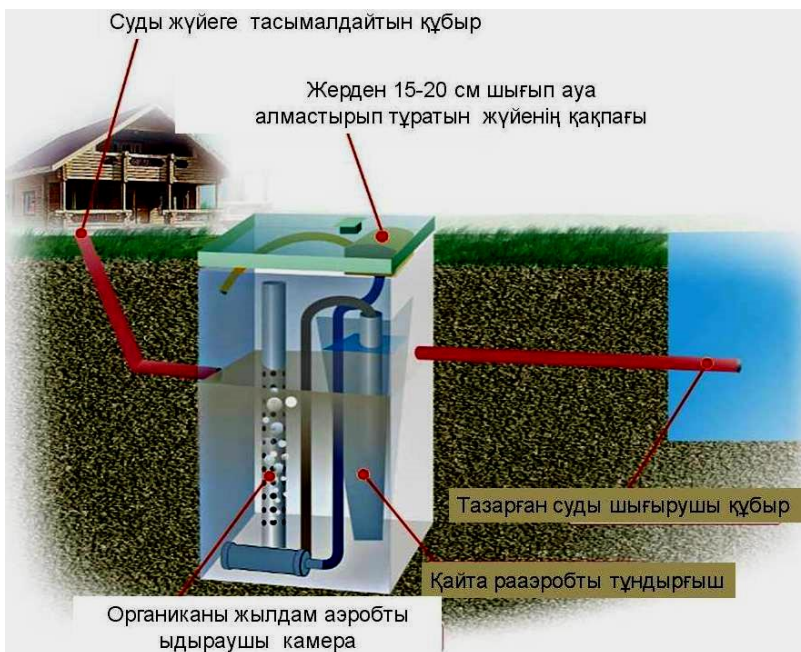
Химиялық тазалау әдістерінен фенолды ағынды сулардың тотығуы, хлорлау, озонмен тотықтыру (озондау) кең қолданылады. Өнеркәсіптік қышқыл ағынды суларды бейтараптауға (нейтралдауға) кейде ізбес сүтін пайдаланады.

Ағын суларды электролиттік әдіспен тазалауға болады. Оған ластанған су арқылы электр тогын өткізеді. Түзілген ион электролиттер анод пен катодқа бағытталады. Бұл жерде олар зарядталып, электрод материалымен және өзара жаңа қосылыс түзеді. Электролиттік тазалау әдісі арнайы қондырғыларда – электролизерлерде жүргізіледі.

**Биологиялық тазалау әдісі.** Ағызынды ластанған суларды тазарту аэробты биохимиялық процестің көмегімен жүргізіледі. Биологиялық тазарту табиғи жағдайда бөлініп берілген жер учаскелерінде жүргізіледі. Бұлар – жер суару учаскелері. Ластанған суларды тазарту топырақ қабатынан суды сүзу арқылы жүргізіледі. 80 см топырақ қабаты сенімді тазалаумен қамтамасыз етеді. Биологиялық тазарту әдісін пайдалану үшін биологиялық тоғандар пайдаланылады. Олар 0,5–тен 1 м–ге дейін терең емес жер резервуарлары, оларда өздігінен тазаланатын суқоймалары сияқты процестер жүреді. Жасанды жолмен ағызынды ластанған суларды биологиялық тазарту арнайы қондырғыларда *биофилтрлермен аэротенктерде* орындалады. Биофилтрлі қондырғыларда биологиялық тазарту ірі сүзгішті материал қабаты арқылы сүзіледі. Бұл материалдың беті аэробты микроорганизмдер отырғызылған биологиялық пленкамен жабылған. Ағызынды суларды биофилтрде биологиялық тазалау егіс басындағы

сүзуден айырмашылығы жоқ, бірақ мұнда биохимиялық тотығу өте қарқынды жүреді (61-сурет).

Аэротенктер – темір-бетонды резервуарлар, онда лай сумен араласқан ағын сулардың қарапайым аэрацияға түсуі.



61-сурет. Суды тазалау жүйесі

Биологиялық тазалау процесінде ағынды сулардан барлық бактерияларды толық жою мүмкін емес (оның ішінде патогенді). Сондықтан биологиялық тазалаудан кейін суды сұйық хлормен немесе хлорлы ізбеспен дезинфекциялайды. Қазіргі уақытта елімізде жоғарыда аталынған су тазарту әдістерінің ішінде тек қана механикалық, химиялық әдістер көбірек пайдаланылады. Бірақ қаншама жетілдірілген әдістер шыққанымен, ластанған суды бұрынғы қалпына келтіру мүмкін емес.

Қазіргі кезде әлемде су тапшылығы күннен-күнге өсіп келеді. Сол себепті көлдерді, өзендерді, жер асты суларын ластанудан сақтау әрбір азаматтың басты парызы деп білу керек.



### 6.1.3 Қазақстанның су қорлары

ҚР Мемлекеттік сукомитетінің мәліметі бойынша республиканың өзен суы ресурстарының жылдық жалпы көлемі 120,9 млрд м<sup>3</sup>, мұның 64 млрд м<sup>3</sup>, яғни 56,5 %-ы Қазақстан территориясында және 56 млрд м<sup>3</sup> немесе 44,4%-ы іргелес республикалар жерінде (Өзбекстан, Қырғызстан, Ресей, Қытай). Қазақстанның барлық өзендерін қоса алғанда жылына 87 млрд текше метрге жуық суды пайдалануға мүмкіндік бар.

Қазақстанның су ресурстары 2,1% құрайды. Қазақстан сумен қамтамасыз ету бойынша бұрынғы Одақтас республикалар арасында соңғы орында. Меншікті сумен қамтамасыз ету 36,4 мың м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> және бір адамға жылына 6,0 мың м<sup>3</sup> тиесілі.



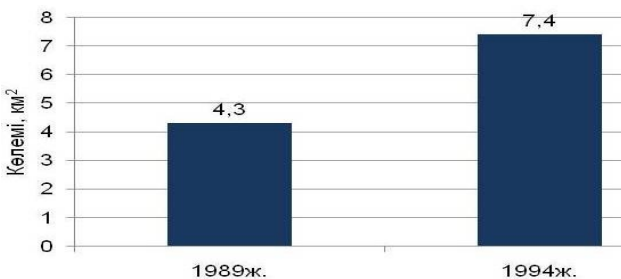
Су ресурстары территорияда біркелкі таралмаған және жыл бойына ауысып тұрады. Ең жоғары сумен қамтамасыз етілген Шығыс Қазақстан облысы – 290 мың м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>, ең аз Атырау, Қызылорда облыстары, әсіресе Манғыстау облысы – 0,36 мың м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>.

Тобыл, Есіл, Ертіс өзендерінің суын қорғауды және пайдалануды реттеу Ресей Федерациясының келісімі бойынша жүргізіледі. Бұл бассейндерде ірі және орташа суқоймалары гидроэнергетиктердің, балық шаруашылығының ж.т.б. қажеттіліктерін қанағаттандыруға комплексті пайдаланылады.

Сырдария өзенінің суы көбеюдің нәтижесінде Арал теңізінің арнасы 1989 ж. 4,3 км<sup>3</sup>-тан 1994 ж. 7,4 км<sup>3</sup> артты (62-сурет).



Сырдария бассейніндегі су ресурстарын пайдалану мемлекетаралық келісімге қарамастан, Қырғызстан және Өзбекстан Республикалары 1993-1994 жж. қыс айларында электрэнергиясынан шыққан келісілмеген жоғары шығындарды шығарды, ол Қызылорда территориясын негативті зардаптарға алып келді (елді мекендерді, халық шаруашылық объектілерін су басуы, каналдар мен суландыру жүйелерінің бұзылуы).



62-сурет. Сырдария өзенінің суы көбеюдің нәтижесінде Арал теңізінің арнасының артуы

Орал- Каспий бассейндері негізінен таусылған су ресурстарын құрайды, қазірдің өзінде шамамен  $6 \text{ км}^3$  көлем тапшылықты бастан кешуде.



Теңіз, Қарашығанақ ж.б. мұнай-газхимиялық кен орындарын меңгеру, ары қарай дамыту қосымша көздерсіз, яғни Волга-Орал каналы құрылысынсыз мүмкін емес. Мұнайдың

суларды ластаудағы зияны шексіз. Себебі, оның құрамында әр түрлі зиянды нәрселер көп. Мұны Каспий маңында орналасқан мұнай–газ байлықтарын игеру кезінде көптеген жерлердің ластанғаны байқалады. Бұл жерлер ауыл шаруашылықтық маңызы бар, көп жыл өнім беріп келе жатқан массивтер.



Мысалы: Қарашығанақта жерасты мұнай-газының қысым күшімен атылып кетуінің нәтижесінде, оның айналасында бірнеше грифон пайда болған. Атырау облысында теңіз мұнайы бір жыл бойы жанып, айналасындағы ауылдарға зиян келтірді. Мұнай су бетін жұқа пленкамен жабады да, оған оттегінің өтуіне кедергі жасайды. Оттегі болмағандықтан тірі организмдер қырылады. Қазіргі кезде сулардың мұнайдан шегетін зияны ұшан-теңіз. Біздің республикамыздың Орал, Ақтөбе, Атырау, Маңғыстау облыстарында мұнай-химия өнеркәсібі, жаңа кәсіпорындарының (Қарашығанақ, Жаңажол, Қаламқас, Қаражанбас, Теңіз) ашылуына байланысты тез қарқынмен дамып келеді. Егер бұл өндіріс орындарын пайдалануда экологияны сақтаудың барлық жолдары қаралмаса, ол ауа бассейнін ғана емес, су, жер ресурстарына да үлкен зиян келтіретін болады.

Соңғы бес жылда Орал өзені судың көп болуына байланысты (150% нормадан артық) елді мекендер мен ауыл шаруашылығына біршама залал келтірді.

Балқаш көлінің арнасы шекті нормада, оның  $18,4 \text{ км}^3$  көлемін Іле өзені құяды.



Республикада негізгі су пайдаланушылар ауылшаруашылығы болып есептеледі: жалпы көлемнің 77-80 %. 1985 ж. суару 23,4 км<sup>3</sup>-ге, 1993 ж. 19,6 км<sup>3</sup>-ге қысқартылды, суарылатын жерлердің ауданы 123,0 га азайды, меншікті су пайдалану бір гектарға 1985 ж. 10354 км<sup>3</sup>-ден 1993 ж. 9156 км<sup>3</sup>-ға дейін тербеледі.

Коммунальды-тұрмыстық қажетке су көлемі 1985 жылдан - 1,1 км<sup>3</sup> 1998 жылға дейін 1,49 км<sup>3</sup> жоғарылады. Соңғы бес жылда бір адамға меншікті су пайдалану шығыны 1989 жылдан – 210 л/тәу, 1998 жылға дейін 245 л/тәу өсті.

Республика территориясында ауданы 2 км<sup>2</sup> аса 4 мыңдай көл және ауданы 100 км<sup>2</sup> жоғары 17 көл бар. Көлдердегі судың жалпы көлемі 190 млрд м<sup>3</sup>, оның 10%-ы тұщы көлдің үлесінде. Тұщы көлдердің суы негізінен малды суғаруға және сумен қамтамасыз етуге пайдаланылады, олар - шағын көлдер.

Сонымен, су ресурстарын қорғау, ұтымды пайдалану және мемлекетаралық су қатынасты реттеу мемлекеттің негізгі стратегиялық міндеті болып есептеледі.

Республикада судың күйі қоспаның химиялық құрамымен, тұздың мөлшерімен, температурамен және қалқып жүрген бөлшектермен сипатталады.

*Судың сапасы* шаруашылық-ауыз суға, мәдени-тұрмыстық, балық шаруашылығы және техникалық мақсаттарға пайдалануға мүмкіндігін анықтайтын судың қасиеті мен құрамын көрсетеді (13–кесте).

13-кесте.

### Ауыз су құрамының сипаттамасы

Элемент	pH(дейін)
Сутектік көрсеткіш.....	6,0-9,0
Темір, мг/л.....	0,3
Жалпы тұтқырлық, мг экв/л.....	7,0
Марганец, мг/л.....	0,7
Мыс, мг/л.....	1,0
Сульфаттар, мг/л.....	500
Құрғақ қалдық, мг/л.....	1000
Хлоридтер, мг/л.....	350
Мырыш, мг/л.....	5,0
Алюминий, мг/л.....	0,5
Бериллий, мг/л.....	0,0002



Молибден, мг/л.....	0,25
Мышьяк, мг/л .....	0,05
Нитраттар, мг/л.....	45,0
Қорғасын, мг/л.....	003
Селен, мг/л.....	0,001
Стронций, мг/л.....	7,0

Ауыз су сапасына бірінші стандарт 1937 ж. бұрынғы КСРО кезінде бекітілген. Қазіргі кезде республикада ауыз судың сапасын МемСТ (ГОСТ) 2874-82 белгілейді.

Қазақстан стандарты 30 міндетті көрсеткіштерді қосқан, сонымен бірге Бүкіләлемдік денсаулық сақтау ұйымы ауыз судың 100 сапалық көрсеткішін ұсынады.

*Жерасты суларды ластаушы көздер:*

- өнеркәсіп өнімдерін және өндіріс қалдықтарын сақтау орындары мен тасымалдау;
- тұрмыстық және коммунальдық қалдықтарды бір жерге жинау;
- тыңайтқыш, пестицидтер ж.б. химиялық заттар қолданылатын ауыл шаруашылығы немесе алқаптар;
- жерасты суларын қоректендіретін ластанған су объектілерінің бөлімдері;
- табиғи немесе жасанды ластанған су бөлімдері;
- атмосфералық жауын-шашынмен ластанған бөлімдер;
- өнеркәсіптің өндірістік аудандары, бұрғылау скважиналары.

Республиканың өзендері мен көлдеріне антропогендік факторлар әсер етуде. Судың ластану индексын (СЛИ) қолдана отырып, су сапасының өзгеру динамикасын анықтауға және салыстыруға келесі сипаттамалар қолданылады (14-кесте):

Ж.М.Әділовтің мәліметтері бойынша соңғы жылдары ең ластанған –Ертіс өзені. Негізгі ластаушы заттар – мыс (Cu), мырыш (Zn), фенол (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) және мұнай өнімдері. 1991-1992 жж. судың сапасы ең өте лас класты (СЛИ=15,69) көрсетті. Келесі 1993 ж. су бассейнінің сапасы аздап жоғарылады. СЛИ=15,69-тен СЛИ=7,40, бірақ 1994 ж. қайтадан су сапасы төмендеді (СЛИ=8,20). Ертіс өзенін негізгі ластаушылар Өскемен қорғасын-мырыш комбинаты, Лениногорск қорғасын



зауыты, Березовский руднигі, Зырян ДСП (Арнайы Пайдалану) зауыты ж.б.

4-кесте.

### Судың ластану индексінің класы

Сапа класы	су сапасының сипаттамасы	СЛИ мәні
1	Өте таза	СЛИ $\leq 0,3$
2	Таза	$0,3 < \text{СЛИ} \leq 1$
3	Аздап ластанған	$1,0 < \text{СЛИ} \leq 2,5$
4	Ластанған	$2,5 < \text{СЛИ} \leq 4,0$
5	Лас	$4,0 < \text{СЛИ} \leq 6,0$
6	Өте лас	$6,0 < \text{СЛИ} \leq 10$
7	Өте-өте лас	СЛИ $> 10$

Сырдария, Шу, Талас, Қаратал өзендерінің күйі аздап жақсарғанмен, су сапасы 3-4 класқа сәйкес келеді. Сырдария өзенін күріш пен мақта егістіктеріне қолданылатын пестицидтер ластайды.

Балқаш өзенінің су сапасы да мәз емес. Мұнда негізгі ластаушы заттар – ауыр металдар, фенол және мұнай өнімдері. Мыстың мөлшері шекті мөлшерден 12,0-16,0 есе жоғары. Ластаушы көздер «Балқашмыс», «Балқашбалық өнеркәсібі» ж.б.

Каспий теңізінің ластануына байланысты суда жүзетін құстар, тюлендер жаппай қырылуда, онда мұнай өнімдерінің шекті мөлшерлі концентрациясы (ШМК) 11,4 дейінгі мәнді көрсетеді.

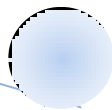
### 6.3 Жер қорлары

**Жер** – планета, оның жасы бұдан 4,5 млрд жыл бұрын анықталған. Осы кезеңнен біздің дәуірімізге дейін жер беті көптеген өзгерістерге ұшырады (мысалы, ауа райының әсерінен). Қазіргі кезде жер бетінің ауданы 148 млн км<sup>2</sup> (островтар мен барлық континент бойынша) құрайды. Осы ауданның 10%-ы мұздықтарды құрайды. Қалған жердің бөлігі қазіргі адамзат қоғамының өмір сүруіне берілген. Оның ішінде ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы және т.б. жерлер

кіреді. Негізгі тамақ өнімдерін алуды қамтамасыз ететін ауыл шаруашылық жерлер бағалы жерлер болып табылады. Әр түрлі континентте және әр елде табиғаттың әртүрлілігіне және экономикалық жағдайына байланысты ауыл шаруашылық жерлерді меңгеру және орман шаруашылығы территориясы әр түрлі (агроклиматтық жағдай) болып келеді. Ауыл шаруашылық жерлердің өнімді болуы ол топырақ құнарлығына байланысты (қасиетіне). Топырақ минералды заттармен бай болса, құнарлы болады.



**Жер** – табиғат ананың берген баға жетпес сыйы. Ол адам өміріне ең қажетті заттарды жабдықтаушы болып табылады. Адамның тамақсыз, зат алмасуынсыз өмір сүруі мүмкін емес. Адамға қажет тамақ пен сусындық заттар өсімдіктер мен жануарлардың көмегі арқылы, негізінен, өзіміз күнде басып жүрген кара жерден, оның жоғарғы құнарлы қабаты топырақтан алынады. Топырақ – жер бетіндегі тіршіліктің тірегі, ұясы, асыраушы анамыз, халық қазынасы. Одан сан алуан өсімдіктер, жеміс-жидектер нәр алып, өніп-өсіп, адам мен жануарларға қорек болады. Адам қоғамы топырақ құнарын осы өсімдіктер мен жануарлар арқылы өз мұқтажына пайдаланады. Жер сондықтан ауыл шаруашылығының қай саласы болсын, егіншіліктің де, мал шаруашылығының да негізі. **Қазақстан Республикасы**– әлемдегі жер көлемі үлкен елдердің бірі. Оның



34 млн гектары егістік жер және 186 млн гектары шабындық және жайылым жер.

Бірақ та соңғы кезде осы жерлердің біразы тұзданудан, эрозиядан, өндіріс қалдықтарының ластануымен, пайдаланудан және басқа да процестердің бұзылуынан біраз қысқарды.

**Топырақ дегеніміз** – түрлі климат жағдайларының (жарық, жылылық, ауа, ылғалдылық) әсерінен өсімдік пен жануарлардың, ал мәдени түрге келтірілген жерлерде, адамдардың да қатысуымен өңделген және өзгерген, мәдени өсімдіктерді қоректік заттармен қамтамасыз ете алатын жер бетінің ең жоғарғы құнарлы қабаты.

Планеталардың ішінде тек жерде ғана тіршіліктің дамуы бар екендігі адамзатқа белгілі. Соңғы жылдары республикамыздың тәуелсіздік пен егемендік алуына байланысты сарқылмас алтын қорымыз, баға жетпес байлығымыз жерді тиімді пайдалану, оның құнарын арттыру туралы арнаулы қаулылар мен заңдар қабылданды.

Тек жер ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортамыздың барлық табиғат байлықтарын қорғап, әр аймақтың экологиялық жағдайын нашарлатпай, тиімді пайдалану мақсатымен әр ауданнан бастап мемлекеттік дәрежеге дейін экология және табиғат ресурстары министрлігі және оның арнайы бөлімшелері ұйымдастырылды.

Жер, оның үстіңгі майда қабаты – топырақ өз құрамына өсімдіктердің фотосинтезі арқылы үлкен геологиялық айналымнан өмірге қажетті көміртегі, сутегі, оттегі, азот, фосфор, калий, кальций және т.б. элементтерді шоғырландырды. Бұл органикалық қосылыстар жер бетіндегі барлық тіршілік пен жануарлар үшін, оның ішінде тіршіліктің ең жоғарғы туындысы адам үшін ең қажетті зат.

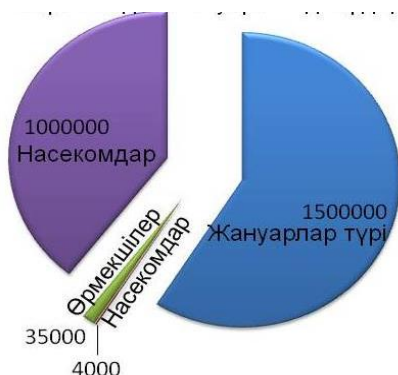
#### **6.4 Жануарлар әлемін қорғау**

Жануарлар биосфераның аз ғана бөлігін құрайды, олардың мөлшері барлық тірі организмдердің 2 пайызынан аспайды. Бірақ та олар жоғары энергетикалық потенциалмен, қозғалғыштығымен және алуантүрлілігімен ерекшеленеді. Жануарлар



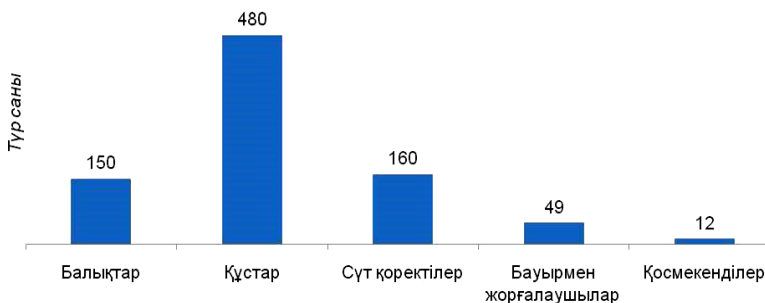
шөптесін өсімдіктермен, жануарлармен қоректеніп, энергия және заттардың биологиялық айналымына қатысады.

Жануарлар әлемі жер үсті және судағы жануарларға, балықтарға бөлінеді. Жер үсті жануарларына өте ұсақ насекомдардан бастап ірі жануарларға (піл, бегемот ж.б.) дейін жатады. Бүкіл Жер бетінде 1,5 млн аса жануарлардың түрі бар, оның ішінде 4 мыңы – жыртқыштар, 35 мыңы – өрмекші тәрізділер және 1 млн аса насекомдар (63-сурет).

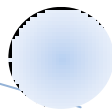


63-сурет. Жер бетіндегі жануар - жәндіктердің саны

Қазақстанның жер бедерінің алуантүрлілігіне қарай (шөл, шөлейт аймақтары, орманды дала, тау бедерлері) ауа райы да қиы. Мұндай табиғат жағдайлары жан-жануарлардың алуан түрлерінің тіршілік етуіне мүмкіндік береді.



64-сурет. Қазақстандағы жануар мен құстардың түр саны



Мысалы, қазақстан жерінде балықтардың 150 түрі, құстардың 480 түрі, сүт қоректілердің 160 түрі, бауырымен жорғалаушылардың 49 түрі және қос мекенділердің 12 түрі мекендейді (64-сурет). Омыртқасыз жәндіктердің бірнеше мыңдаған түрлері бар. Жануарлар адам өмірінде және табиғатта үлкен рөл атқарады. Жануарлар жесе тамақ, кесе киім және шикізат көзі болып табылады. Адам мен жануарлардың түрлі ауруларын, ауыл шаруашылық зиянкестерін тасымалдаушы болып табылады. Сонымен бірге жануарлар топырақ түзу процесіне, топырақты қопсытуға, оның құнарлылығының жоғарылауына жағдай жасайды.

Барлық жануарлар популяция құрап, белгілі тіршілік ортасында мекендейді. Адамдар жануарлардың сирек кездесетін түрлерін жеке мақсаттары үшін аулап, жойып жіберсе, кейбіреулерін адам өміріне ауыл шаруашылығы үшін қауіпті болуына байланысты жойып жіберіп отыр. Мысалы, мұнан 100 мың жыл бұрын Еуропада орман пілдері, жүнді мүйіз тұмсық (носорог), мамонт, үлкен бұғылар, үнгір аюы, т.б. жойылып кетті.

1600 жылдан бастап Халықаралық табиғатты қорғау одағы (МСОП- Международный союз охраны природы) құстар мен жануарлар түрлерінің жойылуын ғылыми зерттей бастады. Ғылыми деректер бойынша соңғы жылдары құстардың 94 түрі, сүт қоректілердің 65 түрі жойылып кетті, ал Қызыл кітапқа бар болғаны 10 шақты особьтан тұратын популяциялардың түрлері енгізілген. Олар да жойылу алдында тұр деуге болады.

X-XI ғғ. Еуропаның ормандарында өмір сүрген жабайы қабандар XVI ғ. Польша мен Литва ормандарында ғана кездесті, ал XVII ғ. басында тіптен жойылып кетті. Жабайы жылқы – тарпан Еуропаның оңтүстік және оңтүстік-шығыс даласында мекендеді. Олар XVIII ғ. аяғында XIX ғ. басында Азов-Қара теңіз маңайларында кездесті. 1879 ж. мүлдем құрыды.

Оңтүстік Азия мен Африка ірі сүтқоректілердің мекені болған. Бірақ та XX ғ. екінші жартысынан бастап олардың саны күрт төмендеді. Негізгі себеп малды қолға үйрету, жерлерді ауыл шаруашылығына пайдалану мекен ету ауданын қысқартты. Оңтүстік Азияда жолбарыс, Африкада кейбір тұяқтылар үй



жануарлары үшін ауру туғызушы болғаны үшін қырылып кеткен.

Үндістанда 20 пайыз орман территориясы қалды, онда мүйіз тұмсықтар, жүнді қояндар, гепард құрыды, ал жануарлардың 12 түрі жойылу алдында тұр.

Жануарлар мен құстарды себепсіз жою әлі күнге дейін жалғасуда.



80-ші жылдардың басында Африка пілдері 1,3 млн бас болатын. Қазір олардың саны азайды, себебі браконьерлер жылына 50-ден 100 мыңға дейін пілдерді жойып отыр

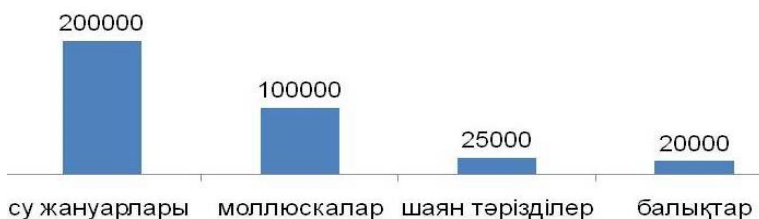
Қазақстанда тұяқты аңдардың 12 түрі - ақ бөкен, арқар, бұлан, елік, марал, теңбіл бұғы, құдыр, тау теке, қарақұйрық, құлан, үстірт арқары және жабайы шошқа тіршілік етеді. Қазақстанда тың және тыңайған жерлерді игеруге байланысты ақ бөкендер өз мекендерін ауыстыра бастады, ал қалған ақ бөкендерді егінді құртады деп, оларды жаппай атты. Осы сияқты мысалдарды көптеп келтіруге болады.

Халық санының өсуіне байланысты қажеттіліктер де күннен-күнге өсуде. Бірақ та қажет екен деп жануарларды бет алды құрта беру де болмайды. Қазақстанның табиғи байлығын қорғау халықтың қолында, оны орнымен пайдаланып, санын көбейтіп отыру қажет екенін әрбір азамат естен шығармауы керек.

### **Балықтарды және басқа да су жануарларын қорғау**

Мұхит, теңіз, көл және өзен суларында 200 мыңнан аса су жануарларының түрлері өмір сүреді, олардың ішінде 100 мыңдайы моллюскалар, 25 мыңы шаян тәрізділер және 20 мыңдай түрі балықтар (65-сурет).

Дүниежүзілік мұхиттан жылына 70 млн тоннадан аса балық ауланады. Сонымен қатар теңіз жануарлары да (тюлендер, теңіз



65-сурет. Мұхит, теңіз, көл, өзен суларында өмір сүретін түрлердің саны

мысығы, киттер, ж.т.б.) ауланады. Жоғары сапалы белокты тамақ өнімдерін кейбір жануарлар ғана жоғары мөлшерде бере алады, олардың мұхиттағы биомассасы тым жоғары, оларды игеру және кәсіп ету енді ғана басталып жатыр. Мысалы, Антарктидада миллиард тоннаға дейін қорлар бар. Жыл сайын кәсіпшілікке зиян келтірмей 200 млн тоннаға дейін криль өндіруге болады.

Балық және теңіз жануарлары тек қана адамға пайда келтіріп қоймайды, олар биологиялық айналымға да қатысады. Басқаларға қорек бола алады, суды тазалайды, ізбес түзуге қатысады.

Соңғы жылдары мұхит балық шаруашылығы қолға алына бастады. Жапонияда теңіз фирмалары балықты көбейтуді қолға алды, ал Америкада жасанды жолмен моллюскаларды көбейтуде.

Қара, Азов және Балтық теңіздерінің бассейнінде Солтүстік Америкадан алып келген балықтарды ортаға бейімдеп, оларды көбейтеді. Қазақстанға да әр түрлі балықтар алып келіп бейімдеген, бірақ оларды жергілікті балықтарға зиян келтірмейтіндей, өте сақ жүргізу қажет.

## 6.5 Өсімдіктер әлемін қорғау

### Өсімдіктердің биосферадағы рөлі және маңызы

Планетамызда шамамен 300 мыңдай жоғары сатылы өсімдік түрлері өседі. Өсімдіктердің адам өмірінде және биосферада маңызы өте зор. Олар топырақта гумус түзуге

қатысады, фотосинтез процесінің әсерінен көмір қышқыл газын сіңіріп, ауаны оттегімен байытып, атмосфераның газдық құрамын түзеді. Дүниежүзілік мұхитта судың газдық құрамын түзу өсімдік әлемі – фитопланктонға байланысты.

Өсімдіктер фотосинтездің нәтижесінде 1 млрд жылдың ішінде өте көп мөлшерде оттегі мен органикалық заттарды шығарады, олар мұнай, көмір, газ, торф және т.б. кендерде «сақталады». Өсімдіктер тамақ өнімдерінің, дәрілік және техникалық шикізаттардың, құрылыс материалдарының негізгі көздері болып табылады.

Адам өзінің тарихи өмірінде көптеген жаңа мәдени өсімдіктердің түрлерін (сорттарын) ойлап тапты және олардың таралу территорияларын кеңейтті. Негізінен ол үшін өсімдіктердің жабайы түрлері қолданылды.

Сонымен бірге адам өсімдіктердің көптеген түрлерін жойып та отырды, шамамен 30 мыңдай түрлері қайтымсыз құрыды, 24 мың түрі құруға жақын тұр. Өсімдіктердің құрып кетуі адам үшін бәрібір емес, мұндай қауіпті процесті тоқтатуға міндетті.

Жердегі барлық өсімдіктер массасының 88-90 пайызы ормандарда өседі. Үндістанда өткен орманшылардың Халықаралық конгресінде орманның биосферадағы рөлі жоғары бағаланды: «*Орман – бұл су, су – өнім, өнім – өмір*» деген девизбен өтті.

Ең үлкен орман ауданы және ағаш қоры көп мемлекеттер



Қазір 4 млрд га орман ауданы бар, оның жартысы тропикалық орман. 300 жыл аралығында 8 млрд га орман

ауданы жойылды. Мұндай жылдамдықпен жылына 20-25 млн га аудан қысқаратын болса, онда Индонезия, Малайзия, Тайланд сияқты елдер ормансыз қалуы мүмкін. Бұл болжамдар климаттың, топырақтың химиялық құрамының өзгеруіне, оттегі және су баланстарының бұзылуына, бүтіндей экожүйенің жойылуына алып келеді.

Ең үлкен орман ауданы және ағаш қоры көп (тропикалық ормандардан басқа): Ресей – 700 млн га және 80 млрд м<sup>3</sup>, Канада – 250 млн га және 24 млрд м<sup>3</sup>, АҚШ – 202 млн га және 18,4 млрд м<sup>3</sup>, Швеция – 23 млн га және 2,3 млрд м<sup>3</sup>, Финляндия – 22 млн га және 1,5 млрд м<sup>3</sup>, Франция – 13 млн га және 1,3 млрд м<sup>3</sup>.

Қазақстанда орман аз, территорияның 3 пайызын ғана құрайды. Негізінен Алтай, Жоңғар Алатауы және Тянь-Шань таулы аудандарында өседі. Солтүстікте аққайыңдар, Ертіс пен Тобыл өзендерінің сағасында шамалы қарағай аудандары сақталған, құмда сексеуіл өседі. Ол құмды ұстап тұру үшін және отын ретінде пайдаланады.

Қазақстандағы орман алқабы



*Ормандар су балансын реттеп* отырады, олар жер үсті және жер асты суларының булануына тікелей әсер етеді. Ормандарда қыста қар жай ериді де, топырақ суды жақсы сіңіреді. Мұнда топырақ өте терең қабатқа дейін тоңбайды.

*Ормандар егістік алқаптарды* жел және су эрозиясынан қорғайды. Топырақты қатты нөсер жаңбырдан, су ағысынан сақтайды, топырақтың құнарлығын жоғарылатады. *Жасыл*



*алқаптар* – экологиялық көзқарас бойынша қоршаған ортаны қорғаушы.

*Ормандар* – ауаны оттегімен қамтамасыз етуші негізгі көз. Жыл сайын 30-35 млрд тонна көмірқышқыл газын сіңіріп, 20-23 млрд тонна органикалық массаны өндіреді және атмосфералық ауаны реттеп отырады. Ормандар ауадағы шаң мен микроорганизмдерді тазартып, сүзгіш (фильтр) рөлін атқарады. Бір гектар орман тәулігіне 18 млн м<sup>3</sup> ауаны тазартады. Мұндай мөлшердегі ауаны жасанды ауа тазалағыштар тазалай алмас еді. Ормандар ауадан 150-200 кг күкіртті газды, 75-100 кг хлорды жұтады.

*Орманның денсаулыққа пайдасы.* Қалаға қарағанда орманда ауа әлдеқайда таза. Онда өсімдіктерден әртүрлі химиялық заттар бөлінеді. Ағаш, бұталы, шөптесін өсімдіктер атмосфераға 300-дей заттар бөледі. Мысалы, 1 м<sup>3</sup> жапырақты орман 2 кг дейін, қылқан жапырақты орман 5 кг дейін сондай заттарды шығарады.

Әсіресе, қылқан жапырақты ормандар бактерицидті қасиетті ұшқыш заттарды – фитонцидтерді бөледі (грекше «phyton» - өсімдік, латынша «саедо» - өлтіру). Фитонцидтердің емдік қасиеті бар, нерв жүйесіне әсер етеді, асқазан–ішек функцияларын, жүрек қызметін, зат алмасуды жақсартады. Орман – жақсы демалу орны.

## 6.6 Пайдалы қазбалар

Адам баласы өзінің өмір сүруіне қажет заттарды табиғаттан ғана алатын болғандықтан, сол өзін қоршаған табиғат қорының, оның қазынасының молшылығын ойлау қазіргі жиырма бірінші ғасырдағы өркениетке жеткен, өзін мәдениеттімін деп санайтын адамның бірінші мақсаты болып келеді.

Табиғат бізге тек шикізаттар береді. Оларға минералдар, кендер, тас көмір, мұнай, табиғи газдар жатады. Пайдалы қазбалардың халық шаруашылығында, адамның жеке өмірінде қандай маңызы бар екенін айтпай-ақ түсінікті. Дүние жүзінде халық санының өсуіне байланысты материалдық сұраныстар күннен-күнге өсе түсуде. Пайдалы қазбалар бір-ақ рет пайдаланылады да, таусылады. Олардың түзілу қарқыны өндіру қарқынына қарағанда өте жай болғандықтан, бүкіл адамзат қоғамы



алдында болашақта қалпына келтірілмейтін ресурстарды пайдаланудың неғұрлым тиімді әдістері мен жолдарын қарастыру үлкен міндет болып отыр. Негізгі шикізат ресурстары: металдар, су, минералды және органикалық шикізат болып табылады. Д.И.Менделеевтің периодты системасындағы барлық элементтер халық шаруашылығының барлық саласында пайдаланылады. Химиялық элементтің периодтық жүйесін ең алғаш 1869 ж. орыс химигі Д.И.Менделеев ашты. Химиялық элементтердің көпшілігі металдар. Қазіргі кездегі белгілі 120 элементтің 80-нен астамы металдарға жатады. Металдар табиғатта кең тараған. Жер қыртысында 7,5 % алюминий (Al), 4,2% темір (Fe), 3,25% кальций (Ca), 2,4% натрий (Na), 2,4% калий (K), онан соң магний (Mg), титан (Ti) болады. Металдар бос және қосылыс күйінде тараған. Органикалық заттар табиғатта отындар, мұнайлар, газдар түрінде кездеседі. Минералды шикізаттың көптеген түрлерінің пайдалану мен өңдеу дәрежесі қоғамдағы прогресті анықтайды.

Қазақстанда геология-минералогия саласының дамуына ауқымды үлес қосқан ғалымдар:



Сатпаев К.И.  
(1899-1964)



Обручев В.А.  
(1863-1956)



Кенесарин Н.  
(1908-1975)



Ахмедсафин У.М.  
(1912-1984)



Борукаев Р.А.  
(1899-1967)



Кассин Н.Г.  
(1885-1949)



Шлыгин Е.Д.  
(1899-1980)



Есенов Ш.Е.  
(1927-1994)



Русаков М.П.  
(1892-1963)



Машанов А.Ж.  
(1906-1997)



Өнеркәсіптерде, әсіресе, металлургия және химия өнеркәсіптерінде, негізгі өнімдер өндіру кезінде көптеген қосалқы қалдық заттар түзіледі. Ол қалдықтар қоршаған ортамызды (ауаны, суды, топырақты) ластайды, сондықтан осы қалдықтарды халық шаруашылығына пайдалы өнімдерге айналдыру қажет. Әрі қазба байлықтарымыздың көптеген түрлерінің қоры өте аз, сол себепті олар таусылуы мүмкін. Ресурстарды үнемдеп болашақ ұрпақтарға жеткізуіміз керек. Ол үшін жаңа технологияларды жетілдіру, дамыту, қалдық өнімдерді екінші қайтара өңдеу, жасанды (синтетикалық) жолмен алу әдістерін қарастыру, т.б. едәуір өзгерістер енгізу қажет.

### 6.7 Атмосфералық ауаны ластаушы көздер

Атмосфераның жылдам ластануы XIX–XX ғғ. өнеркәсіп пен транспорттың күрт өсуіне байланысты жоғарылап отырғанын біз айтып өткен болатынбыз. Ауаның ластануы тек адамға ғана емес, фауна мен флораға, әр түрлі мекемелерге, транспорт құралдарына және басқаларға да әсер ететіні анықталды.

Атмосфералық ауаның таза болуы адам тіршілігінің және барлық тірі организмдердің қалыпты жағдайы болып табылады.

15-кесте

#### Ластаушы көздер бойынша атмосфераға шығатын шаңның шамамен таралуы

<i>Шаң тузу көздері</i>	<i>Мөлшері (млн тонна)</i>
Теңіз тұздары .....	.....550
Топырақ шаңы .....	.....250
Вулкандық шығыстар .....	.....80
Өрт шығыстары .....	.....70
Отын шығыстары .....	.....30
Өнеркәсіп шығыстары .....	.....15
Ауыл шаруашылық шығыстары .....	.....5

Атмосфералық ауа *табиғи* және *антропогенді* жолмен ласта-нады. *Табиғи ластану* табиғат құбылысының нәтижесінде



болады: вулкандардың атқылауы, теңіз суларының булануы, топырақтың ұшуы (шаң), орман және дала өрттері, сел, жер сілкіністері ж.т.б.

*Антропогенді ластаушы* көздерге өнеркәсіптік, транспорттық өндірістер, ауыл шаруашылық, құрылыс ұйымдары, коммунальды-тұрмыстық объектілер жатады (15-кесте).

Бұл мәліметтен антропогенді ластаушының үлесі жалпы массаның 5 пайызын құрайтынын көреміз. Бірақ та оның химиялық құрамы өте күрделі, адамға және табиғатқа аса қауіпті.

Ауаны ластаушы негізгі *өнеркәсіптер*– жылу электр-станциясы, қара және түрлі түсті металлургия, мұнайөңдеу және мұнай химиялық өнеркәсіп (16-кесте).

16-кесте

**Жалпы өнеркәсіптік шығыстар, %**

Ластаушыкөздер	шаң	Күкіртті газ (SO <sub>2</sub> )	Көміртегі оксиді (CO)	Азот Оксиді (NO <sub>2</sub> )	Көмір сутектер (C <sub>n</sub> H <sub>n</sub> )	Атмосфераға шығатын зиянды заттардың жалпы меншікті салмағы меншікті
Жылу электрстанциясы	39	38	-	-	-	29,0
Құрылыс материалдарын өндіру	25	-	-	-	-	8,1
Қара металлургия	20	16	16	23	3	24,0
Түрлі түсті металлургия	16	22	22	-	-	10,5
Мұнайөңдеу және мұнай химиялық өнеркәсіп	-	3	13	-	82	15,5
Химиялық өнеркәсіп	-	-	-	12	-	7,3

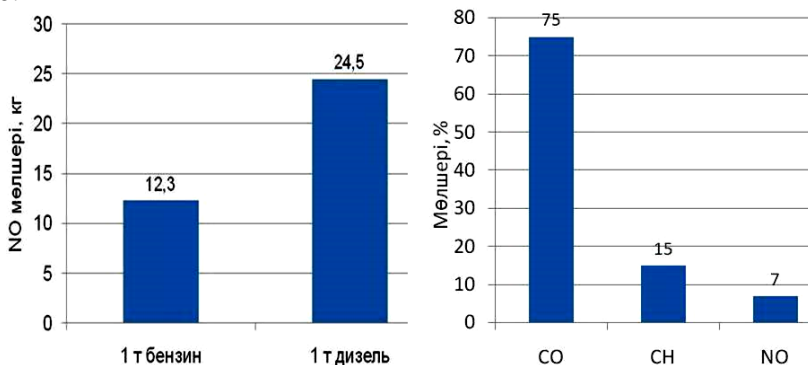
Жылу электрстанциясының (ЖЭС) ластайтын көлемі мен



сипаты жағатын отынның түріне, оның химиялық құрамына және жағу технологиясына байланысты. Қатты отындар (көмір, торф, ағаш, т.б.) жанғанда күл, күкірт, көміртегі оксидтерін және шаң бөледі. Екібастұз көмірі Қарағанды көміріне қарағанда күлді көп шығарады. ЖЭС орташа сағатына атмосфераға 5 тонна күкірт ангидридін және 16-17 тонна күл шығарады. Сұйық отындарда (мұнай және мұнай өнімдері) күл болмайды, бірақ күкірттің, көміртегінің қосылыстары болады. Ал газтәрізді отындар (табиғи немесе сұйық газдар) тек азот оксидтерін түзеді.

Отынның барлық түрлерінің химиялық құрамы күкірт, көміртек, сутек, азот және оттегіден тұрады, олар жану процесінің нәтижесінде адамға және қоршаған ортаға зиянды газдарды түзеді.

Атмосфералық ауаны ластаушылардың бірі – *автотранспорт*. Жыл сайын автомашиналар атмосфераға шамамен 280 млн тонна көміртегі оксидтерін, 56 млн тонна көмірсутектерін, 28 млн тонна азот оксидтерін шығарады. Автотранспорт шығаратын газдар – күрделі қосылыстар 200 аса компоненттерді құрайды. Оның ішінде *улы еместері*: сутек, азот және оттегі; *зиянды, улылары*: көміртегі оксидтері, азот оксидтері, этилен, бензол, этан, метан, толуол, бенз(а)пирен, күл, күкірт ангидридi, ж.т.б.



66-сурет. Автомашина двигателі жанар жағар май жаққанда атмосфераға бөлетін элементтердің түрлері мен оның мөлшері



Автомашина двигателі 1 тонна бензин жаққанда 12,3 кг азот оксидтерін, ал 1 т дизельді отынды жаққанда 24,5 кг бөледі. Автомашина 75% – көміртек, 15% – көмірсутектер, 7% азот оксидтерін шығарады (66-сурет).

*Құрылыс өнеркәсібі де* атмосфералық ауаны ластайды. Құрылыс жүретін аудандарда майлау жұмыстарында органикалық заттар (фенолформальдегид, фенол, ацетон, эфирлер, т.б.) пайдаланылады, олардың көпшілігін шектеулі қолдану қажет, өте улы.

*Ауыл шаруашылығында*, әсіресе соңғы 30 – 40 жыл бойы өсімдіктерді қорғауға пестицидтер, топырақтың құнарлылығын жоғарылатуға минералды тыңайтқыштар қолданылып жүр. Пестицидтерді егінге аэрозоль түрінде самолетпен шашқанда, оның біразы желмен басқа жаққа ұшып, ауаны және топырақты ластайды.

Ауылшаруашылық дақылдарына минералды тыңайтқыштарды артығымен қолдану да біраз шығынға алып келеді. Мал шаруашылығы да атмосфералық ауаны күкіртті сутекпен, аммиакпен ластайды.

### **«Озон қабатының» бұзылуы**

Атмосфера қабатының 20–25 км биіктігінде озон концентрациясы көп жинақталған, сондықтан оны озоносфера қабаты дейді. «Озон қабатының жұқаруы» деп озоносферада озонның мөлшері (50 пайызға дейін және одан да төмен) төмендейді. Атмосферада фреондардың пайда болуы «Озон қабатының жұқаруына» себепші болады. *Фреондар* (хлорфторкөміртегі – ХФК) – жоғары ұшқыш, химиялық инертті зат. Өнеркәсіпте, тұрмыста салқындатқыш агент (тоңазытқышта, кондиционерде) ретінде, көбік-түзгіште кең қолданылады. Фреондар атмосфераның жоғарғы қабатына көтеріліп, фотохимиялық айырылады, яғни хлор оксиді түзіліп, ол озон қабатын бұзады. Хлордың бір молекуласы озонның он мыңдаған молекуласын ыдыратып жібереді.

Озон қабатының бұзылуы Жер бетіне ультракүлгін сәулесінің түсуін жоғарылатады. Ультракүлгін сәулесі аз мөлшерде тірі организмдерге қажет (клетканың өсуіне және дамуына әсер етеді, Д витаминін синтездейді және т.б.), ал көп мөлшерде



түссе, өлтіріп жіберуі мүмкін (мутация, рак ауруын тудырады). «Озон қабатының жұқаруы» Бүкіл дүниежүзілік проблема, сондықтан 1987 жылы Монреаль келісіміне 56 мемлекет қол қойды. Өнеркәсібі дамыған мемлекеттер фреон шикізатын өндіруді тоқтату туралы 1990 ж. Лондонда және 1992 ж. Копенгаген қаласында қаулы қабылдады, оны өндіруді 1996 ж. тоқтатты. Стратосфера қабатын авиация өнеркәсібінен шығатын азот оксидтері де былғайды. Олар стратосферадан Жерге түспейді, ол 1 жылдан 3 жылға дейін болуы мүмкін. Бұл Озон қабатының бұзылуына алып келеді.

17-кесте.

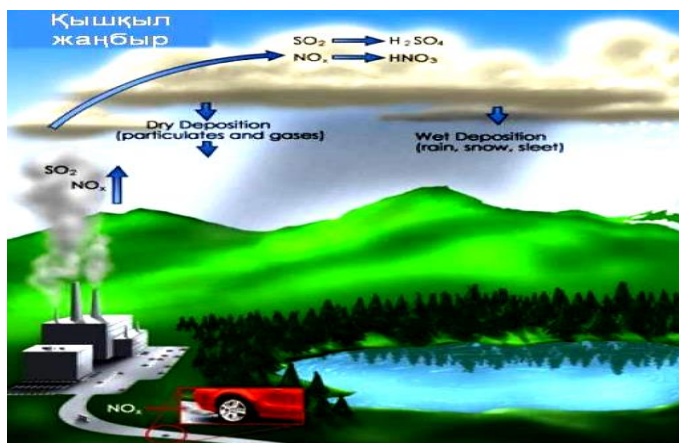
### Биосфераны негізгі ластаушылардың экологиялық сипаттамасы

№	Ластаушылар	Экологиялық сипаттамасы
1	Көмірқышқыл газы (CO <sub>2</sub> )	Көмірқышқыл газы көп мөлшерде болса, жүрек соғысы жиілейді, тыныс алу қиындайды, бас ауырады, құлақ шуылдайды, қан қысымы көтеріледі, ал концентрациясы тіптен көп болса, адамды есінен тандырады.
2	Көміртегі оксиді (CO)	Ол адамның гемоглобинімен қосылып, организмдегі оттегінің сіңірілуіне кедергі жасайды да, оттектің жетіспеушілігін тудырады. Ол организмді әлсіретіп, әртүрлі ауруға ұшыратады.
3	Күкіртті газ (SO <sub>2</sub> )	Оттегімен әрекеттесіп, күкірт ангидридiне (SO <sub>3</sub> ) айналады, ол су буымен қосылып, күкірт қышқылын (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) түзеді. Ол металдарды, матаны, бетонды, т.б. біртіндеп құртады (жейді), флора мен фаунаға, адам организміне әсер етеді. Топырақ қышқылданып, өнімділік төмендейді.
4	Азот оксидтері	«Фотохимиялық түтін» қаптайды, жас нәрестелерде бронхит және тыныс алу органдары ауруға ұшырайды. Азот қышқылы, тұздары коррозияға, және т.б. ұшыратады.
5	Фосфаттар	Тыңайтқыштарда кездеседі, өзен, көл суларын бүлдіреді.
6	Сынап (Hg)	Тамақ өнімдерін, әсіресе теңіздегі

		организмдерді ластайды. Организмде жиналып, жүйкеге зиянды әсер етеді. Бөлме температурасында оңай буланады, бүйректі ауруға шалдықтырады.
7	Қорғасын (Pb)	Бензинге қосылады, тірі клетканың зат алмасуына, фермент жүйесіне әсер етеді. Нерв жүйесіне, көзге әсер етеді, қаназдыққа алып келеді, есте сақтауды бұзады. Ауадағы ШМК 0,0003 мг/м <sup>3</sup> тең.
8	Мұнай	Балықтардың, теңіз құстарының, планктонның жойылуын тудырады.
9	ДДТ, пестицидтер	Өте улы, балықтарды өлтіреді, көпшілігі канцерогенді.
10	Радиация	Шекті мөлшерінен асса, генетикалық мутациясының өзгеруіне алып келеді.

### Қышқыл жаңбыр

Қышқыл жаңбыр да қоршаған ортаның ластануының ең бір ауыр формасы. Одан адамдар, құрылыстар, өсімдіктер, жануарлар, ғимараттар және архитектуралы ескерткіштер, т.б. зиян шегеді. Атмосфералық ауаны ластаушы газдардан гөрі олардың қоспалары аса қауіпті. Қышқыл жаңбырды тудырушы негізгі көздер – өнеркәсіптен, транспорттан шығатын зиянды газдардың мөлшерінің артып кетуі.



67- сурет. Қышқыл жаңбырдың пайда болуы





Күкірт диоксиді оттегімен әрекеттесіп, күкірт ангидридiне ( $\text{SO}_3$ ) айналады, ол су буымен қосылып, күкірт қышқылын ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) түзеді. Азот және күкірт қышқылдары металдарды, матаны, бетонды, т.б. біртіндеп құртады (жейді), флора мен фаунаға, адам организміне әсер етеді (67- сурет). Топырақ қышқылданып, өнімділік төмендейді. Ең қызығы, ауаны күкіртті газбен ластаушы кейбір мемлекеттер аз зардап шегеді, есесіне көрші мемлекет зиянды көп көреді. Мысалы, Италиядан 200 мың тоннадан аса шығыс желмен Австрия мен Швейцарияға, 160. мың тонна бұрынғы Югославияға, ал Англия өзінің өндірістен бөлінетін шығысын Скандинавияға дейін түсірді. Еуропада жел батыстан шығысқа қарай тұратындықтан, Ресейге, Украинаға, Белоруссияға батыстағы көршілерінен жылына 1,4 млн тонна күкірттің атмосфералық қосылыстары түсіп отыр. Ал өздерінен шығатын шығыс 10 есеге аз.

1982 ж. Белоруссия, Прибалтика, Карелияда жауған қышқыл жаңбырдың  $pH = 4,7 - 5,5$  тең болды.

Жаңбыр суы  $pH$  бейтарап (нейтрал) реакцияны көрсетуі керек, яғни  $pH = 7$  ( $pH$  ерітіндінің қышқылдық немесе сілтілік қасиетін көрсетеді). Таза ауаның өзінде көміртектің қосоксиді ( $\text{CO}_2$ ) болады, ол жаңбыр суымен қосылып, аздап қышқылданады ( $pH = 5,6 - 5,7$ ).

### **6.7.1 Ауа атмосферасын қорғау**

Күн сайын табиғи байлықтың азаюы, ауа райының ластануы бұл проблеманың адам пайдасына шешілуін тежеп шиеленістіре түседі, өндірістің дамуына кедергі жасайды. Жер бетінде адам санының көбеюі де алаңдатады. Атмосфералық ауаның тіршіліктің тынысы екенін білеміз, ол— бүкіл Жер шары халықтарының ортақ байлығы. Сондықтан оның сапасы, тазалығы алаңдатпай қоймайды. Қазіргі таңда ауаның тазалық сапасы бұрынғы кезден ауытқуда.

Атмосфералық ауаны қорғауда мыналарды есте сақтау керек:

- бүкіл Жер бетіндегі тірі организмдерге ауа қажет;
- ауа антропогенді әсерлерге сезімтал;

- ауа қозғалмалы масса, сол себепті зиянды заттарды желмен алыс арақашықтыққа дейін ұшырып әкетеді.

18-кесте.

**Зиянды заттардың шекті мөлшерлі концентрациясы**

<i>Зиянды заттар</i>	<i>ШМК, мг/м<sup>3</sup></i>	
	<i>Максимальді бір рет</i>	<i>Орташа тәуліктік</i>
Азоттың қос оксиді	0,085	0,085
Аммиак	0,04	0,04
Ацетальдегид	0,01	0,01
Ацетон	0,35	0,35
Бензин	5	1,5
Бензол	1,5	0,8
Буган	200	-
Бен(з)пирен	-	0,1мг/100 м <sup>3</sup>
Капролактан	0,06	0,06
Карбофос	0,015	-
Марганец	-	0,01
Метанол	1	0,5
Мышьяк	-	0,003
Нафталин	0,003	0,003
Пропилен	3	3
Пенициллин	0,05	0,0025
Сынап	-	0,0003
Күл	0,15	0,5
Қорғасын	-	0,0007
Күкірт қышқылы	0,3	0,1
Күкіртті ангидрид	0,5	0,05
Күкіртті сутек	0,003	0,003
Тұз қышқылы	0,2	0,2
Стирол	0,003	0,003
Тетрациклин	0,01	0,006
Көмір оксиді	3	1
Сірке қышқылы	0,2	0,06
Фенол	0,0003	0,0003
Фосфор ангидридi	0,15	0,05
Фтор қосылыстары	0,005	0,005
Хлор	0,1	0,03
Хлорофос	0,04	0,02
Этанол	5	5
Этилацетат	0,1	0,1
Этилен	3	3



Ауаның мемлекеттік шекарасы жоқ, ластанған ауа массасы барлық уақытта араласып тұрады. Ауаның горизонталды бағыттағы жылдамдығы жоғарғы қабатта 100-150 км/сағ жетеді, сондықтан ластанған ауа алыс арақашықтыққа тарайды.

Атмосфералық ауаны қорғауды қамтамасыз ету үшін ғылыми деректерге сүйеніп, зиянды заттардың шекті мөлшерлі концентрациясы (ШМК) белгіленді.

*Ауа сапасын* қазіргі уақыттағы адам организміне және болашақ ұрпақтардың денсаулығына қандай да бір зиянды әсері болмайтын ауаны ластайтын заттардың шекті мөлшерлі концентрациясын (ШМК) қолдану арқылы бағалауға болады (18-кесте).

Егер де зат адам организміне қарағанда қоршаған ортаға зиянды әсерін аз концентрацияда көрсетсе, онда қоршаған ортаға осы заттың әсерін осы нормада алады.

Ластанудан атмосфералық ауаны қорғауға келесі бағыттар қарастырылады:

- атмосфераға өте зиянды заттардың шығындарын шекті нормаға дейін төмендету;
- қатты заттардың шығындарын – 1,9 есе, күкіртті газдарды – 2,3 есе, азот оксидтерін – 1,5 есе, көміртегі оксидтері – 1,8 есе, көмірсутектерін 1,7 есе төмендету керек;
- ауаны қорғау мәселесіне күрделі қаржы жұмсау ;
- жердің озонды қабатын бұзатын заттарды қолдану және шығару өнеркәсібін тоқтату;
- курорты, мәдени-табиғи орындардың маңайында кері әсер беретін өндірістердің атмосфераға шығаратын шығындарын төмендету;
- алынған зиянды заттарды пайдаға асыру және тазаланған газдардың эффективтілігін жоғарылату, газ тазалау қондырғыларын жаңа қуатты қондырғылармен қамтамасыз ету.
- *Автотранспорттардан шығатын ластайтын заттардың шығынын төмендету үшін келесі шаралар* қарастырылады:
  - эффективті жүйедегі жаңа карбюраторлар және шығынды төмендететін қондырғылар (каталитикалық бейтараптау (отынның буларын ұстайтын жүйе));



- 
- газ түріндегі отындармен (жанар майлар) жүретін автомобильдер мен автобустар паркін жоғарылату;
  - пайдаланған газдарды бейтараптау жүйесімен автомобильдер паркін жабдықтау;
  - этилденбеген бензинді пайдалануды және шығаруды тоқтату, себебі өте үлкен қаржы жұмсалады;
  - дизельді автомобильдерге түтінге қарсы фильтрлер және тотықтырғыш нейтрализаторлар өндіру.



## ҮШ А Р А У

### ТОПЫРАҚ - БИОСФЕРАНЫҢ ҚҰРАМ БӨЛІГІ

**Топырақ дегеніміз**– түрлі климат жағдайларының (жарық, жылылық, ауа, ылғалдылық) әсерінен өсімдік пен жануарлардың, ал мәдени түрге келтірілген жерлерде, адамдардың да қатысуымен өңделген және өзгерген, мәдени өсімдіктерді қоректік заттармен қамтамасыз ете алатын жер бетінің ең жоғарғы құнарлы қабаты.

Планеталардың ішінде тек жерде ғана тіршіліктің дамуы бар екендігі адамзатқа белгілі. Соңғы жылдары республикамыздың егемендік пен тәуелсіздік алуына байланысты сарқылмас алтын қорымыз, баға жетпес байлығымыз – жерді тиімді пайдалану, оның құнарын арттыру туралы арнаулы қаулылар мен заңдар қабылданды.

Тек жер ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортамыздың барлық табиғат байлықтарын қорғап, әр аймақтың экологиялық жағдайын нашарлатпай, тиімді пайдалану мақсатымен әр ауданнан бастап мемлекеттік дәрежеге дейін экология және табиғат ресурстары министрлігі және оның арнайы бөлімшелері ұйымдастырылды.

Жер, оның үстінгі майда қабаты – топырақ өз құрамына өсімдіктердің фотосинтезі арқылы үлкен геологиялық айналымнан өмірге қажетті көміртегі, сутегі, оттегі, азот, фосфор, калий, кальций және т.б. элементтерді шоғырландырды. Бұл органикалық қосылыстар жер бетіндегі барлық тіршілік пен жануарлар үшін, оның ішінде тіршіліктің ең жоғарғы туындысы адам үшін ең қажетті зат.

Құнарлылығы кеткен топырақты қалпына келтіру үшін топырақтың қалыңдығы 2,5-5 см-ге дейін бұзылғанда 300-1000 жыл керек, ал оның қалыңдығы 18 см-ге дейін бұзылса 2-7 мың жылға дейін уақыт керек, ал бұзылуы үшін бірнеше жыл, не тіпті күн жетіп жатыр. Сондықтан адам шаруашылыққа пайдаланғанда топырақтың құнарлы қабаттарын су және жел эрозиясынан, басқа да қолайсыз жағдайлардан сақтап, топырақ құнарлығын жылдан-жылға жақсартатын әдістер қолдануы қажет. Орыстың ұлы ғалымы В.В.Докучаев топырақты, оның

ішінде орыстың қара топырағын өте жоғары бағалай келіп, оны көмір, темір, алтын және мұнай кендерінен де қымбат санаған. Сол себепті өзімізге әрі тамақ, әрі асыраушымыз болып отырған жеріміздің құнарлылығын көзіміздің қарашығындай сақтауымыз керек.

Қазақстанда топырақтану мәселесін зерттеуде үлкен үлес қосқан Қазақстандық ғалымдар:

Оспанов Ө.О., Боровский В.М., Илялетдинов Ә.Н., Аханов Ж.У., Каражанов К.Д., Корниенко В.А., Пачикина Л.И., Фаизов К.Ш., Михайличенко В.Н., Джанпеисов Р.Д., Рубинштейн М.И., Джамалбеков Е.У., Елешев Р.Е., Тазабеков Т.Т., Мамутов Ж.У., Мамилов Ш.З., Саданов А.К.



Оспанов Өмірбек  
(1906-1993)



Елешев Р.Е.  
(1938)

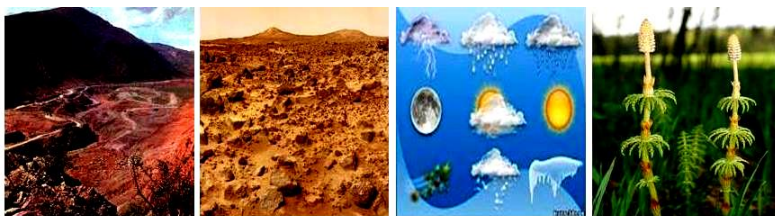
## 7.1 Топырақ түзушілер

Топырақтың табиғатта түзілуі өте ұзақ жүретін процесс. Жер бетінің қыртысы бұрын қатты тығыз тау жыныстарынан тұрды. Топырақ тау жыныстарының ұзақ геологиялық мерзім ішінде әр түрлі жолдармен мүжілуі мен үгілуінің нәтижесінде түзіліп, оның үстіңгі қабаты табиғат күштерінің көп жылғы үздіксіз әсер етуінен бірте-бірте қирап, бұзылып, қопсыған жыныстарға айналды. Табиғат күштеріне жел, күн сәулесі, су, температура жатады. Үгітілу үш түрлі жолмен жүреді. Олар - *физикалық, химиялық және биологиялық* үгілулер. Тау жыныстарының *физикалық жолмен үгілуі* деп жыныстардың химиялық құрамы өзгермей, тек әр түрлі механикалық бөлшектерге бөлінуін айтады. Физикалық үгілулерге жел, тасқын сулар мен көшпелі мұздар, температура әсер етеді. *Химиялық жолмен үгілу* – тау жыныстарының құрамындағы әр түрлі тұздардың немесе басқа қосылыстардың қышқылда, сілтіде және суда еруінен, ауадағы оттегімен әрекеттесіп, тотығуынан пайда болатын процесс. Осының нәтижесінде минералдық заттар пайда болып, олар суда еру қасиетіне, өзіндік салмағына және жер бедерінің құрылысына қарай әр

жерлерде әр түрлі шөгеді. Бұл процестердің жүруі табиғи ортаның климат факторына байланысты. Сондықтан аймақтың климатына қарай оның бір түрі екіншісіне қарағанда басым болуы мүмкін.

Бұл екі процесс қатар жылдар бойы жүріп отырады. Физикалық және химиялық үгілу кезінде топырақ түзілмейді. Топырақ түзу – **биологиялық** процесс, себебі үгітілудің нәтижесінде қопсыған, ылғал сіңіргіштік, су өткізгіштік қасиеті бар ұнтақталған жыныстар түзіліп, оларға тірі организмдер қоныстанған мерзімнен бастап, олардың денесіне қажетті заттардың сіңірілуінің нәтижесінде органикалық азотты және биофильді минералды заттардың қорына айналып, құнарлы топырақ пайда болады.

Топырақтың түзілуіне негізгі алты фактор әсер етеді: *топырақ түзуші тау жынысы, жер бедері, ауа райы, жоғары және төменгі сатыдағы өсімдіктер мен жәндіктер, аймақтың геологиялық жасы және қоғамның өндіргіш күші* (68-сурет).



топырақ түзуші тау жынысы

жер бедері

ауа райы

жоғары және төменгі сатыдағы өсімдіктер

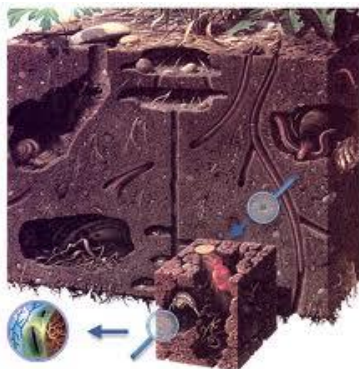
68- сурет. Топырақтың түзілуіне әсер ететін факторлар

Ультрабактериялар –жер бетінде алғаш пайда болған тірі организмдер. Олар өзіне керек қоректі көмірқышқыл газын және азотты ауадан, тастан алды, сөйтіп олар тасты бірте-бірте бұза бастады. Олар өмір сүру ортасына өте бейім келеді, тіпті таста да өсе бастаған. Бұзылған тау жыныстарында балдырлар, саңырауқұлақтар, мүк пен қына да өсе бастады. Сонымен, алғашқы тірі организмдер желмен, сумен, және мұзбен бірге тау қыртыстарын бұзып, өздері өлгеннен кейін шіріп, ыдырап,



қарашірік құрады. Үгітілген жыныстар қарашірікпен бірігіп, құнарлығы аздау алғашқы топырақтарды құрады. Алғашқы микроорганизмдер мен төменгі сатылы өсімдіктер құнарлығы аз топырақта жоғары сатылы өсімдіктердің өсуіне осылай мүмкіндік жасады. Топырақта өсетін өсімдіктер, мекен ететін жәндіктер көбейе келе, ғасырлар өткен сайын алғашқы топырақтарды жетілдіріп, шын мәніндегі құнарлы топыраққа айналдырып отырды. Топырақтың қасиетіне микроорганизмдер, қарапайымдылар, құрт-құмырсқалар, төменгі және жоғары сатылы жануарлардың тигізетін пайдасы көп. Мысалы, жауын құрты топырақты қопсытып, судың сіңірілуіне және ауаның өтуіне жағдай жасайды.

Топырақ түзудегі тау жыныстарының да рөлі зор. Түзілген топырақтардың химиялық құрамы өзін түзген тау жыныстарының химиялық құрамына өте ұқсас келеді. Тау жыныстарының өзі түзген топыраққа әсері, әсіресе, шөлді аймақтарда айқын көрінеді. Себебі, бұл аймақтарда ауадан түсетін ылғалдың аздығына қарай тау жынысына әсері аз болады да, оның құрамына күрделі өзгеріс енгізе қоймайды.



Ауа райының түзілген топыраққа әсері мол. Әдетте, ауа температурасының ыстық суығына, ылғал мөлшеріне қарай әр жерде әр түрлі жәндіктер, өсімдіктер мен микроорганизмдер тіршілік етеді. Олардың әрекетінен әр түрлі топырақтар түзіледі. Мысалы, тундрада тундраға сәйкес құнары аз жас топырақтар түзілсе, шөлде шөл топырағы түзіледі, ал күн сәулесі жеткілікті, ауа райы жақсы, ылғалы мол аймақтарда қара топырақтар түзіледі. Сондықтан да топырақтың химиялық және минералдық құрамдары климат жағдайларына тікелей бай-ланысты.

Жер бедері топырақ түзуге күшті әсер етеді. Жер бедерінің әр түрлі болуына қарай ылғал мен қоректік заттар әр түрлі түседі. Ауадан түскен ылғал тегіс жерлерге жақсы сіңеді, ал жер беті тегіс емес беткейлі, дөңес жерлерге ылғал дұрыс сіңбей,



сайлы жерге су жиналады. Жер бедерінің топырақ түзудегі тағы бір әсері – беткейлерге күн сәулесінің әр түрлі мөлшерде түсуі. Мысалы, таулы алқаптардың терістік беткейлеріне күн сәулесі аз, оңтүстік беткейлеріне мол түседі. Жер бедерінің әр түрлі болуы топырақтың түзілуі мен қасиетіне әсер етеді.

Топырақ түзуге геологиялық дәуір көп әсер етеді. Геологиялық жас аймақтың топырақтары да жас, жаңа түзіле бастаған топырақтар, ал геологиялық ескі аймақтарда топырақтар да ескі болады. Мысалы, кең байтақ көршілес елдердің солтүстік жағында жаңа топырақ түзіліп жатса, оңтүстігінде көне дәуірден келе жатқан топырақтар кездеседі. Себебі, оның теріскей жағы кейінгі дәуірлерде ғана мұздан арылған, ал оңтүстік аймақтардың мұздан арылғанына бірнеше дәуірлер өтті. Тіпті оңтүстік аймақтың көп жерлерін мұз баспаған, сондықтан бұл алқаптарда топырақтың даму процесі ертеде басталған.

Топырақ түзу процестеріне адамзат қоғамының да тигізетін әсері орасан зор. Адамзат қоғамы өзінің саналы әрекеттерінің нәтижесінде топырақты қолдан суарып немесе құрғатып, өндеп, оның табиғи даму процестеріне көп өзгерістер енгізді. Бұл өзгерістердің көбі – топырақтың құнарлығын арттыруға, пайдалы қасиеттерін жақсартуға бағытталған шаралардың нәтижесі.

Топырақтарды көп жыл бойы суарып, тыңайтқыштар пайдаланғанда, олардың бұрынғы табиғи қасиеттері өзгеріске ұшырап, жаңа сапалы топырақтарға айналады. Бірақ адамзат қоғамының топыраққа жасаған әрекеттерінің барлығы топырақ құнарлығын арттыра бермейді.





Суармалы жерлердегі алқаптарды суару мен мелиорациялау кезінде жіберілген қателіктердің нәтижесінде, құрамында тұзы көп емес топырақтың екінші рет сорлану процестері басталып немесе батпақтанып, егістікке жарамай, істен шығып қалатын жағдайлары да болып тұратыны кездеседі. Ал кей жерлерде пайдалануға жарамсыз механикалық құрамы жеңіл топырақтар жыртылып, кейін жел эрозиясына ұшырап, пайдаға аспай қалады. Өндірістік күштердің дамуымен көптеген бүлінген жерлеріміз қаншама.

Мұндай халық шаруашылығына зиян келтіретін жағдайларға жол бермей, топырақты мелиорациялау, химияландыру, өңдеу сияқты жердің құнарын арттыратын жұмыстарды жүргізу қажет. Ол үшін әрбір аймақтағы топырақтың құрамын, қасиеттерін, экологиясын, ерекшелігін жете білу керек.

## 7.2 Топырақтың фазалық құрамы

Топырақ – күрделі, көп фазалы жүйе. Топырақ төрт фазадан тұрады: *қатты фаза* (минералдық және органикалық), *топырақтың ауа фазасы*, *ылғал фаза* (топырақ ерітіндісі) және *тірі фаза* (топырақтағы тірі организмдер). Бұл фазалар бір-бірімен тығыз байланыста болады. Табиғи денелерден топырақтың ерекшелігі – өте күрделі құрамды (химиялық элементтің құрамы) зат.

### ***Топырақтың қатты фазасы***

Топырақтың қатты фазасы табиғи көлемнің 50-60%-ын құрайды. Оның құрамына топырақтың *минералдық және органикалық* бөліктері кіреді. Қатты фазаның негізін құрайтын осы минералды бөлік. Топырақтың минералды бөлігі топырақ түзуші жыныстардың минералды құрамын қайталайды. *Алғашқы минералдардың химиялық құрамы тау жыныстарындағы минералдар* – олар негізінен элементтердің оттекті қосылыстары, тотықтар, сульфидтер және силикаттар. Силикаттарға дала шпаттары, слюдалар, пироксендер, амфиболдар, оливиндер, ал тотықтарға кварц  $\text{SiO}_2$ , магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , рутил  $\text{TiO}_2$ , т.б. жатады. Үгілу процестерінің нәтижесінде майда ұнтақталған *екінші минералдар* пайда болды. Оларға жататындар: лимонит, каолин, каолинит, калийлі алюмосиликат

ж.т.б. Су, оттегі, көмір қышқылы, әр түрлі органикалық қосылыстар алғашқы минералдарды үгітуші агенттер болып саналады.

Топырақтың қатты фазасының біршама бөлігіне органикалық қосылыстар да кіреді. Жылма-жыл өсімдіктер мен жәндіктер топырақ қабатында қаншама қалдықтар қалдырады. Бұл қалдықтардың құрамы органикалық заттарға бай, мысалы, клетчатка, көміртегі, сутегі, май, лигниндер, белоктар, азотты қосылыстар, т.б. Өсімдіктер мен жәндіктердің қалдықтарын микроорганизмдер күрделі биохимиялық өзгерістерге ұшыратып, органикалық заттарға, яғни топырақ кара шіріндісіне (гумуске) айналдырады. Мұнда гуминдену процесімен қатар минералдану процесіде жүреді.



Ломоносов М.В.  
(1711-1765)



Костычев П.А.  
(1845-1895)



Кравков С.П.



Вильямс В.Р.  
(1863-1939)



Фукс В.Р.  
(1930)

Көптеген ғалымдар гумус заттарының түзілуін зерттеді. Ең алғаш көзқарас білдіргендер М.В.Ломоносов, П.А.Костычев, С.П.Кравков, В.Р.Вильямс, т.б. болды. Одан ары бұл құбылысты зерттегендер Ж.Фишер (1921), В.Фукс (1936), И.В.Тюриндердің, М.М.Кононовалардың үлесі ерекше. Олар бұл процестің күрделі екендігін түсіндірді. Гумификация процесін зерттеген белгілі ғалым –Л.Н.Александрова. Олорганикалық қалдықтардың ыдырауы арқасында жоғары молекулалық қосылыстардың ерекше классы гумустың түзілуін анықтады.

Топырақтың гумус көрсеткіштерінің жүйелерін Л.И.Гришина, Д.С.Орлов (1977) ұсынды. Топырақтың әртүрінің гумус жағдайларына осы көрсеткіштер арқылы сипаттама беріледі. Осыған қарап топырақтың құнарлығын айтуға болады.

### ***Топырақ ауасы***

Топырақ қопсыған кеуек дене, сондықтан оның құрамында



үнемі ауа болады. Топырақтағы ауа мөлшері оның тығыздығына, механикалық құрамына, ылғалдылығына, өңделу жағдайларына, онда өсетін өсімдіктерге және т.б. жағдайларға байланысты. Топырақта неғұрлым су көп болса, онда соғұрлым ауа мөлшері аз болады. Себебі, топырақ құрамынан мол су ауаны ығыстырып жібереді. Топырақ – көптеген өсімдіктер мен микроорганизмдердің, жәндіктердің тіршілік ететін мекені. Олар тыныс алады, органикалық заттарды ыдыратып, ауаға ұшырады. Соның нәтижесінде атмосферадағы ауаға қарағанда, топырақ ауасының құрамы өзгеше болады. Мысалы, көмір қышқылының топырақ ауасындағы мөлшері 0,15-1,65% шамасында, ал атмосферадағы мөлшері не бары 0,03% құрайды. Топырақ ауасы – топырақ құнарлығына әсер ететін негізгі факторлардың бірі.

### ***Топырақ ылғалы***

Топырақ су сыйымдылығы бар қопсытылған дене болғандықтан, оның құрамында әрдайым азды-көпті ылғал кездеседі. Ылғалды топырақ құнарлы болып есептеледі. Топырақтың ылғалы жауын-шашынға, жер асты суына және жер бетіндегі суға байланысты. Әр жердің топырақ ылғалы әр түрлі. Сондықтан топырақ ылғалы бірнеше түрге бөлінеді.

1. *Химиялық байланысқан су*– топырақ минералдарының химиялық құрамына кіретін өте тығыз байланысқа түскен су.

2. *Бу күйіндегі су* топырақ кеуектерінде кездеседі. Бу күйінде су өсімдіктерге сіңбейді, ал тамшыға айналған кезде өсімдіктер *жақсы сіңіре алады*.

3. *Гигроскопиялық су* –топырақтың беткі қабаты арқылы сіңірілген молекула күйіндегі су. Ол өсімдіктерге пайдасыз, топырақпен тығыз байланысқан, сондықтан оны 100<sup>0</sup>С-тан астам температураға дейін қыздырған кезде ғанабуға айналады.

4. *Қылтүтік суы*– топырақ қылтүтіктерінде жоғары-төмен жыл-жып жүретін су, оны өсімдіктер оңай сіңіре алады.

5. *Гравитациялық су* – өз салмағы мен топырақтың жоғарғы қабатынан төменгі қабаттарына жылжитын су, өсімдіктерге оңай сіңеді. Бірақ өз салмағымен тез жылжитындықтан, өсімдіктер оны көп пайдалана алмайды. Ол су жер асты суының қорына қосылады.

6. *Жер асты суы* топырақтың, көбінесе топырақ түзуші тау жыныстарының әр түрлі терең қабатына, әдетте, су өткізбейтін қабатына жиналады. Ол топырақ қабатынан көп тереңдікте жататындықтан топыраққа және өсімдікке еш әсерін тигізбейді. *Топырақ суын* абсолютті таза су деп түсінбеу керек. Олардың құрамында суда еріген әр түрлі заттардың ерітінділері болады, өсімдіктер қоректік заттарды осы ерітінділер арқылы ғана сіңіреді. Сондықтан топырақ суы – оның құнарлығының негізгі бір шарты.

### ***Топырақтың механикалық құрамы***

Топырақтың механикалық құрамы әр түрлі түйіршік бөлшектерден тұрады. Түйіршіктердің көлемінің әртүрлілігіне қарай топырақтың механикалық құрамы да әр түрлі болады. Топырақ түйіршіктері неғұрлым майда болса, соғұрлым ауыр балшықты болып келеді. Ал ірі түйіршікті топырақтар жеңілдеу, құмды не құмдақ келеді. Егер топырақта майда түйіршіктер мен ірілеу түйіршіктер бірге келсе, мұндай топырақтар *құм-балшықты* деп саналады. Топырақ майда ұнтақталған түйіршіктерден тұратындықтан, түйіршік көлемі оның диаметрінің ұзындығымен өлшенеді, ал диаметр ұзындығы миллиметрмен есептелінеді. Топырақ құрамындағы түйіршіктерді топырақтану саласындағы ірі ғалым профессор Н.А.Качинский өздерінің көлеміне қарай төмендегідей бөледі: диаметрі 3 мм-ден іріректерді – *тастар*, 1 мм-ден 3 мм-ге дейін – *ірі құм*, 0,25 мм-ден 1 мм-ге дейін – *орташа құм*, 0,05 мм-ден 0,25 мм-ге дейін – *ұсақ құм*.





0,01 мм-ден 0,05 мм-ге дейін – *ірі шаң*, 0,001 мм-ден 0,01 мм-ге дейін – *ұсақ шаң*, 0,001 мм-ден кішілеу – *тозаң*, 0,0001мм-ден кішілері – *коллоидтар*.

Топырақтың механикалық құрамы топырақ түзуде, ауыл шаруашылығында және басқа да мақсаттарға пайдаланғанда маңызы үлкен. Топырақтың кеуектілігі, су сыйымдылығы, ылғал өткізгіштігі, қоректік заттарды жинау мүмкіндігі және т.б. қасиеттері оның механикалық құрамымен тығыз байланысты.

### ***Топырақтың тірі бөлігі***

Топырақтың құрамында минералды заттардан басқа тірі организмдер де кездеседі. Оларға микроорганизмдер мен қарапайым майда жәндіктер жатады. Олар оттегінің бар-жоғын да, табиғаттың ыстық-суығын да, ортаның қышқылдығы мен сілтілігін де таңдамайды, қандай жағдай болса да бейім келеді. Топырақтың түрлі болуына байланысты микроорганизмдердің түрлері мен саны да әр түрлі болады. Құнарлы қара топырақтың құрамында 5 миллиардтай бактерия болса, ал құнары аздау күлгін топырақта 1 миллиардтай екендігін ғылыми мәліметтер дәлелдейді. Топырақта ең көп тараған бактериялар, төменгі сатылы өсімдіктер (балдырлар, саңырауқұлақтар, қыналар). Микроорганизмдердің көбісі топырақтың жоғары құнарлы қабатында, әсіресе өсімдік тамырларының айналасында тіршілік етеді. Бұлар тек тіршілік етіп қана қоймай, көбейіп, өніп, өледі, соның нәтижесінде топырақтың құрамын біраз өзгертеді.

Өсімдіктер мен жануарлардың қалдықтарын микроорганизмдер шірітіп, ыдыратады. Ыдыраған қосылыстар көмірқышқыл газына, суға, аммиакқа ж.т.б. заттарға айналады. Егер де микроорганизмдер болмаса, органикалық заттар ыдырамай жинала берер еді де, ол табиғаттағы заттардың айналымына едәуір кедергі келтіретін еді.

Микроорганизмдер органикалық қалдықтарды ыдыратушы ғана емес, олар бұдан күрделі қосылыс– гумус түзеді. Сондықтан микроорганизмдер мен төменгі сатыдағы қарапайым жәндіктер топырақтың қасиетіне әсерін тигізетін, топырақ түзуші фактор болып есептеледі. Сол себепті топырақ тірі денеге жақын деп танылып, биологиялық ғылымдардың бір саласы ретінде қарастырылады.





Топырақтың бетіне түсіп, топырақ қабаттарында жиналатын, топырақтың түзілу құбылысына қатысатын *биоценоз қалдықтары* топырақтағы органикалық заттардың көзі болып саналады. Негізгі органикалық қалдықтар өсімдіктерден тұрады. Бұлар омыртқасыз жануарлар мен микроорганизмдердің қалдықтарымен салыстырғанда бірнеше ондаған немесе жүздеген есе артық, ал омыртқалы жануарлармен салыстырғанда мың есе артық. Тундра зонасында түскен өсімдік қалдықтарының мөлшері 150-25000 г/м<sup>2</sup>, соның ішінде тамырлардың қалдықтары топырақ бетіндегі қалдықтардан 3-4 есе көп. Микроорганизмдердің биологиялық массаларының мөлшері 10-15 г/м<sup>2</sup>, топырақтағы омыртқасыз жануарлардікі – 1-3 г/м<sup>2</sup>, ал жер бетіндегі жануарлардікі – 0,01 г/м<sup>2</sup>.

Орманды-тайгалы зонада өсімдіктердің топырақ бетіндегі қалдықтары 25-40 мың г/м<sup>2</sup>, тамырлардың мөлшері одан 3-5 есе аз болады. Орманды топырақтарда микроорганизмдердің тірі бөлшектерінің салмағы 30 г/м<sup>2</sup>, олардың ішінде саңырауқұлақтар көп болады. Топырақтағы омыртқасыз жануарлардың биологиялық салмақтары күлгін топырақтарда 2-3 г/м<sup>2</sup>, шымдықүлгін топырақтарда 7-12 г/м<sup>2</sup>, орманды сұр топырақтарда 90 г/м<sup>2</sup>.

Далалы зонада орманды зоналарға карағанда түскен шөпті өсімдіктердің биологиялық салмақтары едәуір аз 1200-2500 г/м<sup>2</sup>, ал тамырлардың қалдықтарының салмағы жер бетіне түскен бөліктерге карағанда 3-6 есе көп. Бұл зонаның микрофлорасы өте бай, түрлері де сан алуан. Далалы топырақтарда саңырауқұлақтар азайып, бактериялар мен актиномицеттер көбейеді.

Шөл зонасында өсімдіктің қалдықтары өте аз, ал тамырлардың салмағы көбейіп, арақатынасы 1:8-1:9 болады. Топырақта биологиялық белсенділік те төмендейді.

Омыртқасыз жануарлар топырақтағы органикалық заттардың іріп-шіруін атқарады да, одан әрі саңырауқұлақтар мен бактериялардың ыдыратуына дайындап береді. Олардың тіршілік әрекетінен бұл процесс үдемелі жүріп отырады.

Органикалық заттардың ыдырауы тек ферменттердің қатысуымен жүреді. *Ферменттер*– топырақта жүретін барлық биохимиялық реакцияларды реттеуші. Олар топырақта өсімдік



бойынан, ұсақ организмдер мен жануарлардың денелерінен тарайды.

Микроорганизмдер, өсімдіктер және жануарлар қалдықтарының белоктары ферменттердің қатысуымен аминқышқылдарға ыдырайды. Топырақтағы негізгі азот көзі – өлген организмдердің белоктары. Органикалық қалдықтар ыдыраған сайын топырақ азотқа байиды. Топырақтың азоттануы ауадан түсетін ылғалға да байланысты, ылғалмен 8-10 кг/га азот түседі. Азот – өсімдіктердің негізгі қоректік элементі. Азот топырақтың құнарлығын арттырады, яғни топырақтағы гумусты азотқа байытады.

### ***Топырақтың химиялық құрамы***

Топырақтың химиялық құрамы өзін түзген тау жыныстарының құрамынан айырмашылығы бар. Мұнда органикалық элементтердің мөлшері көп: мысалы, көміртегі 20 есе, азот 10 есе, оттегі және сутегінің де мөлшері едәуір, ал алюминий, темір, калий, кальций, магний (Al, Fe, K, Ca, Mg) ж.т.б. аз екендігі байқалады. Бұл элементтер топырақ құрамында әр түрлі химиялық қосындылар түрінде кездеседі, олар арқылы топырақтың түрлерін анықтауға болады. Көміртегі, оттегі және сутегі топырақтың органикалық бөлігін құрайды, минералды түрде карбонатты тұздары кездеседі.

Оттегі судың, гидроксидтердің, алюмосиликаттардың, бос қышқылдардың және олардың тұздарының құрамында болады.

Кремний минералды қосылыс түрінде кездеседі, ең көп тараған кварц минералы  $\text{SiO}_2$ , онан кейін силикаттар, алюмосиликаттар. Кремний өсімдіктердің құрамында да бар, мысалы, дәнді дақылдарда 10% -дан 60% -ға дейін жетеді.

Темір оксид, гидроксид және шала күкіртті қосылыстардың құрамында болады. Бұл элемент өсімдіктердегі хлорофилдің түзілуіне қатысады. Егер өсімдіктерге темір жетіспесе, жапырақтары сарғайып, ауруға ұшырайды.

Магний мен кальций слюдалардың немесе минералды қосылыстардың құрамында кездеседі. Бұл екі элемент күкірт, фосфор қышқылдарының тұздарын құрайды. Бұлар да өсімдіктерге қоректік элемент ретінде өте қажет. Топырақтағы мөлшері –1-3%.

Натрий және калий минералды қышқылдардың тұздары түрінде болады. Калийдің топырақтағы мөлшері – 2-3%.

Титан минералы үгілмейді десе де болады.  $TiO_2$  топырақта көп болмайды.

### 7.3 Топырақтың негізгі қасиеттері

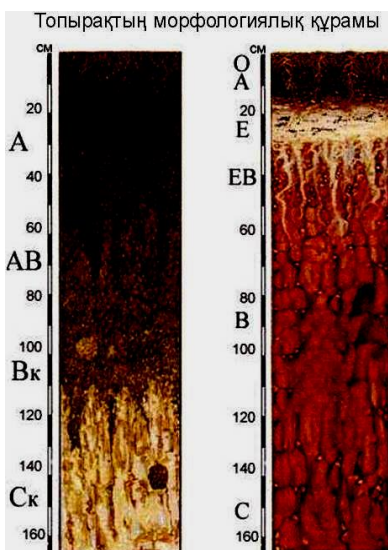
**Топырақтың морфологиясы.** Топырақтың пайда болу процесінде өзіне тән белгілі бір морфологиялық құрылым, пішін түзіледі. Топырақ осы құрылымына қарай өзі түзілген тау жыныстарынан, сондай-ақ бір-бірінен жақсы ажыратылады.

Топырақтың негізгі морфологиялық белгілері: оның түсі, құрылымы, кеуектілігі, құрамындағы әр түрлі тұздар, механикалық құрамы, өсімдік тамырларының таралуы енеді. Топырақтың түсіне қатты әсер ететін нәрсе – оның құрамындағы қарашіріктің мөлшері.

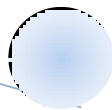


Докучаев В.В.

Топырақтың морфологиялық құрамын топырақтану ғылымының негізін салушы В.В.Докучаев зерттеді. Ол топырақты негізгі үш горизонтқа



бөлген: 1) *горизонт А* – гумусты горизонт. Топырақтың беткі бөлігінде органикалық заттардың гумус формасында жинақталуы, ол топырақтың минералды бөлігімен байланысқан. Мұнда гумустың мөлшері мен құрамына байланысты топырақтың түсі қара – қоңыр – күлгінге ауысады. 2) *горизонт В* – қышқылдың немесе сілтілердің әсерінен топырақта минералды заттардың бұзылуы жүреді де, онда гумустың және басқа қосылыстардың мөлшері азаяды. *Горизонт В* – топырақ түзуші жынысқа ауысатын қабат, ол бірте-бірте тау жынысына ауысады. 3) *горизонт С* – топырақ түзуші аналық тау жынысы



кабаты. Топырақ горизонттарын бөлудің бұл жүйесі әлі күнге дейін сақталып келеді, оларды  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  деп белгілейді.

**Топырақтың құнарлығы.** Топырақтың құнарлығы дегеніміз – онда өсетін өсімдіктерді бүкіл өсу, даму кезеңдерінде барлық қажетті қоректік заттармен, сумен, күн сәулесі және ауамен қамтамасыз етуі. Сол себепті оны аналық организм деп есептеуге болады. Топырақ құнарлығы үш категорияға бөлінеді: *табиғи құнарлылық, жасанды құнарлылық және экономикалық.* Табиғи құнарлылық – табиғи күйіндегі ешқандай адам әрекетін қажет етпейтін құнарлылық. Жасанды құнарлылық – негізінен адам әрекетінің нәтижесінде пайда болатын құнарлылық. Ал экономикалық құнарлылық – жерден алынған өнімді бағалау. Топырақ құнарлығы көп жағдайларда табиғи жағдайдың өзінде-ақ қамтамасыз етілген. Алайда топырақтардың әр түрлі табиғи зоналарда орналасуына қарай олардың жоғарыда келтірілген топырақ құнарына әсер ететін қасиеттері әртүрлі. Мысалы, бір зоналарда күн сәулесі жетіспейтін болса, керісінше, кейбір зоналарда ылғал жетіспейді. Ал кейбір зоналарда зиянды тұздардың мөлшері көп болады. Сол себепті әр түрлі табиғи зоналарда топырақ құнарлылығының әртүрлілігі ол заңды құбылыс. В.В.Докучаев өте жоғары құнарлы топырақ қатарына «топырақ патшасы» қара топырақты жатқызды.

**Топырақтың физикалық қасиеттері.** Топырақтың физикалық қасиеттері оның құнарлылығына және онда болатын процестерге көп әсер етеді. Үйлесімді су–ауа режимі физикалық қасиеттерге тікелей байланысты. Топырақта қоректік зат жеткілікті болып, су немесе ауа жетіспесе, өсімдіктер нашар өседі, ал кейде тіршілігі тоқтап қалады. Топырақта ауа мен судың үйлесімді мөлшерде болуы оның кеуектілік дәрежесімен анықталады. Ал кеуектілік топырақтың түріне байланысты. Топырақ кеуекті болу үшін адамдар оны қолдан жасайды. Топырақтың су өткізгіштігі де, оның кеуектілігіне тікелей байланысты. Құрылымы жақсы топырақтарға су оңай сіңіп, өсімдік тамырларына тез жетеді. Мұндай топырақта сумен қатар жеткілікті мөлшерде ауа да сақталады. Топырақтың суды өзіне сіңіріп, ұстап қалу қасиетін сыйымдылығы деп атайды.

Топырақтың су сыйымдылығына оның кеуектілігімен қатар механикалық құрамы, қарашірік мөлшері әсер етеді.

Өсімдіктердің өсіп-өнуі үшін топырақтың жылу режимі қажет. Ауа райы, өсімдік, жер бедері, қар жамылғысы, топырақтың механикалық құрамы, ылғалдылығы мен түсі топырақтың жылулық режиміне әсер етеді. Күн сәулесінен әр түрлі топырақ әрқалай қызады. Қарашіріндіге бай қара топырақ пен қара қоңыр топырақ ашық түсті топырақтарға қарағанда анағұрлым тез жылынады. Бірақ ол топырақтар күн суығанда тез суиды. Құрғақ топырақтар ылғал топырақтармен салыстырғанда тез жылынады.



**Топырақтың сіңіру қасиеті.** Топырақ әр түрлі заттарды өзіне сіңіріп, ұстап қалу арқылы (әсіресе, өсімдік тіршілігіне қажетті заттарды ұстап қалу арқылы) құнарлығын арттыра түседі. Топырақтың сіңіру қасиеті – оның өз ішіндегі ерітінділерінің кейбір қосылыстарды, майда ұнтақталған минералды және органикалық қосылыстарды, микроорганизмдер мен басқа кейбір заттарды өзіне сіңіріп, ұстап қалу қасиеті. Сіңіру бірнеше түрге: механикалық, физикалық, физикалық-химиялық, химиялық және биологиялық болып бөлінеді (К.К.Гедройц, 1933).

*Механикалық сіңіру* – сумен немесе желмен келген әр түрлі заттарды топырақ кеуектерінде ұстап қалуы.

*Физикалық сіңіру* – топырақ бөлшектері-



Гедройц К.К.  
(1872-1932)



нің беткі қабатының топырақтағы кейбір ерітінді молекулаларды бойына сіңіруі (абсорбция).

*Физика-химиялық сіңіру* – топырақтың қатты фазасындағы иондардың тең мөлшерде алмасуын айтады.

*Химиялық сіңіру* – топырақтың кейбір иондарды сіңіру арқылы суға ерімейтін немесе өте аз еритін қосылыстар түзу процесі.

*Биологиялық сіңіру* топырақтың тірі бөлігі арқылы (микроорганизмдер мен тамырлар) әр түрлі заттарды сіңіреді.

Топырақ қарашірікке бай болса, механикалық құрамы ауырлау балшықты болса, оның сіңіруі соғұрлым сапалы, әрі мол болады.

Топырақтың сіңіру қасиетінің маңызы өте зор. Сіңірілген заттардың ішінде өсімдікке қажетті азот, фосфор, калий, кальцийлермен қатар басқа да микроэлементтер кездеседі.

***Топырақ ортасының реакциясы.*** Топырақтың қасиеттеріне, құнарлылығына және ондағы өсетін өсімдікке әсер ететін факторлардың бірі – топырақ ортасының реакциясы.

Топырақ ортасының реакциясы әр түрлі топырақтарда әр түрлі болып келеді. Ол топырақ ерітіндісінде кездесетін сутегі иондарының концентрациясы арқылы анықталады да, оны ***pH*** белгісімен белгілейді. Әр түрлі топырақ ерітінділеріндегі ***pH*** мөлшері 3-10 сандарының аралығында күшті қышқылды ортадан күшті сілтіленген ортаға дейін болады. ***pH***-тың мәні 3 – 6,5 дейін кездесе, ол *қышқыл* топыраққа, 6,5 – 7,5-ке дейінгі *бейтарап*, ал одан жоғары болса, *сілтілі* топыраққа жатады.

Өсімдіктер мен микроорганизмдер өте қышқыл немесе сілтілі ортада өмір сүре алмайды. Сондықтан өсімдік өсу үшін топырақ ортасының бейтарап болғаны дұрыс. Тыңайтқыштар қолдану арқылы топырақтың орта реакциясын бейтарап күйге келтіруге болады.

#### **7.4 Топырақ эрозиясы және оны болдырмау жолдары**

**Топырақ эрозиясы** (лат. *erodere* – шаю, үгілу) – табиғи құбылыстардың әсерінен жер қыртысының түгелдей не жарым-жартылай бүлінуі. Эрозия екі түрге: *жел эрозиясы* (дефляция)



және су эрозиясы болып бөлінеді. Табиғаттың әр түрлі факторлары топыраққа түрліше әсер етеді. Қатты жауған жаңбыр, қардың еруі, желдің қатты соғуы тау жыныстарына да, топыраққа да күшті әсер етеді.

**Жел эрозиясы** – топырақтың құрғақ, майда бөлшектерінің желмен ұшып кетуі. Құрғақ топырақтар ылғал топыраққа қарағанда желмен тез ұшады, сондықтан дефляция құрғақ климатты аудандарда жиі байқалады. Қазақстанның солтүстік облыстарында шаңды дауылдар жиі болып тұрады, ал эрозияға қатты ұшыраған аудандарда топырақ құнары мүлдем жойылып кетеді. Ол тек топырақ құнарын жойып қана қоймай, сонымен бірге суды, атмосфераны, қоршаған ортаны ластап, адамның денсаулығы мен жануарларға үлкен зиян келтіреді. Шаңды дауылдар ауыл шаруашылығына көп зиян алып келеді. Мысалы, жел эрозиясына орташа ұшыраған бір гектар егістік жер 600 кг жалпы азотты, 36 кг жылжымалы азотты, 108 кг жылжымалы фосфорды, 105 кг калийді жоғалтады екен.

Қазақстанның солтүстік облыстарында топырақтың жел эрозиясы басым болса, оңтүстіктің суармалы алқабында су эрозиясы кең таралған. Су эрозиясының екі түрі болады: топырақ бетінің *шайылуы және жыралық эрозия*. Қатты нөсерден немесе суарғанда судың мөлшерден артық жіберілуінен топырақтың беткі қабаттары шайылып, топырақ құнары төмендейді. Мұны *шайылу эрозиясы* дейді.

Ал көлбеу, тігірек, құлама әуелі жіңішке болып басталатын майда жыралар судың ылдифа аққан екпінімен тез ойылып, ірі жыраларға, сайларға айналады. Мұндай жағдайлар, көбінесе су жүретін ірілі-ұсақты арықтар бойында көп кездеседі. Оңтүстік облыстардың кейбір жерлерінде осындай арықтардың табаны бірте-бірте шайылып, жер бетінен тереңдеп кетеді. Мұндай жағдайларда судың өз ағысымен айналадағы жерді суару мүмкін болмай қалады. Су эрозиясының бұл түрін *жыралық эрозия* деп атайды.

Су эрозиясымен күресудің үш түрлі әдісі бар. Олар – *агротехникалық, орманды-мелиоративтік, гидротехникалық шаралар*.

Агротехникалық әдіс – еңісі мол баурайларды су ағысының бағытына көлденең жырту, топырақты қайырмасыз жырту,



қыста қар тоқтатып, көктемде судың ағыс екпінін кеміту үшін егілген егістіктердің сабақтарын қалдыру, топырақ құрылымын жақсарту. Орманды-мелиоративтік әдіс– өзендер айналасына, суару жүйелерінің бойына, жыралар мен сайлар жағалауына міндетті түрде ағаштар, бұталар отырғызу.



Гидротехникалық әдіс– жыраларды бекітетін инженерлік құрылыстар салу, ирригациялық эрозия болмас үшін арықтар мен арналардың табаны мен ішкі қатпалын су өткізбейтін заттармен (плита, полиэтилен) қаптау.

Осы әдістерді ұқыпты пайдаланғанда топырақтың су эрозиясына ұшырауы азаяды. Сел тасқындары да су эрозиясының аса бір қауіпті түрі екені белгілі. Алматы облысы жағдайында осы сел тасқындарын болдырмау үшін Кіші және үлкен Алматы өзен бойларында тосқауыл-құрылыстар салынды. Сонымен қатар малды бір жерге қайталап жая беру нәтижесінде шөптердің сиреуінен және мал тұяқтарымен беткі қабаттардың бұзылуынан жайылымдық жерлер топырақ эрозиясына ұшырайды. Эрозия – табиғи процесс. Ол табиғи жағдайда баяу жүреді, ал адамның іс-әрекеті нәтижесінде тез жүреді. Әсіресе, табиғи өсімдік жабыны бар жерлерді жыртқан кезде, эрозия процесі артады. Эрозия процесінің дамуына: өсімдіктердің сиректігі, қардың тез еруі, жер бетінің еңістігі, жазғы қатты жаңбырлар, тез жуылатын саз балшықтардың болуы әсер етеді. Халық санының өсуі мен ғылыми-техникалық прогрестің қарқынды дамуына байланысты ауыл шаруашылығына қажетті көптеген жерлер басқа мақсаттарға қолданылады. Оны әр түрлі ғимараттар, құрылыстар салуға, аэродромдар, қала территориясы, жолдар су қоймаларын салу, пайдалы қазбаларды өндіру және басқа да мақсатта пайдаланады. Мысалы, 1970 жылдың басында жер бетіндегі әрбір тұрғынға шаққанда орта есеппен жыл сайын жер астынан 20 тонна әр түрлі минералдар мен тау

жыныстарын қопарса, қазіргі кезде әр адам үшін 30 тоннадай минерал мен тау жыныстарын шығарады. Міне, осы шығарылған заттардың тек 2 пайызы ғана пайдалы мұқтаждыққа жұмсалады. Бұл табиғатқа көп нұқсан келтіреді, көптеген пайдалы жерлерді басып қалып, пайдасыз етеді. Осы кен өндіру кезінде жер бетіндегі мыңдаған жылдар бойы дамып қалыптасқан топырақтың құнарлы қабаты бұзылып, астындағы құнарсыз қабаттары минералдар, тау жыныстары бір орыннан екінші орынға қозғалып, жер бетіне көптеген залалдар әкеледі. Бұларға кен карьерлері мен ысырынды үйінділер, көмір террикондары мен байыту фабрикаларының қоқыстары мысал бола алады.



69-сурет. Топырақтың деградациялану факторлары

Ғылыми-техникалық прогрестің тез дамуымен кен, қазба байлық өндіру де жылдам дамуда, осыған орай «бұзылған» жер көлемі де көбеюде. Мұндай жерлер, біріншіден, ауыл шаруашылығына қажетті жерлерді алып жатса; екіншіден, қопсытылып, жер бетінде бос жатқандықтан, аймақтың санитарлық жағдайын нашарлатады, адам денсаулығына көп зиян келтіреді.



Сондықтан осындай жерлердің құнарлығын қайтадан қалпына келтіру **рекультивация**, яғни **қайта құнарландыру** нәтижесінде жүзеге асырылады. *Рекультивация* – бұзылған жерлердің құнарлығын қайта қалпына келтіріп, түрлі шаруашылық ісіне қайтару үшін жүргізілген *инженерлік мелиоративтік, ауыл шаруашылық, орман шаруашылық* жұмыстардың жиынтығы. Табиғат қорғау заңында «кенді ашық немесе жер астында өндіретін өнеркәсіптер немесе геологиялық барлау, құрылыс жұмыстарын жүргізу үшін бөлінген жерлерді пайдаланып болған соң, өз есебімен оның құнарлығын қайта қалпына келтіріп, ауыл, орман немесе балық шаруашылықтарына пайдалану үшін қайтаруы керек. Әрбір осындай құрылысқа немесе геологиялық барлау жұмыстарын жүргізер алдында құнарлы жердің беткі қабатын алып, бүлінген жерді рекультивациялау үшін немесе құнарлығы аз жерлердің құнарлығын көтеру мақсатында жиналып сақталып қойылады».

Пайдалы қазбалардың көбі жер шарында ашық әдіспен өндіріледі, соның нәтижесінде карьерлер пайда болады. Олардың тереңдігі 500 м, ұзындығы 5 км-ге дейін болуы мүмкін. Пайдалы қазбалар өндіріліп біткеннен соң, карьерлерде рекультивация жұмыстары жүргізіліп, шабындыққа, орманға немесе су айдынына айналдырып, балық өсіретін шаруашылыққа беруге болады. Көмір шахталары бар аймақтарда террикондар көптеп кездеседі. Олар негізінен көмірдің үстіңгі бетін жауып жататын, көмір қалдықтары аралас бос жыныстардан тұратын үйінділер. Бұл террикондар қалаға жақын жатып, кейбіреулері тіптен жанып, желге ұшып, қаланың санитарлық жағдайын нашарлатады. Оның үстіне, құрылысқа, ауыл шаруашылығына қажетті қымбат жерлерді істен шығарады. Мұндай террикондар саны Қарағандыда соңғы жылдарға дейін жүзден астам болатын. Террикондар астындағы және санитарлық аймақты қоса есептегенде, 7000 мың гектардан астам жер пайдасыз жатқан. Соңғы уақытта Қарағанды көміршілері бұл террикондарды жоюда жақсы нәтижелерге жетуде. Көптеген жылдар үйілген тау жыныстары қолдан жасалған ойпатты жерлерді немесе табиғи жағдайда кездесетін сай-саланы тегістеуге, жол құрылысында, жол деңгейлерін биіктетуге төселініп, пайдаға асуда. Тау жынысынан босап,



тазаланған және қолмен тегістелген жерлерге топырақ қабаттары төселініп, көк шөптер, гүлдер, ағаштар мен бұталар егіліп, отырғызылып, ауа тазарып, қаланың сәні жақсаруда.

*Жерді қайта культивациялау дегеніміз* – жерді бұрынғы бүлінбеген жағдайына қайта келтіру. Мұндағы негізгі мәселе – жердің құнары кемімей бұрынғы қалпына келтіру. Ол үшін қазылған, құнарсыз карьерлер тегістеліп болғаннан кейін, оның бетіне құнарлы топырақ қабаттары төселінуге тиіс. Бірақ төсейтін топырақ қабаттары әруақытта табыла бермейді.

Мұның себебі – қайта культивациялауға қажетті карьерлердің көбі ескірген. Қазіргі кезде республикамызда бүлінген, жарақаттанған жерлерде рекультивация жұмыстары топырақтың құнарлы қабаты төселмеген жағдайларда жүргізіледі. Мұндай жағдайда ол үшін ауыл шаруашылық рекультивация жұмыстары жүргізіледі. Бұл жерлерге әр түрлі тыңайтқыштар енгізумен қатар осындай жағдайға өсуге бейім өсімдіктерді таңдай білу керек. Бұған культивациялауға пайдаланылатын тау жыныстарының құрамы, қасиеттері көп әсер етеді. Мысалы, тау алқаптарында тараған лёсс және осы тектес тау жыныстары көп жағдайда бұршақ тұқымдас өсімдіктер мен ағаштардың кейбір түрлерінің өсуіне жарамды болып келеді. Осы мәселелердің барлығын өндіріске енгізбей тұрып, тәжірибе жүзінде тексеріп көрген дұрыс. Осындай дәлелді тәжірибе жұмыстарынсыз өндіріске жерді рекультивациялау жобаларын енгізу, мемлекеттің көп қаржысын негізсіз жұмсауға әкеліп соғады. Осындай жобалар іске асудан бұрын тәжірибе жүзінде шешіп, ғылыми түрде негіздеп, жобаға енгізу керек.

### **7.5 Топырақтың химиялық заттармен ластануыжәне оныболдырмау жолдары**

Адамның топыраққа әсері табиғи ландшафтардың бұзылуымен, биоалуантүрліліктің кедейленуімен, экожүйелердің тұрақтылығының төмендеуімен, өнімділігі мен биомассасының кемуімен сипатталады.

Топырақтағы органикалық заттар (қарашірік пен тірі организмдер) энергияның жиналу және сақталу факторы болып есептеледі. Егер де бұл заттардың мөлшері кемитін болса, онда

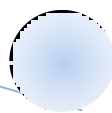


топырақтың құнарлығы, оның өзін-өзі реттеуі, тұрақтылығы төмендейді.

Адам үнемі табиғатпен тікелей байланыста өмір сүреді, сондықтан оның (ауа, су, топырақтың) ластануына да себепші болып отырады. Мысалы, зерттеулердің нәтижесіне қарайтын болсақ, жыл сайын ауадан 495 т көмір оксидін, 78 т азоттың қос оксидін, 5200 т күкірт ангидридін, яғни жалпы алғанда 1 текше метр топырақ 6 кг-ға жуық түрлі химиялық заттарды сіңіреді екен. Міне, осындай қарқынды ластанған топырақтың табиғи түрде тазалануының өзі мүмкін емес.

Түрлі бақылаулардың көрсетуі бойынша қорғасын, сынап, кадмий, хлорлы органикалық пестицидтер және басқа да адам өміріне қауіпті заттардың көбі өсімдікте, жәндіктер мен құстарда, балықта, моллюскілерде, сүтте және басқа да азық-түліктерде табылған. Ауыл шаруашылығында түрлі арам шөптер мен жәндіктерге қарсы қолданылатын гербицидтер мен пестицидтердің шамадан тыс артық қолданылуының нәтижесінде топырақ химиялық заттармен ластанады. Зерттеулердің көрсетуі бойынша, дүние жүзінде ауыл шаруашылығында қолданылатын агрохимиялық заттардың 1/3-ке жуық мөлшері топырақтан жуылып, өзендерге, көлдерге, теңіздерге түседі. Осы заттардың құрамындағы фосфор қосылыстарының болуы көк жасыл балдырлардың гүлдеуіне және органикалық заттардың жиналуына әкеледі. Мұның өзі сол жердің батпаққа айналуына әкеліп соғады. Екіншіден, суға түскен улы химиялық заттар теңіз жануарларына да әсерін тигізеді. Мұның өзі теңіздердегі бағалы балықтардың жойылуына әкеліп соғады.

Ауыл шаруашылығында улы химиялық заттарды шамадан тыс артық қолдану адам денсаулығына зиянын әкеледі. Қазіргі кезде көптеген ірі өнеркәсіптер орналасқан аймақтың топырағында адам денсаулығына зиянды қорғасын, сынап, фтор, марганец және т.б. заттардың өте көп мөлшерде кездесетіні анықталған. Улы химиялық заттармен ластанған топырақтың бәрі, көбінесе қоршаған ортаның жағдайларына төзімді түрлі зиянды жәндіктерге қарсы қолданылатын ДДТ-мен (дихлор-дифенол-трихлорэтан) уланады. Бұл зат судың, желдің әсеріне төзімді, сондықтан топырақта ондаған жылдар бойы



сақталады. Осы зат топырақта, суда, тағамда, тіптен ананың сүтінен де табылған. Осыған қарап түрлі улы химикаттардың қандай қауіпті екендігі түсінікті нәрсе. Сондықтан кейінгі кезде бұл химиялық затты қолдануға тыйым салынған. Хлорорганикалық пестицидтер жоғары температура әсеріне өте төзімді, суда мүлде ерімейді, сондықтан тағамдық азық-түліктен оны жою өте қиын, тіпті кейде мүмкін емес. Қазіргі кезде қолданылып жүрген пестицидтерден ең қауіптісі—севин (инсектицид-дақылдарды және жануарларды бүлдіретін арам шөптер мен паразиттерге қарсы), цирам (фунгицид-жүзімнің саңырауқұлақпен ауруына қарсы), ТМТД (тетраметилтиурамдисульфид). Олар жоғарғы температураға өте төзімді. ТМТД-мен және цираммен ластанған азық-түліктерді тағамға пайдалануға болмайды.

Ауыл шаруашылығында улы химикаттарды қолданғанда белгілі бір норманы сақтап қолданады.

Егілген егіннен мол өнім алу үшін топырақта өсімдіктерге қажетті минералды және органикалық заттар жеткілікті болуы шарт. Әдетте, топырақтың қай жерде орналасуына және басқа табиғи жағдайларға қарай, оның құрамында өсімдіктер тіршілігіне қажетті қоректік заттар мөлшері азды-көпті кездеседі. Бірақ қоректік заттардың қоры шексіз емес, олар жыл сайын егілетін өсімдіктердің өсіп жетілуінен, түскен өніміне қарай жұмсалып, белгілі мөлшерде кеміп отырады. Егістік жерден тұрақты әрі жоғары өнім алғымыз келсе, онда қосымша тыңайтқыштар енгізу қажет. Егістікке тыңайтқыштарды топырақтағы минералды және органикалық заттардың мөлшеріне, егілген егіндердің физиологиялық ерекшеліктеріне қарап пайдаланады. Бұл жөнінде республикамыздың барлық облыстарында жұмыс істейтін агрохимиялық зертханалардың маңызы зор. Бұл зертханалардың қызметкерлері облыстардағы барлық совхоздарда егіс танаптарының агрохимиялық картограммаларын жасап, әрбір шаруашылық басшыларына қай жерде қандай тыңайтқыш және қандай мөлшерде енгізу туралы ұсыныстар береді.

Қазіргі уақытта егіншілікте пайдаланылатын тыңайтқыштар бірнеше топқа бөлінеді. Олар –минералды, органикалық, микротыңайтқыштар, жасыл тыңайтқыштар және бактериялы тыңайтқыштар. Минералды тыңайтқыштарға: азот (аммиак



селитрасы, мочеви́на), фосфор (қос суперфосфат, фосфорит ұны), калий (хлорлы калий) тыңайтқыштары жатады. Органикалық тыңайтқыштардың көп тараған түріне: малдың қиы, құс саңғырығы, шымтезек жатады. Органикалық тыңайтқыштар күрделі тыңайтқыштарға жатады. Себебі, оның құрамында органикалық заттардан басқа азды-көпті минералды заттар кездеседі. Бактериялы тыңайтқыштар өзінің атына сай тірі бактериядан тұрады. Оның себебі, жоғарыда айтқанымыздай топырақ тұзу процесіне, оның құнарлығына микроорганизмдердің, оның ішінде бактериялардың маңызы зор. Тіпті кейбір бактериялардың түрлері бұршақ тұқымдас-тардың тамырында түйіртпекті болып өсіп, ауадан бос азотты өз денесіне жинап, топырақтың тыңаюына қолғабыс тигізеді. Топырақ құрамындағы органикалық заттарды ыдыратып, оны өсімдіктер үшін сіңімді қоректік заттарға айналдыратын да осы микроорганизмдер. Табиғи жағдайда топырақ микроорганизмдері өзінше өсе бермейді. Осы жағдайларды күшейту үшін топыраққа бактериялы препараттардың ішінен *нитрагин*, *азобактерин* мен *фосфобактерин* енгізіледі.

Қорыта келгенде, егістік жерлерге тыңайтқыштар енгізу мәселесі оңай емес, оны өте ұқыпты және орынды, қажетті мөлшермен пайдалану керек.





## VIII Т А Р А У

### ЖЕР МОНИТОРИНГІ

#### 8.1 «Жер» түсінігінің көп мәнділігі

Әдетте, кейде ғылыми сананың өзінде табиғат, қоршаған орта, географиялық орта, геосфера, Жердің географиялық қабаты, Жер, жер ресурстары түсініктеріарасындағы айырмашылықты анықтау қиын. Қоршаған ортаның мониторингі деп, әдетте ландшафт ортасының мониторингі түсіндіріледі.

Орыс тілінде де, қазақ тілінде де «жер» түсінігінің алты мағыналық терминологиялық санаты бар (1995).

1) ономастикалық санат – «Жер» ғаламшардың аспан денесінің аты ретінде;

2) аумақтық-ономастикалық санат – құрлықтың, аумақтың атауы (Сән королевасының Жері, Элсуэрт Жері, Жаңа Жер, Отты Жер);

3) объектік–жеке санат – менің жерім, бөтен жер, туған жер, номадтар жері, индеецтер жері;

4) саяси-әкімшілік санат – кейбір мемлекеттердің мемлекеттік-аумақтық түзілімдері, мысалы, Германия мен Австрияда: Төменгі Саксония Жері, Гессен Жері, Саар Жері, Бавария Жері және т.б.;

5) табиғи санат – а) «жер» құрлық ретінде: аралдар, архипелагтар, материктер, яғни жер беті – су беті деп қарама-қарсы кою; б) жер «Жертану» курсында оқылатын геосфераның табиғи немесе жасанды ландшафты қабықшасы; в) жер топырақ ретінде;

б) әлеуметтік-экономикалық санат – ауыл шаруашылық өндірісінде басты құрал болып, сондай-ақ кез келген мемлекеттің халық шаруашылығының барлық салаларын орналастыру үшін негіз болып табылатын ауыл шаруашылық және басқа жерлер.

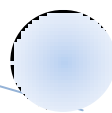
Құрлық беті бұл жерде тұтынушылардың құндылығына ие «жер» ретінде, әлеуметтік-экономикалық қатынастың құралы және негізі ретінде, шаруашылық объектісі ретінде көрінеді. «Жердің» әлеуметтік-экономикалық санаты, жер беті және



негізінен өнімділігі жоғары жерлер адамдардың тіршілік құралы, тұтатын орны, қоғамдық байлықтың көзі және кез келген мемлекеттің негізі болады, болды және бола бермек. Сондықтан жер ресурстарының мониторингісін жүргізу қажеттігі барлық мемлекеттердегі барлық үкіметтермен танылады. N491 1992 жылдың 15 шілдесіндегі Ресей Федерациясы үкіметінің және «Жер мониторингі туралы Ережелерді» бекіту туралы N979 1993 жылдың 30 қыркүйегіндегі Қазақстан Республикасының Қаулылары, осы мемлекеттердің мониторинг жүргізуге тиісті бюджеттік қаржы бөлуі «жер» түсінігінің көп мәнділігімен байланысты түрлі саладағы ұйымдарда қолдау тапты.

Алайда аталған қаулыларда Жер мониторингі емес, атап айтқанда әлеуметтік-экономикалық санаттағы «жерлер» мониторингі жүргізіледі деп қарастырылады. «Жердің» әлеуметтік-экономикалық санаты жерге орналастыру ғылымының әдістемелік негізі болып табылады. Жер қатынасы мен жерге орналастыру комитеті өз бөлімшелерімен бірге мемлекеттің жер қорына сандық және сапалық есеп жүргізеді. Мақсатқа сай жер қоры жерді пайдаланушылардың жеті санатының арасына үлестірілген: ауылшаруашылық мақсатындағы жерлер, елді мекен жерлері (қалалар, жұмысшы поселкалары мен ауылдағы елді мекендер), өнеркәсіптік жерлер, көлік, байланыс, қорғаныс және басқа мақсаттағы жерлер, табиғи қорғалатын жерлер, сауықтыру рекреациялық және тарихи-мәдени мақсаттағы жерлер, орман қоры жерлері, жайылым жерлері. Осы санаттардың әрқайсысында суарылатын және суарылмайтын егістік жерлер, жайылымдар, пішендік жерлер, көп жылдық екпе ағаштар, жидектіктер, бақшалар, саяжай учаскелері, үй іргесіндегі жерлер мен қызметтік жерлер, арналар, дамбалар, гидротехникалық ғимараттар астындағы жерлер, су астындағы жерлер, жол астындағы жерлер, қоғамдық аулалардағы, көшелердегі, алаңдардағы жерлер, бүлінген жерлер, батпақтар, сайлар және т.б. жерлердің түрлері бар.

*Қоршаған орта мониторингінің алғышарттары.* Өндірістің дамуы табиғи қорлардың азаюына қосымша, қоршаған ортаның ластануы сияқты жаңа проблема ала келді. Өндірістен шығатын керексіз заттармен алдымен топырақ, ауа, су



қоймалары ластанады. Бұл ластану жағымсыз әсер етіп қана қоймай, адам баласының денсаулығына да қауіп төндіреді. Жиырма бірінші ғасырға дейін адам баласының табиғатқа әсері жер шарының әр түкпірінде өзінше қажетіне қарай әр түрлі жүргізілген болса, қазір ол бүкіл планетаны қамтып отыр.

Табиғи және антропогендік әрекеттердің әсерінен биосфера жағдайы өзгертіндігі белгілі. Табиғи факторларға қарағанда антропогендік факторлардың әсерінен биосфераның өзгеруі өте тез жүреді. Сол себепті соңғы жылдары биосфераның кейбір элементтеріндегі болған өзгерістер мыңдаған, тіпті миллиондаған жылдарда өткен кейбір табиғи өзгерістерге тең келеді.

Адам табиғаттың барлық компоненттерін азды-көпті дәрежеде пайдалануда. Тарихи қалыптасудың нәтижесінде жер планетасы тау-кен өндірісімен, қала салумен, ауыл шаруашылығымен және басқа әрекеттерге байланысты жер бедері елеулі өзгерістерге ұшырады. Жер шарындағы халық санының өсуі, өнеркәсіптің жаппай дамуы табиғатқа тигізетін әсер ауқымын кеңейтіп, пайдалы қазбаларды пайдалануды ұлғайтты және қоршаған ортаға үнемі керексіз қалдықтарды тастаумен аяқталады. Осы қалдықтардың кейбір бөлігі ыдырап, биосфераны ластайды. Ыдырамаған компоненттері екінші реттік қалдықтардың (пластмассалар, бөтелкелер, құрылыс қоқыстары ж.т.б.) бөлігін құрайды, яғни қоршаған ортаны химиялық, физикалық жолдармен ластайды.

Мұның бәрі энергетикалық, минералды-шикізаттық ресурстар, азық-түліктік және экологиялық сияқты өзекті проблеманы тудырды. Бұл проблемалар экологиялық, философиялық, ғылыми-техникалық және басқа қырлардағы қалыптасқан жағдайларды түсінуді талап етеді. Бұл жағдайдағы ең бастысы - экологиялық проблемаларды шешудің саяси және басқару қажеттігі.

Көптеген ғалымдар, халықаралық және үкіметаралық ұйымдар қоршаған ортаны оңтайлау үшін мониторингінің аймақтық жүйесіне сүйенетін ғаламдық мониторингіті ұйымдастыру қажет деп санайды.

БҰҰ бағдарламасының шешімдерінде 1975 жылы қоршаған орта бойынша мониторингінің ғаламдық жүйесі бекітілді. Оған өзара байланысқан бес жүйе тармағы: климатты зерттеу,



ластаушы заттардың алыстан келіп түсуі, қоршаған ортаның, мұхиттың және құрлықтың жаңартылған ресурстарының гигиеналық аспектілері кіреді. Соңғы жылдары «мониторинг» түсінігі қоғамдық санаға кең түрде енгені соншалықты, тіптен «әлеуметтік» немесе «экономикалық мониторинг» деген сөздер әдеттегі сөздерге айналды.

Мониторинг деп табиғи ортаның компоненттерін басқару стратегиясы бойынша болжам және нұсқаулар жасау, қалыптасқан жағдайларды бағалау және бақылау түсініледі. Қоршаған ортаны саналы түрде басқару, оның сапасын бағалау және ықтимал өзгерістерді болжамдау үшін қажетті параметрлерді өлшеу, мақсатқа сай қосалқы бақылаулар жүргізу, оның жағдайын жүйелі түрде қадағалаған жағдайда ғана мүмкін болады. Мониторингінің мақсаты – қоршаған ортаның жағдайын басқару үшін болжаулар жасау, қадағалау және бақылау, нұсқау және бағалау.

Адамды қоршаған ортаның мониторингі – барлық проблемаларды қарастыру орталығына адам қойылған антропоцентрилік түсінік. Мониторингінің соңғы мақсаты – биологиялық түр ретінде адамзаттың тірі қалуы, яғни осы қызметтің негізіне адам үшін қауіпсіз жағдайдағы қоршаған ортаны сақтау қабылданады. Осыдан келіп адамзат, оның денсаулығына зиян келтіретін және шаруашылық қызметіне зиян келтіретін организмдерді жояды, сонымен қатар бір мезгілде ол биологиялық көптүрлілікті сақтау қажеттігі туралы мәлімдейді.

Адамды қоршаған орта – көп жинақты және көп өлшемді. Осыдан келіп қоршаған ортаның мониторингісінің жалпы жүйесін деңгейлерге, бағыттарға, блоктарға, масштабтарға бөле отырып және мониторинг құру қағидаларын негіздей отырып көруге болады.

## **8.2 Мониторинг деңгейлері**

Мониторинг түрлі таксономиялық қатарлар жүйесіне иерархиялық бағынышты жинағы ретінде қоршаған ортаға көзқарас негізінде толық түрде жүзеге асырылуы мүмкін.

Ең жоғарғы деңгей – Галактикада, Күн жүйесінде және жерге жақын космос кеңістігінде өтетін космостық қатардағы



процестер мен құбылыстар. Күн Жерді энергиямен негізгі жабдықтаушы болып табылады. Алайда космолог ғалымдар Күннің өзінің жарық беруі галактикалық құбылыстар мен процестердің себебінен болатын тұрақсыз шама деп санайды. Күн Галактиканың ортасында айнала отырып, Күн энергетикасына әсер ететін бірқатар аймақтардан өтуі мүмкін. Бұл өз кезегінде жер процестеріне әсер етеді. Бірқатар ғалымдар Жердегі мұздану кезеңдерін Галактиканың ортасын айналған кезде Күннің жарығының төмендеуімен байланыстырады. Одан басқа жердің геомагниттік өрісінің инверсиясын, вулканизм мен Жердегі түрлердің апаттық жойылуын жаңа жұлдыздардың жарылуы және жерге ірі аспан денелерінің түсуі сияқты космостық сипаттағы құбылыстармен байланыстырады.

Тек Күн жүйесінде астрономдар әрқайсысының диаметрі бір километрден кем болмайтын 400-ден астам астероидтарды санайды. Жыл сайын олардың ішінен кем дегенде жиырма-масының траекториясы Жер территориясымен қиылысады. Шамамен 65 миллион жыл бұрын Мексика аумағына диаметрі 9 километр мөлшердегі ірі аспан денесі құлады. Осы таудың құлауы бүкіл ғаламшарлық экологиялық апатты және биологиялық басымдық көрсететін түр ретінде динозаврлар, сондай-ақ сүтқоректілер эволюциясы үшін экологиялық деңгейді босата отырып, салмағы 20 кг-нан астам басқа жануарлардың өлуіне әкелді. Планетолог ғалымдар барлық ірі геологиялық катаклизмдер нәтижесінде ғылымға белгілі Жер бетін мекендейтіндердің 90 пайызынан астамының жойылып кетуі ірі астероидтардың жермен соқтығысуынан туындаған деген сенімде. 1993 жылғы деректер бойынша Жерден 500-ден 1000 км дейінгі қашықтықта космостық навигацияларға қауіп төндіретін 3,5 млн бірлікке дейінгі жасанды қалдықтар айналып жүр. Зымырандардың пайдаланылған сатылары, «жұмысын тоқтатқан» спутниктер, жоғалған бұрандалар сағатына 30 мың км жылдамдықпен қозғалуда. Олармен қақтығысып қалу космонавтар үшін апат болып табылады.

*Геосфера мен биосфераның құрылымы.* Жер ғаламшарының немесе геосфераның мынадай: газтәрізді атмосфера, сұйық гидросфера, қатты литосфера, тұтқыр және балқыған мантия, Жердің қызған металл ядросы сияқты негізгі құрамдас



компоненттері бар. Жер сфераларын бөлудің осындай жолы геосферада тірі организмдердің барын ескермейтін материяның агрегаттық жағдайынан шығатын геоцентрлік болып табылады.

Биоцентрлік ұстанымға, яғни тірі организмдердің барлығы туралы көзқарастан нағыз биосфераға немесе эубиосфераға біріктірілген аэроббиосфера, гидробиосфера бөлініп шығады. Одан басқа теллуриобиосфера, гипобиосфера, метабиосфера, мегабиосфера, парабиосфера, артебиосфера, панбиосфера және басқалар сияқты бірқатар түсініктер бар (Реймерс, 1990).

«Артебиосфера» түсінігін ерекше атап өту керек, ол жерге жақын кеңістіктегі биосфералық колонизация қабаты, яғни Жердің жасанды серіктері ұшатын қабаты және соған байланысты Американың «Вояджері» Күн жүйесінен тыс ұшып шыққан болса, онда артебиосфераға бүкіл Күн жүйесін енгізуге болады. Міне, сонымен биоцентрлік жол Жер сфераларын бөлудің геоцентрлік жолымен сәйкес келмейді.

### **8.3 Мониторингінің көптүрлілігі**

Мониторинг объектілері көп түрлі және көп қырлы. Мысалы, өсімдік қоршаған ортаның негізгі компоненттерінің бірі болып табылады. Ландшафт зерттеушілері мен экологтар өсімдікті геожүйе мен экожүйенің компоненті ретінде, ботаник флористер өз әдістерімен өсімдікті белгілі аумақтың флорасының элементі ретінде, геоботаниктер өсімдіктің құрамды элементі ретінде бағалап, қадағалап, бақылайды және зерттейді. Орманшылар мен ағаш кесушілер – орман компоненті ретінде, агрономдар, зоотехниктер, қойшылар, балшылар – жайылым мен пішендік жердің компоненті ретінде, дәрілік шикізаттың қорын анықтау мақсатында фармакологтар өсімдікті бағалап, қадағалап, бақылайды және зерттейді. Міне, сөйтіп, мониторингке көзқарастың өзі әдістемелік жағынан да, әдісі жағынан да әр түрлі. Өзінің дербес және бір-біріне байланыссыз мақсаттары, міндеттері мен әдістері бар түрлі ведомствалар мен ұйымдарды сәйкес келмейтін шараларын біріктіру мүмкін емес.

*Қоршаған ортаны басқару*– бақылау, бағалау, қадағалау, болжау сияқты барлық өзгерістер жүйесін орындау. Басқарудың



өзі ғылыми білімнің, ғылыми теорияның деңгейін, әдістерді және тиісті құралдарды жетілдіру жағдайына байланысты. Белгілі эколог И.П.Герасимов (1995) мониторингінің үш сатылы жүйесін ұсынды: *биосфералық (ғаламдық), биоэкологиялық (санитарлық) және геоэкологиялық (табиғи-шаруашылық)*. Қоршаған ортаның мониторинг жүйесі алты блокқа бөлінеді: геосфералық, биосфералық, биоэкологиялық, геоэкологиялық, санитарлық-гигиеналық және табиғи-шаруашылық.

*Геосфералық мониторинг* мантияның конвекциясы, плиталардың мобилизмі және тектоникасы, вулканизм процесі, Жердің зат айналымы, Жердің геомагниттік өрісінің инверсиясы және полюстерінің алмасу сипаты, Жердің геофизикалық және геоморфологиялық параметрлері, Әлемдік мұхиттың және құрлықтың жалпы жағдайы сияқты Күн жүйесінің аспан денесі ретіндегі Жер компоненттерін құраушылардың динамика процесін анықтайды.

*Биосфералық мониторинг* зат айналымын, ғаламдық су және атмосфера айналымын, ғаламдық биоөнімділікті, озон қабатындағы озонның мөлшерін, атмосферадағы оттегі мен көміртегінің қос тотығының мөлшерін сипаттайтын ғаламдық процестер мен құбылыстарды анықтайды. Биосфералық мониторингінің негізгі мақсаты – биосфераны біртіндеп биосфераның даму және қызмет етуінің танылған заңдарына сәйкес бүкіл адамзаттың мүддесі үшін адамдар өз қызметін бақылайтын және ұйымдастыратын ноосфераға (ақыл сферасы) айналдыру.

*Биоэкологиялық мониторинг* – биотаның жалпы жағдайы, аумақтық және жергілікті деңгейдегі оның түрінің сан алуандылығы, адамның биотаға әсері, ластаушы заттардың жиналу сипаты және ластаушы әрекетке биотаның жауабы. Биоэкологиялық мониторингтің негізгі мақсаты – ластанудың трофикалық тізбек бойынша адамға берілу мүмкіндігін анықтау.

*Санитарлық-гигиеналық мониторингінің* негізгі мақсаты – адам денсаулығы. Санитарлық-гигиеналық мониторинг адамның мекен ету ортасының, оның тамақ өнімдерінің адам үшін қауіпсіз санитарлық-гигиеналық жағдайын анықтайды, сондай-ақ адам-заттың генетикалық өзгерістеріне бақылау жасайды.



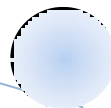


*Геоэкологиялық мониторинг* – физико-географиялық ортаның, ландшафтық сфераның жағдайының аймақтық ерекшеліктерін анықтайды және олардың табиғи-техникалық геожүйеге айналу сипатын: жер бедерінің, сейсмикалығын, гидрографиялық желісін, климаттық жағдайды қадағалау; ресурсты қайта жаңғырту, орта түзу, табиғат қорғау сияқты геожүйенің негізгі қызметтерін өзгерту және трансформациялау. Геоэкологиялық мониторингінің негізгі мақсаты – адамның тіршілік етуі және ландшафтық сфераның шығару қабілетін кеңейту үшін әлеуметтік және экологиялық қауіпсіз жағдайда ландшафт ортасын пайдалану, қорғау және қолдау әдістерін жасау.

*Табиғи-шаруашылық мониторингінің* негізгі мақсаты – қоғамның әлеуметтік-экономикалық дамуына, өндірістің экологиясына және техникалық жабдықталуына байланысты барлық ресурстарды есепке алу және оларды тиімді пайдалануды жоспарлау негізінде табиғатты пайдалануды оңтайлау. Табиғи-шаруашылық мониторингі аймақ, мемлекет, әкімшілік-саяси түзілімдер мен ведомствалар бойынша табиғи ресурстардың (отын-энергетикалық, минералды, орман, жер, су, кәсіптік, азық-түліктік және тағы басқа) жағдайын анықтайды.

### **Мониторинг бағыты**

Қоршаған ортаның қандай да болмасын объектісінің мониторингін жүргізу үшін сол объектіге қадағалау мен бақылау жүргізудің қажеттігіне ғылыми негіздеме керек. Мәселен, атмосфералық озон проблемасы Жер бетіндегі тіршілік үшін, ең алдымен оның адамға әсері үшін озон қабатының рөлі мен маңызы анықталғаннан кейін анықталып, ғылыми проблема ретінде қойылды. Содан соң озонның бұзылу себептері, озон қабатының қалыңдығын өлшеу әдістерін жетілдіру бойынша жұмыстар басталды. Өлшеу аппаратурасын жетілдіру, атмосферадағы озон қабатының қалыңдығының өзгергіштігі мен тұрақтылығын өлшеу нәтижесінде зерттеулер жүргізіле басталды және өнеркәсіп жоқ, адамдар тұрмайтын және қоршаған ортаға әсер етпейтін Антарктидада озон «тесігі» табылды. Алайда, егер адамзаттың тіршілік етуінде атмосфералық озонның рөлі мен маңызы туралы әлемдік бірлестік хабардар болмаса, осы жұмыстар мен барлық зерттеу жұмыстары қаржыландырылып, басталмас еді.



Міне, сөйтіп озон тесігі проблемасын мысалға ала отырып, қоршаған ортаның мониторингісінің бір-бірімен өзара байланысқан және бір-бірінен өзгеше ғылыми-әдістемелік, әдістемелік-қолданбалы, қолданбалы және ақпараттық-техникалық бірнеше бағыттары бар деген қорытындыға келуге болады.

*Мониторингінің ғылыми-әдістемелік бағыты* қоршаған ортаның жағдайын бақылау, бағалау, салыстыру, болжау және зерттеу әдістерін жүргізеді және негіздейді.

*Әдістемелік-қолданбалы бағыт* зерттелетін объектінің сандық және сапалық сипаттамаларын анықтайды, яғни қоршаған ортаның объектілерінің жағдайына инвентаризация жүргізеді, нақты зерттеу, бақылау, қадағалау, бағалау әдістерін жүргізеді.

*Мониторингінің қолданбалы бағыты* қоршаған орта объектілерінің жағдайын анықтап, қоршаған ортаны басқару бойынша нұсқаулар жасап, осы жағдайларға бақылау, бағалау жүргізе отырып, ықтимал өзгерістерге болжам жасайды.

*Ақпараттық-техникалық бағыт* мониторингі бойынша қызметтің барлық түрлерінің деректерін өңдеу, сақтау және жүйелеудің осы ақпаратты, әсіресе, адамзатқа кері әсері болуы мүмкін қоршаған ортаның жағдайының өзгерістері жайлы тез арада алуға және таратуға жағдай жасайтындай жүйені құруды болжайды.

## 8.4 Мониторинг жүйесін құру принциптері

Мониторингінің тиімділігін қамтамасыз ету үшін оны құру бірқатар негізін салушы құрылымдарға, принциптерге негізделуге тиіс (1991). Олардың негізгілері: *кешенділік, жүйелілік, сатылы бағыныштылық, автономдық, сер-пінділік, оңтайлылық.*

1. *Кешенділік.* Табиғатта барлығы бір-бірімен байланысты кез келген материалдық объект, процесс немесе құбылыс басқа объектілермен және түрлі факторлармен байланысты. Сондықтан қандай да болмасын объектінің мониторингі автономды жүйе сияқты емес, басқа объектілермен, құбылыстармен және процестермен жиынтықта қаралуға тиіс. Бұл осы объектіні басқару процесінің бағалау және жобалау



ақпаратынан қоршаған ортаның барлық объектілерін басқару процесіне өтуін қамтамасыз етеді.

2. *Жүйелілік.* Бұл аспектіде мониторинг түрлі бағыттар бойынша (ғылыми-әдістемелік, әдістеме-қолданбалылық, қолданбалылық, техникалық-ақпараттық) әр түрлі қызмет пен шаралар (қадағалау, бақылау, бағалау және болжау) түрлерінің жүйесі ретінде қарастырылады. Уақыт пен кеңістіктегі қызметтің барлық түрлерін бір мезгілде үйлестіру ортақ мақсатқа жетуге, яғни барлық тұтынушыларды толығырақ және жедел қажетті ақпаратпен қамтамасыз етуге әкеледі.

3. *Сатылы бағыныштылық.* Кез келген процестер, объектілер және құбылыстар төменгі дәрежедегі объектілер кіретін жоғарғы дәрежедегі объектілердің жинағы ретінде дами алады. Сатылы бағыныштылық мониторингі төменгі дәрежедегі жүйе тармағының қызмет істеу мақсаты жоғары дәрежелі жүйе тармақтарының міндеттеріне бағыныштылығы және жүйе тармақтарының өзара әрекеті қамтамасыз етілетін бағыныштылық жүйесі түрінде құруды көздейді.

4. *Автономдық.* Бағыныштылықтың кез келген деңгейінде мониторинг сол деңгейдегі объектіні, құбылысты немесе процесті басқару проблемасын шешетін және оңтайлылықтың дербес критерийіне ие, яғни бағыныштылықтың сол деңгейінде объектіні, процесті және құбылысты басқару проблемасын шешу мүмкіндігіне ие дербес жүйе ретінде қарастырылады.

5. *Серпінділік.* Мониторинг жүйесі –үнемі дамып отыратын жүйе. Даму процесінде жүйенің құрылымы және әдістік негізі, шешілетін міндеттердің құрамы мен тізбесі, мониторингке қолданылатын техникалық құралдар, нормативтік ақпаратты құру, жанарту және пайдалану әдістері жетілдіріледі.

6. *Оңтайлылық.* Мониторинг жүйесін құру және пайдаланудың экологиялық және экономикалық тиімділігін жорамалдайтын ең маңызды бөлігі.

Қорыта келгенде, қоршаған ортаның мониторингі бағыттар, құбылыстар, деңгейлер, блоктар, объектілер, әдістер, процестер және масштабтар бойынша жүргізіледі. Есепке алу үшін барлық түрлер мониторингінің бірегей жүйесіне біріктірілуі мүмкін емес, тіптен түрлі ведомствалардың әдістерін, міндеттерін және мақсаттарын бір блокқа біріктірудің өзі мүмкін емес. Құрамды



бөлігімен жер мониторингі геосфералық, биосфералық, био-экологиялық, геоэкологиялық, табиғи-шаруашылық, санитарлық-гигиеналық болып алты блокқа бөлінетін Жер мониторингінің жүйесіндегі табиғи-шаруашылық мониторингінің блогына кіреді. Қоғам мен ғылыми-техникалық прогрестің дамуы нәтижесінде адамзат топырақтың құнарын арттыру жолында жаңа бетбұрыс жасауға кірісті.

*Объектілерді, құбылыстарды және процестерді мониторингілеудің аумақтық қамту масштабы.* Табиғи құбылыстар, процестер және объектілер үшін мониторингінің аумақтық қамтуының негізгі критерийі осы табиғи феноменнің нақты немесе шартты түрде анықталған шекарасы болып табылады. Сондықтан мониторингінің қамту масштабы мынадай өлшемдік деңгейлерге: ғаламдық, аймақтық, топологиялық (ландшафтық), биогеоценодикалық, жергілікті (фациалдық), парцеллярлық (Виноградов) сәйкес келуі мүмкін.

Әлеуметтік-экономикалық құбылыстар, процестер және объектілер үшін мониторингінің аумақтық қамтуының негізгі критерийі әкімшілік-аумақтық немесе шаруашылық бөлумен заңды белгіленген шекаралар болып табылады. Мұның өзі әлеуметтік-экономикалық құбылыстар мен феномендер табиғиға карағанда әкімшілік заңдармен реттелуімен байланысты болады. Мысалы, тіптен бір федерацияның (Ресей немесе ФРГ) өзіндегі екі қатар орналасқан әкімшілік бірліктегі қандай да болмасын табиғи ресурсты пайдалану немесе жерді пайдалануды реттейтін заңдар әр түрлі болуы мүмкін. Сондықтан тек әкімшілік шекарасымен ғана бөлінген бірдей егістікті, жайылымдықты немесе орманды пайдалану сипаты әр түрлі болады. Осыған байланысты осы аспектідегі мониторингінің қамту масштабы федерация немесе мемлекет, өлке немесе облыс, аудан, жерді пайдалану, жерді пайдалану учаскесі болады.

Қазақстан Республикасының жер мониторингіне қатысты мониторингінің аумақтық қамту масштабына мыналарды: республикалық, облыс аралық, облыстық, аудан аралық, шаруашылық аралық, шаруашылық ішілік және учаскелікті ұсынуға болады.



## ІХ Т А Р А У

### ЖАНУАРЛАР ЭКОЛОГИЯСЫ

#### 9.1 Жануарлар экологиясының ғылым ретінде қалыптасу кезеңдері

*Жануарлар экологиясы*—жануарлардың мінез-құлқының биологиялық заңдылығын зерттейтін ғылым саласы. Мінез-құлық деп жануарлардың тіршілік ету ортасымен қарым-қатынасын қамтамасыз етуге бағытталған күрделі қимыл-әрекетінің жиынтығын айтады.



Николаас «Нико»  
Тинберген (1907-1988)

Конрад Цахариас  
Лоренц (1903-1989)

Экология ғылым саласы ретінде 1930-50 жж. аралығында австриялық К.Лоренц пен голландық Н.Тинбергеннің зерттеулері нәтижесінде қалыптасты. Экология зоологиялық және эволюциялық ілім ретінде қалыптасып, физиология, экология және генетикамен тығыз байланыс түзді. Экология негізінен табиғи, туа біткен мінез-құлықтар мен инстинктерді, олардың эволюциялық дамуын зерттейді және жануарлардың күрделі мінез-құлықтарын сыртқы ортамен әрекеттесуінің бейнесі ретінде қарайды. Экология мінез-құлықтың іштен туа біткен элементтерін зерттеп, организмнің түрлі реакцияларының сыртқы көрінісін анықтайды. Ал, физиология ғылымы болса, жануарлардың мінез-құлқы мен іс-әрекетін қамтамасыз ететін орталық жүйке жүйесінің нервтік механизмдерін зерттейді. Осымен байланысты экология мен физиология бірін-бірі толықтырып, мінез-құлықтың

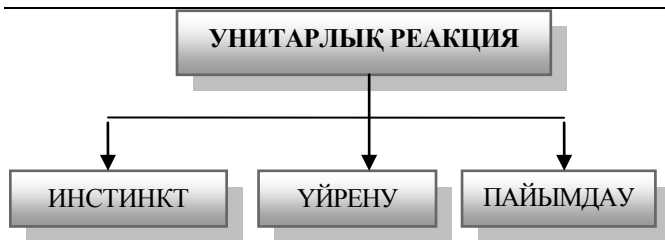
туа біткен және жүре пайда болған формаларының нақты нервтік және гуморальдық механизмдерін анықтайды.

Жануарлардың мінез-құлқы қоршаған орта жағдайына сәйкес қалыптасады. Бірақ, мінез-құлықтың шығу тегі мен қалыптасуы және оның жеке элементтері (паттерн) онтогенездік даму барысында әр түрдің өкілдерінде түрліше қалыптасып, дамуы мүмкін. Дегенмен, дайын күйіндегі мінез-құлықтық рефлексстердің кейбір элементтері іштен туады. Мұның тіршілік үшін маңызы зор. Өйткені ондай дайын рефлексстер болмаса, дүниеге жаңа келген жануарлардың балалары мен жұмыртқадан енді жарып шыққан құс балапандарының тіршілікетулері қиынға соққан болар еді. Мысалы, кез-келген жануарлардың балалары туыла салысымен емшек емуге әрекет жасайды немесе төнген қауіптен жасырына біледі.



Осы тәріздес іштен туған мінез-құлықтық рефлексстер жануарлардың одан арғы дамуы барысында өзгерістерге ұшырап, күрделене түседі. Бұл өзгерістер мидың, эндокриндік жүйелер мен шартты рефлексстердің қалыптасып, олардың даму процестерімен тығыз байланысты. Мінез-құлықтың осындай күрделі түрлеріне сипаттама беру мақсатында Крушинский (1960) "Унитарлық (бірыңғай) реакция" және "мінез-құлықтың биологиялық формалары" секілді екі түсініктеме ұсынды.

Унитарлық (бірыңғай) реакция шартты және шартсыз рефлексстердің бірігуі негізінде қалыптасатын мінез-құлықтың біртұтас актісі. Бұл акт жеке-дара бейімделу әрекетін қамтамасыз етеді. Ол қалыптасқан белгілі бір үлгімен орындалады. Унитарлық реакция үш компоненттен тұрады:



70-сурет. Унитарлық реакцияның үш компоненті

Бұлардың үлестік арақатынастары әртүрлі болады. Олардың ішінде шартсыз рефлексстер ұрпақ бойы жинақталған тәжірибені пайдалануды, ал үйрену мен пайымдау әрекеті организмнің нақты жағдайдағы ең тиімді реакциясын қамтамасыз етеді. Аталған көп әктілі мінез-құлық организмнің биологиялық қажеттілігі мен мұқтажын өтеуге бағытталған.

Жануарлардың мінез-құлығы –

*туа біткен инстинкт*



жүре пайда болған



болып екі топқа бөлінеді.

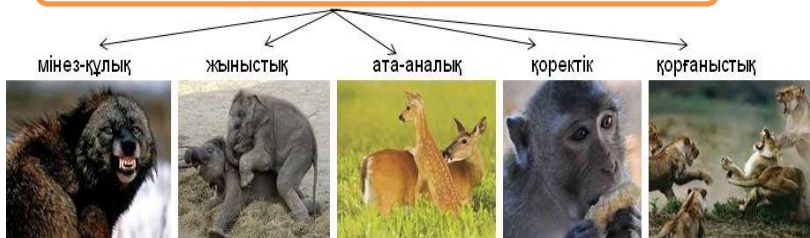
Туа біткен мінез-құлық элементтері тұқым қуалайды, олар ешбір жаттығусыз, үйретусіз-ақ атқарылады. Бейімделу нәтижесіне қарай туа біткен инстинкт болып жіктеледі.

Туа біткен мінез-құлық белгілі бір нақтылы жағдайда атқарылатын күрделі іс-әрекеттің жиынтығы *инстинкт* болып табылады. Физиологиялық тұрғыдан инстинкт генетикалық



құрылыммен тығыз байланысты және сыртқы орта әсерінің ықпалынан тысқары эволюция барысында қалыптасып, нықталған шартсыз рефлексстердің күрделі тізбегі. Бұл күрделі шартсыз рефлексстер (ұя жасау, ойын, қауіптен қорғану т.б.) тек жекеленген рефлекс доғаларынан ғана құралып қоймай, олар біртұтас мінез-құлықтық жиынтық болып табылады. Инстинкт – организмдердің сыртқы және ішкі тітіркендіргіштер өзгерістеріне жауап ретінде, тарихи даму барысында туа пайда болған күрделі мінез-құлықтық әрекеті, ол – сол түрдің нақты тіршілік жағдайларына бейімделу формасы. Сондықтан инстинкт қоршаған ортаның белгілі жағдайларында түрдің сақталуын және дамуын қамтамасыз етеді.

*Бейімделу нәтижесіне қарай туа біткен инстинкт*



Сонымен, жануарларда тарихи даму барысында сыртқы ортаның салыстырмалы тұрақты және мезгіл-мезгіл қайталанып отыратын өзгерістеріне бейімделу нәтижесінде тұқым қуалайтын туа біткен мінез-құлықтық әрекеттер қалыптасады. Осымен қатар қоршаған ортаның құбылмалы, тұрақсыз, өзгермелі жағдайларына бейімделу барысында, жеке-дара даму кезінде қабылдаған, жүре қалыптасқан мінез-құлықтық әрекеттер де пайда болды. Мінез-құлықтың бұл түрі



нәтижесінде пайда болған.

*Үйрену* – тіршілік тәжірибелері жинақтала келіп, жаңа



бейімделушілік реакцияларын қалыптастыруға және тиімсіз реакцияларды жоюға бағытталған күрделі процесс. Үйренудің негізіне мида уақытша байланыстың пайда болу механизмі жатады.

*Дағдылану*—орындалуды қажет ететін іс-әрекет бөліктерінің қайталап жаттығуы нәтижесінде қалыптасатын әдет. Орындалатын қимылдың дағдыға айналуы – кез-келген іс-әрекеттің орындалуының шарты. Дағдының қимыл-қозғалыс, сенсорлық және ой-әрекетіне байланысты түрлері болады. Бұлардың әрқайсысына тән өзіндік ерекшеліктері болуымен қатар, жалпы алғанда дағдылану (саналы, санадан тыс) мидың қызметі болып табылады. Дағды жаттығу негізінде қалыптасады, жаттығу алғашқыда қауырт өрлеп, кейінірек саябырлай бастайды.

*Еліктеу* де дағдының қалыптасуында маңызды орын алады және оның құрамды бөліктерінің бірі. Еліктеу арқылы жануарлар тіршілікте маңызы зор әрекеттерге дағдыланады.

Организмнің мінез-құлқы ең әуелі, өзінің тіршілігі мен түр ерекшелігін сақтауға бағытталған. Мінез-құлықтың туа біткен және жүре пайда болған түрлері белгілі және олардың қалыптасып, нығайып, икемделуінде қоршаған орта әсерінің маңызы зор. Осыған байланысты сүтқоректілердің постнатальдық (лат. post – кейін және natalis – туылғаннан) дамуында кездесетін "қоректену ортасын" үш типке бөлуге болады. Бірінші типке анасының қамқорында ұзақмерзім болатын қалталылар тобы жатады. Олардың балаларының постнатальдық дамуының бастапқы кезеңі анасының қалтасында өтеді. Құр-сақтан шыққан бойда алдыңғы аяғының көмегімен бірден анасының қалтасына барып түседі. Бұл – туылар алдында олардың алдыңғы аяқтарының қимыл-әрекетін реттейтін жүйке талшықтарының миелиндену процесінің толықтай аяқталуымен байланысты.

Осы тәріздес жәйіттерді жарқанаттар әлемінен де байқау қиын емес. Олар балаларын кеудесіне жабыстырып, үнемі өздерімен бірге алып жүреді. Әдетте, қалталылар мен жарқанаттың балалары суық қанды болып туылады, осыған байланысты олардың одан арғы тіршілік әрекеттері толықтай анасының температурасына тәуелділік бағытында өтеді. Аталған жануар-

лар балаларының туа салысымен қалтаға түсуі мен анасының кеудесіне жабысу реакциялары –іштен туылған рефлексдер. Осыған ұқсас мінез-құлықтық реакцияларды гамадриль мен резус-макак тәрізді маймылдар дүниесінен де байқауға болады.

*постнатальдық дамуы анасының қамқорында ұзақ мерзім болатын қалталылар тобы*



*постнатальдық дамуы ін және апан тәрізді арнаулы ұяларда өтетін сүтқоректілер тобы*



Екінші типке постнатальдық дамуы ін және апан тәрізді арнаулы ұяларда өтетін сүтқоректілер тобы (кемірушілер, жыртқыштар, кейбір шөпқоректілер) жатады. Олардың өсіп-даму процестері ұядағы балалары мен анасының арасындағы аса күрделі қатынастарға негізделген. Дамудың одан арғы барысында оларда күрделі рефлексдер қалыптасып, мінез-құлықтары күрделене түседі. Ал, қоян тәрізділердің көжектері толық жетіліп туылады, сондықтан олардың постнатальдық дамуында ұя немесе ін шешуші рөл атқармайды. Қояндарға туыстық жағынан жақын тұрған кроликтер болса, балаларын әлсіз, қызыл-шақа түрінде туатындықтан олардың өсіп, дамуы ұямен тығыз байланысты.

Үшінші типке айыр және жұп тұяқты жануарлардың дамуы жатады. Бұл типке жататын жануарлардың төлдері туыла салысымен-ақ аяқтарынан тік тұрып, бірден емшек еме алады. Олардың есею және "тәрбиелену" ортасы –табиғи географиялық ландшафт. Анасы мен баласы және топтар мен үйірдегі жеке индивидуумдар арасындағы күрделі қарым-қатынастық байланыстар көру және есту анализаторлары арқылы жүзеге

асады. Бұл –импринтинг деп аталатын табиғи құбылыстың негізін қалайды.

жануарлардың төлдері туыла салысымен-ақ аяқтарынан тік тұрып, бірден емшек еме алады

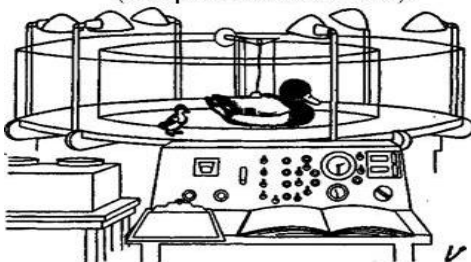


71-сурет. Импринтинг құбылысын бақылау

Импринтинг (есте қалдыру) –үйренудің ерекше түрі. Эмбриональдық дамудың соңғы сатысында организмнің қозғалыс әрекеті мен сыртқы ортаны бағдарлауға қатысты рецепторлары толық қалыптасып үлгіреді. Мұны туа біткен ажыратушылық мінез-құлық деп атайды. Импринтинг құбылысын алғаш рет 1937 жылы К.Лоренц жаңа туылған төлдің немесе жұмыртқадан жаңа шыққан балапанның енесінің артынан ілесу реакцияларын бақылау барысында анықтады (71-сурет).

Осыдан бастап постэмбриональдық реакциялардың нақтылану, арнайыландыру кезеңдері басталып, жануарлардың жекеленген түрлері үшін алғашқы табиғи шартты рефлексстік реакциялар қалыптасады. Импринтинг арқылы жануар өмірінің белгілі бір кезеңінде сыртқы орта объектілерімен байланыс жасап, оның жекеленген элементтеріне арнайы жауап қайтарады. Ал, құстарда сүт ему процесінің болмауына байланысты олардың балапандарының анасымен жанасу реакциялары дамымай қалған. Осыған байланысты олардың өз бетімен жем тауып жеу рефлекстері түрлі экзо және эндогендік факторлармен тығыз байланысты болады, олардың қоршаған орта объектілерін қабылдауда түсі мен пішіні шешуші рөл атқарады.

Үйрек балапанының жасанды  
үйректің артынан ілесуі  
(импринтингке мысал).



Ілесу реакциялары алғашында дараланбаған, жалпылама түрде болады. Сондықтан жас төлдер кез келген қозғалып бара жатқан дененің артынан ілесе береді. Бірақ, уақыт өткен сайын, ажырату реакцияларының пайда болу деңгейіне қарай олар енді өз ата-анасын түсі мен дауысынан ажыратып, үйірге ілесе алатын дәрежеге жетеді.

Бағдарлау реакциясының негізінде шартты рефлексстердің көптеген түрлері қалыптасады. Мысалы, іннен немесе ұядан шығып маңайдағы көріністермен "танысу" барысында жануарлар мен құстарда шартты рефлексстердің оң және қорғаныстық қасиеті бар тежелу формалары пайда болады. Постнатальдық дамудың бастапқы кездерінде қалыптасқан рефлексстер тұрақты келеді және "ойда ұзақ сақталады". Мұның бала тәрбиесіне де қатысы бар.

Тәрбие – адамзат өмірінде өшпес таңба қалдырады. Балалық шақтан қалыптасқан әдеттерді бүтіндей өзгертіп, қайта құру өте қиынға соғады. Осы тұрғыдан алып қарағанда адам мен жануарлар физиологиясы ұқсас деп толық айтуға болады. Тәрбие – ми клеткаларында түзілетін берік, физиологиялық уақытша байланыс, оны түгелдей өзгерту, қайта құру ұзаққа созылатын процесс.

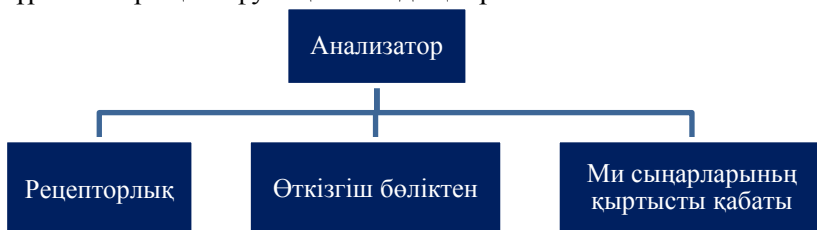
Жүре қалыптасқан мінез-құлықтық әрекеттің ең күрделі түріне инсайт (зеректік) жатады. Инсайт – жануарлар дүниесінде кездесетін ақылды әрекеттердің нышаны. Мысал ретінде жануарлардың қарапайым құралдарды пайдалануы мен кейбір құстардың ірі сүйектерді биіктен тастап, сындыру әрекеттерін келтіруге болады.

жануарлар дүниесінде кездесетін ақылды  
әрекеттердің нышаны



Комфорттық мінез-құлық –жануарлардың өзіне тиімді тіршілік жағдайын туғызуға бағытталған реакциялары. Көбінесе ол дене жылуын реттеу әрекеттерімен байланысты.

Мінез-құлықтың қалыптасуында бағдарлау реакциялары да маңызды рөл атқарады. Бағдарлау реакциясы тітіркендіргіштердің жаңа қасиеттерін, түрткілердің белгілерін ажыратуға, зерттеп тануға бағытталған. Бағдарлау рефлекстері көру, есту және иіс сезу мүшелері арқылы іске асырылады. Жануар өзіне таныс емес ортаға тап болғанда тиісті сезім мүшелері арқылы бөгде көріністерді бағдарлап, соған сәйкес әрекет жасайды. Бағдарлау барысында жануарларда түрлі дағдылар пайда болып, жаңадан бейімделістік мінез-құлықтық әрекеттер қалыптасады. Жануарлар мен адамдардың күрделі мінез-құлықтары сыртқы ситуациялық жағдайлар мен ішкі ағзалардағы өзгерістер туралы ақпараттарды жүйке орталықтарының үнемі хабардар етіп отыруын қажет етеді. Ішкі және сыртқы тітіркендіргіштерді талдайтын арнаулы жүйке аппараттарын И.П.Павлов анализа-торлар деп атады. И.П.Павловтың ілімі бойынша әрбір анализатор үш бөлімнен тұратын бірыңғай функциональдық жүйе:





рецепторлық (шеткі бөлім), өткізгіш бөліктен (жүйкелік жолдан –афференттік нейрондар) және ми сыңарларының қыртысты қабаты (орталық бөлім). Демек, кез келген анализатор сезімтал құрылымнан –рецептордан басталады.

Әрбір анализатор тітіркендіргіштің белгілі бір түрін қабылдауға бейімделген. Рецепторларда сыртқы сигнал энергиясы потенциалдық энергияға айналады да әртүрлі амплитудалы және түрлі тербелісті импульстар коды пайда болады. Одан әрі бұл импульстар жүйке орталығындағы сенсорлық құрылымдарға жеткізіледі де ол жерде талданып, кодтың мазмұны шешіледі, нәтижесінде түйсік пайда болады. Осыған сәйкес организмге әсер ететін сыртқы орта факторларын анализаторлар қабылдап, оларды тиісті сала бойынша жіктейді және қажетіне қарай бағалайды. Нәтижесінде организм мен қоршаған орта арасында қажетті байланыс қалыптасады.

Организм үшін көру анализаторының маңызы зор. Жануарлардың күндіз, іңірде немесе түнде тіршілік етулеріне байланысты жарық олардың тіршілік әрекеттерін активтендіріп немесе тежеп отырады.

Тіршілігі жарықпен байланысты жануарлардың қозғалыс әрекеттері күн сәулесіне тәуелді болса, түнде тіршілік етуге бейімделген организмдердің тіршілік активтілігі қараңғылықпен байланысты. Көру анализаторының тітіркенуінен пайда болатын рефлекторлық реакциялар жануарлардың экологиялық ерекшеліктерімен сабақтас болады.

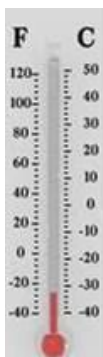
Бұл рефлекторлық реакциялар қалай дамып, онтогенездік процесте қалай байқалады және олардың қайсылары іштен туған немесе туа пайда болған? Мысалы, жаңа туылған, қозғалыссыз жатқан төлді жарық сәулесімен әсер етсе, оған ол жалпы газ алмасу процесін күшейту арқылы жауап қайтарады. Егер оны біраз уақыт бойы үзіліссіз жарық жағдайында ұстап барып, қалыпты жағдайға көшірсе, күн мен түннің ауысуы алғашқыда жалпы газ алмасуына әсер етпейтін болады. Енді оны біраз уақыт қараңғылыққа орналастырғаннан кейін барып жарық пен қараңғылықты кезектірсе, олардың әрқайсысына тиісті жауап қайтарады, яғни жарық жалпы газ алмасуын күшейтсе, қараңғылық –азайтады. Бұдан жарыққа қатысты



іштен туылған реакциялар алғашқы кезеңнің өзінде-ақ шартты рефлексдермен толықтырылып отыратындығын көруге болады.

Маймылдар қауымында жарықпен байланысты рефлексдер тап осы жолмен қалыптасады. Мұндай рефлекторлық реакциялар тыныс алу жүйесін, қозғалыс активтілігін, зат алмасуы мен сыртқа шығару процестерін де қамтиды. Дүниеге жаңа келген жануарлар мен адамдарда кез-келген күрделі рефлексдердің дайын күйіндегі элементтері болады. Кейіннен олардың шартты рефлексдермен бекітілуі нәтижесінде күрделі рефлекторлық жауап реакциясына айналады. Көптеген жануарлардың балалары туыла салысымен-ақ өміріне қауіп төндіретін кейбір ситуациялық жағдайларда реакция қайтара алатыны белгілі. Мысалы, жаңа туылған маймылдың баласын шыңыраудың үстіне ұстаса, құлап кетпес үшін түрлі қорғаныстық қимылдар жасайды. Бұл –бұрын-соңды шартты тітіркендіргіштермен бекітілмеген, дайын күйінде туылған күрделі рефлекторлық элементтік реакция. Аталған реакция тек көру анализаторының тітіркенуі нәтижесінде ғана пайда болатын рефлекс.

Есту анализаторы мен қоршаған ортадағы дыбыстар арасындағы әрекетестіктер мен дыбыстық сигналдарды талдау – жануарлар тіршілігінде елеулі рөл атқарады. Бұл жағдайда арнайы емес жауаптар мен арнайы реакциялар қабаттас, бірге жүреді. Арнайылығы жоқ, жалпылама реакция жануарлардың барлық түрінде кездеседі, дегенмен әрбір түр мен дербес жануарлардың өздеріне ғана тән параметрлері болуы ықтиямал.





Бұлардан басқа, жануарлардың белгілі бір дыбыстық тітіркендіргіштерге қайтаратын арнайы жауап реакцияларын да байқау қиын емес. Ондай реакциялар жануарларды өзара байланыстыратын табиғи дыбыс сигналдары ретінде қолданылса, тітіркендіргіштер –шығу тегі жағынан биотикалық типке жатады. Бұған мысал ретінде үйір немесе топ құрап, тіршілік ететін жануарлардың түрлі дыбыстар шығару арқылы өзара қарым-қатынастық әрекеттерін келтіруге болады. Көптеген жануарлар туыла салысымен-ақ анасының дыбысын ажырата біледі. Биотикалық типке жатпайтын дыбыс сигналдары да болады, оларды абиотикалық сигналдар (факторлар) деп атайды. Көптеген жануарлар ондай сигнал-дарды өте жоғары дәрежеде ажырата білуге бейімделген. Мысалы, тіршілігі сулы ортамен тығыз байланысты жануарлар үшін судың сылдыры олардың жүрек қызметі мен тыныс алуына әсер етеді. Ал, ағаш бұтақтарының дыбысы қояндар үшін үрей туғызады. Осы тәріздес шартты рефлексстерді өшіру мүмкін емес.

Қоршаған орта температурасы –жануарлардың тіршілік әрекетін қамтамасыз ететін аса маңызды экологиялық факторлардың бірі.

Температуралық анализаторлардың тітіркенуінен туындайтын реакциялар –күрделі реакциялар қатарына жатады. Оның бірнеше себептері бар. Біріншіден, тіршілік процестері белгілі бір деңгейде жүру үшін организмде қандайда бір температуралық фон қажет. Екіншіден, тәуліктік немесе маусымдық температура кезектесіп келгенде ғана сыртқы температура тітіркендіргіш ретінде әсер етеді. Мұның өзі жануарлардың қоршаған орта температурасының кезекті өзгерістеріне бейімделулеріне мүмкіндік туғызады.

Температурамен байланысты тітіркендіргіштер шартсыз рефлекторлық әрекетпен тығыз байланысты. Кейбір жылы қанды организмдерде олар онтогенездік дамудың барысында қалыптасады, көптеген құстар мен сүтқоректілерде (жыртқыштар) дайын күйінде туылады және постнатальдық дамудың барысында күрделеніп, одан әрі жетіле түседі. Бұлармен қатар толып жатқан табиғи рефлексстердің қалыптасуында бейімделушілік процесінің де маңызы зор. Ондай рефлекторлық реакциялар туыла салысымен-ақ пайда болады. Жел, жарық т.б.

сияқты табиғи факторлар постнатальдық дамудың бастапқы кезеңдерінде талғаусыз, жалпылама факторлар ретінде қабылданса, кейіннен жылуды реттейтін рефлекторлық реакциялар тудыра алатын сигналдық факторларға айналады.

Жануарлардың сыртқы ортамен қарым-қатынас жасауында химиялық анализатордың да маңызы айтарлықтай. Көптеген жануарларда иіс сезу мен оны талдау, олардың тіршілік процесінде жетекші орын алады.

Мысалы, кейбір жануарлар (бөкендер) су көздерін ондаған километр қашықтықтан сезеді. Ондай жануарлардың тыныс алу жолында ылғалдылықты сезетін рецепторлардың ерекше түрі гидро-рецепторлар болатындығы анықталды (72-сурет).



72-сурет. Бөкендер гидрорецепторлардың болуынан он шақты шақырымнан суды сезінуі

Жануарлар дүниесінде қоректік заттардың иісін сезу, сол арқылы оларды іздеп табу сияқты рефлекторлық реакцияларда өте жақсы дамыған. Иіс сезу анализаторының қалыптасуы мен дамуы шартты рефлекстердің пайда болуымен қабаттас жүреді. Осыған байланысты кейбір жануарлар қор жинауды қоректік заттарын жерге көму арқылы сақтаса, екінші біреулері ашық қалдырады. Жануарлар дүниесіндегі осы тәріздес қалыптасқан стереотипті рефлекторлық реакцияларды бұзу немесе қайта жасау аса күрделі және қиын процесс.

Иіс анализаторы дистанттық хеморецепциямен байланысты. Ол қоршаған ортадағы биологиялық маңызды химиялық сигналдарды қабылдауды қамтамасыз етеді. Бұл — ең ерте дамыған анализатордың бірі. Иіс анализаторы бағдарлау реакциясында үлкен рөл атқарады.

Иіспен байланысты тітіркендіргіштерге көптеген жануарлар иіс сезу реакциялары арқылы жауап қайтарады. Иіс тітіркендіргіштеріне әртүрлі типке жататын жануарлар түрліше жауап қайтарады. Мысалы, ит тұқымдастары белгілі бір заттарды жерден иіскеу арқылы табатын болса, тұяқты жануарлар иісті бастарын жоғары көтеріп сезеді. Мұндай қасиеттердің жабайы



жануарлардың табиғатта топ немесе үйір құрап тіршілік етуінде маңызы зор. Өйткені, иіс сезудің осы тәріздес формалары қоғамдас жануарлардың қозғалыс реакцияларымен тығыз байланысты.

Кеңістікте бағдарлауда көптеген анализаторлар қатысатындығын көрдік. Солардың ішінде көру анализаторы жетекші рөл атқарады. Бұлармен қатар ет анализаторының да маңызы зор. Ет анализаторы жануарлардың тіршілік әрекеті мен сыртқы ортаға бейімделу процесінде олардың кеңістікте қозғалуының қамтамасыз етеді.



## **9.2 Жануарлардың қоршаған орта температурасына бейімделушіліктері**

Эволюциялық дамудың барысында жануарлар дүниесінің басым бөлігі сыртқы орта температурасының өзгерістеріне тәуелсіз өмір сүру қабілетіне ие болады. Соның арқасында олар жер шарының түкпір-түкпіріне тарап, тіршілік етуде. Дегенмен, сыртқы орта температурасы –жануарлардың әлемде таралуын реттеп, шектеп отыратын маңызды экологиялық фактордың бірі. Жануарлар әлемінің көптеген түрі шөлді және шөлейтті жерде тіршілік етуге бейімделген болса, біразы суық ортада тіршілік етеді. Жануарлар өздерінің тіршілік ету барысында қоршаған ортаның қолайсыз температуралық ауытқуларына ұшырап отырады. Осындай ауытқуларға организмді бейімдеп отыратын арнаулы механизмдер қалыптаспаса, ортаның өзгерістеріне бейімделу процестері де болмаған болар еді.

Эволюцияның барысында көптеген жануарлар сыртқы орта температурасының өзгерістеріне өздерінің дене температурасы мен тіршілік әрекетін тәуелсіз және тұрақты түрде сақтай алатын мүмкіндікке ие болды. Бұл сүтқоректілер мен құстардың түрлі климаттық аймақтарға таралуының алғы шартына айналды. Жер шарының ең ыстық болып саналатын шөлді аудандарында да көптеген жануарлар қоныстанған.



Суық, шөл және шөлейт аймақта өмір сүретін жануарлар



Сонымен, температурасы жоғары ортаға бейімделу үш бағытта (тип) жүрді:

1. *Мінез-құлықтық бағыттағы бейімделушілік.* Шөлді және шөлейтті жерлерде тіршілік ететін көптеген ұсақ жануарлар жоғары температураға одан қашу, жалтару және тығылу тәрізді тактикаларды қолдану арқылы бейімделген. Кейбір сүтқоректілер (құмтышқан - песчанка) күннің ыстық мезгілдерінде інге тығылады. Кеміргіштер болса (саршұнақ - суслик) ыстық және құрғақшылық басталысымен жазғы ұйқыға кетеді. Ірі сүтқоректілердің кейбір түрлері (бейза) көлеңке іздемей-ақ, тура түскен күн сәулесінің астында 5-6 сағат бойы қозғалыссыз өткізеді. Ол кезде бейзаның ректалды температурасы  $46,5^{\circ}\text{C}$  көтеріледі, бірақ бұл температура оның организміне ешбір әсер етпейді. Организмнің ыстыққа сезімтал мүшелерінің қатарына ОНЖ жататыны белгілі, ол  $40^{\circ}\text{C}$  төтеп бере алмайды. Ал, бейза және сол тәріздес біраз жануарлардың тыныс жолдарында каротидтік тор деп аталатын құрылым болады. Ол құрылым каверноздық синус арқылы өтетін ұсақ артериялық қан тамырларымен жабдықталған. Ал, каверноздық синус болса кеңсірік қуысы арқылы өтетін веноздық қанмен толған, Сондықтан оның температурасы әрдайым төмен. Миға баратын қан осы құрылым арқылы өткен кезде оның температурасы әлде қайда салқындайды. Осыған байланысты бейза миының температу-

расы оның денесінің терең қабатымен өтетін артерия қанының температурасымен салыстырғанда бірнеше градусқа төмендейді.

2. *Жылу бөлу бағытындағы бейімделушілік.* Ірі сүтқоректілер жақсы жетілген жылу бөлу механизмдері есебінен бейімделген. Аса ыстық аймақтарда ауаның температурасы жануарлар денесінің температурасынан асып түседі. Мұндай кездерде дене температурасын жылуды буландыру арқылы ғана түсіруге болады. Түйе және ірі антилоптар терлеу жолымен дене температурасын тұрақтандырса, қой, ешкі және қарақұйрық (газел) сияқты жануарлар тыныс алуды жиілету арқылы төмендетеді.

Түйе және ірі антилоптар терлеу жолымен  
дене температурасын тұрақтандырады



Ал, Австралияда кездесетін қалталылар болса, дене жабындысын сілекейлеу арқылы температурасын реттей алады.

түнде  $34-35^{\circ}\text{C}$  төмендесе, күндізгі  
ыстықта  $41^{\circ}\text{C}$  дейін көтеріледі



3. *Денедегі суды үнемді пайдалану бағытындағы бейімде-*





*лушiлiк* (гипертермияға тұрақтылық). Денедегі суды буландыру жолымен сыртқы ортаға жылу бөлу– организмнің су ресурстарын шығындауымен тығыз байланысты. Мұндай шығынның орны үнемі толықтырылып отыруы қажет. Осыған орай шөлді және шөлейтті аймақты мекендейтін жануарлар организмінде суды барынша үнемдеп пайдалану механизмдері жақсы жетілген. Сондықтан кейбір жануарлар мен малдың жеке тұқымдары су тапшылығына өте төзімді келеді. Мұндай жануарлардың денесінде май көп жинақталады (түйенің өркеші мен қойдың құйрықты тұқымдары), су тапшылығы туған кезде аталған құрылымдарда тотығу реакциялары басталып, одан су бөлінеді. Осы бөлінген судың есебінен олар ұзақ мерзімге созылған шөлге төтеп бере алады. Түйе тәулік бойына өз денесінің температурасын кең көлемде өзгертіп отырады, түнде 34-35°C төмендесе, күндізгі ыстықта 41°C дейін көтеріледі. Мұндай диапазондағы ауытқу процестері олардың организмне айтарлықтай зиян келтірмейді. Шөлді аймақта тіршілік ететін түйелер калыпты жағдайдағы 9,1 л-тердің орнына небәрі 2,8л ғана тер бөледі.

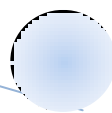
Түйенің шөлге шыдамдылығы ертеден белгілі. Мысалы, керуеншілер алыс сапарға аттанар алдында түйелерге қосымша тұз жалату арқылы шөлдетіп, одан кейін қандыра су ішкізіп алатын көрінеді. Ондай жануарлар ұзақ мерзімді шөлге төтеп бере алады екен. Мұның себебін былай түсіндіруге болады.



Анатомия-лық құрылысы жағынан түйенің қарны үш бөліктен тұрады. Бірінші бөлімінде шайналып, жұтылған шөп жинақталады; екінші бөлімінде қарын сөлі өндірілсе, үшінші бөлімінде бірінші бөлімнен түскен күйіс қорытылады. Ал, қарынның бастапқы екі бөлімінде су жинақ-таушы қалталар орналасқан. Қалталар суға барынша толған кезде олардың аузы ет ұлпасынан тұратын

"тығынмен" жабылып қалады. Түйе шөлдеген кезде "тығын" рефлекторлы түрде ашылып, организмге қажетті су мөлшері қарынға қайтадан құйылу арқылы шөлдеу сезімін басып





отырады екен. Шөл және шөлейтті жерлерде тіршілік ететін кейбір сүтқоректілердің өкілдері жаз бойы су көрмейді. Олардың денесіндегі органикалық заттардың тотығуы кезінде түзілетін су молекулалары жалпы зат алмасу процесінің құрамына енеді. Осыған байланысты аталған жануарлар өкілдерінде шөлдеу сезімін басу үшін экзогендік суды қабылдау қажеттігі туа бермейді. Тіршілік ортасының экологиялық ерекшеліктеріне қарамастан шөлді жерді мекендейтін сүтқоректілердің (кенгуру тәріздес егеуқұйрық) денесіндегі жалпы су мөлшері ылғалды жерде тіршілік ететін түрлерімен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылықтары болмайды (66%). Өйткені денедегі су балансы зәрді концентрациялау қабілеті аса күшті дамыған бүйректің микроқұрылымы есебінен сақталады.

Жоғарғы температура жағдайына бірінші рет тап болған жануарлар оның тікелей әсерінен мінез-құлықтық реакцияларын жұмылдыру арқылы жалтаруға мәжбүр болады (көлеңкеге қашу, інге тығылу, т.б.). Егер ондай реакциялар жеткіліксіз болса, онда оған қосымша, бейімделу процесіне жауапты көптеген функциональдық жүйелер іске қосылады. Жүйелер *афференттік* (тері мен тыныс алу жолдарының сезгіш рецепторлары), *орталық-гипоталамус* (жылуды реттеу орталығы) және *эфферентті* (қан айналу мен буландыру арқылы салқындататын жүйелер) бөлімдерден тұрады. Аталған жүйелердің негізгі қызметі – жылу жасау механизмдерін іске қоса отырып, гомеостаздық процесті тұрақтандыру. Өйткені, жауап реакциясының бастапқы кезеңдерінде дене температурасын тұрақтандыруға қатысты құрылымдар мен жүйелер қызметі күшейеді. Бұл бірнеше себептерге байланысты жүруі мүмкін. Біріншіден, доминанттық жүйелер құрамына енетін мүшелерге бұған дейінгі түскен функциональдық күштердің шамасына байланысты. Егер бейімделуге жауапты жүйелер бұған дейін осы тәріздес функциональдық өзгеріске ұшырамаған болса, жаңа орта факторларының әсерінен оларда жаңадан құрылымдық іздер қалыптасып, көлемдері ұлғая түседі (гипертрофия). Екіншіден, доминанттық жүйелерге күш неғұрлым көп түссе, соғұрлым стресс-реакцияның дамуына қолайлы жағдай туады. Бұл организмнің қуат-қорларын жұмылдыруға бағытталған катехоламиндер мен глюкокортикоидтардың қанға түсуімен



қабаттас жүреді. Бірақ, мұндай процестерден де парадокстік ситуациялық жағдайлар туындауы ықтимал. Өйткені пайда болған қорғаныс реакциясы организмнің қызып кету себептерінің біріне айналуы мүмкін. Бұдан төмендегідей логикалық қателік немесе процестің тұйыққа тірелуі пайда болады:

*жоғарғы температура → доминанттық функциональдық жүйелердің қарқынды жұмысы → қауіпті дабыл → стресс-реакция → жылу бөлуді көбейту → доминанттық жүйелерге түсетін қосымша күш → доминанттық жүйелердегі функциональдық жетіспеушіліктер.*

Егер жылудың қарқындылық әсері шамадан асып кетсе, онда доминанттық функциональдық жүйелердің "тұйыққа тірелуі" мүмкін және олар басқа да функциональдық жүйелерді өзіне тарта отырып, прогрессивті түрде дамиды. Нәтижесінде организм гипертермия құбылысына душар болып, "ыстық үру" сияқты патогенездік процеске негіз жасайды. Үшіншіден, доминанттық функциональдық жүйелер бөлімдерінің генетикалық немесе жүре пайда болған кемістіктеріне де байланысты. Мысалы, тер бездерінің іштен туа болмауы (ангидроз) немесе қалыпты дамымауы (гипогидроз) салдарынан организмнің жылудың әсеріне сезімталдығы мен қайтаратын жауап реакциясы түрліше туындауы мүмкін. Тер бездерінің қалыпты дамымауына олардың қабынуы немесе қан айналуының жетіспеушілігінен пайда болған кемістіктер жатады. Төртіншіден, организмнің жоғарғы температура әсеріне реакциясы жеке организм тіршілігінің тарихымен немесе оның генетикалық мүмкіндігінің қоршаған ортамен ара қатынасына байланысты дамуы мүмкін. Егер организм бұрын ыстық орта жағдайында болған болса, ондай организм ыстыққа төзімділік көрсетеді. Көптеген зерттеулер тер бездерінің саны екі жасқа дейін қалыптасатындығын көрсетіп отыр. Егер адам екі жасқа дейін жоғарғы температура жағдайында бірнеше рет болған болса, онда оның активтенген тер бездерінің саны артатын көрінеді. Бесіншіден, доминанттық функциональдық жүйеге кіретін жеке мүшелердің қызметі, төзімділігі мен активтілік дәрежесі организмнің жалпы жаттығушылық деңгейіне байланысты. Шыныққан адамдар шынықпаған адамдармен

салыстырғанда ыстыққа әлде қайда төзімді келеді. Себебі шынығу барысында клеткалар мен мүшелерде құрылымдық іздер қалыптасып, ондағы қан айналу мен алмасу процестері жақсарады.

Оттегін пайдалану – организмнің энергетикалық зат алмасуының интегралдық көрсеткіштерінің бірі болып есептеледі. Жоғарғы температура әсер еткенде организмнің оттегін пайдалану динамикасында екі түрлі фаза байқалады:

1) оттегін пайдаланудың бастапқы кезеңдегі төмендеуі мен  
2) одан кейінгі артуы. Мысалы, егеуқұйрықты 45°C термокамерада ұстағанда, оның бастапқы кездегі  $O_2$  пайдалану жылдамдығы 10% төмендегенімен, жылу түзілу процесі, керісінше, арта түседі. Жоғарғы температура жағдайында денедегі қан қайта бөлінеді – ішкі мүшелерде қан айналуы күшейіп, шеткілерінде азаяды.



Бұл – оттегі тасымалданушыдағы өзгерістерге байланысты: зат алмасуы төмендеген тканьдерге оттегі көптеп жеткізіледі де, зат алмасу қарқыны жоғары құрылымдарға аздап жеткізіледі. Мысалы, бауыр мен бүйректегі зат алмасу жылдамдығы терімен салыстырғанда 4 және 10 еседей жоғары болады. Бұл – аталған мүшелер арқылы өтетін қанның құрамы мен мөлшеріне байланысты. Сондықтан ондай мүшелердегі қан айналуының кенеттен төмендеуі оттегін пайдалану мүмкіндігін тежейді, бұл жалпы газ алмасу процесіне ықпал етуі мүмкін.



Жылу түзілуіне әсер ететін негізгі факторлардың бірі –қоршаған ортаның температурасы. Орта температурасы жоғары-ласа, жылу түзілуі азайып, төмендесе –жылу өндіру артады. Осыған байланысты, жоғарғы температураға икемделудің бастапқы кезеңі тыныс алу мен жүрек соғуының жиілеуінен басталады. Организмдегі қан қайта бөлініп, ішкі мүшелерді қанмен жабдықтау деңгейі азаяды да қанның негізгі массасы шеткі мүшелер мен тері қабатына қарай ауысады. Нәтижесінде дененің бетінде орналасқан қан тамырларындағы қан ағысы жылдамдайды. Бұл процесс денеден тердің көптеп бөлінуіне мүмкіндік береді. Бұдан әрі жылу өндірілуі бәсеңдеп, жылудың сыртқы ортаға шығарылуы артады. Дене температурасын салқындатуға жұмсалатын су булары (тер, сілекей т.б.) организмдегі жалпы су қорының құрамына енеді. Сумен бірге көп мөлшерде тұздар да бөлінеді. Тер арқылы организм күніне 10-30 г хлорлы натрий тұзын жоғалтады. Осыған байланысты денедегі су-тұз алмасуы мен оның тепе-теңдігін сақтау үшін организм эндогендік механизмдер (АДГ, бүйректегі қан айналысы т.б.) мен мінез-құлықтық реакцияларын іске қосуға мәжбүр болады.

Бейімделушіліктің жедел түрі тітіркендіргіш әсер еткеннен бастап-ақ іске қосылады. Бұл процесс бұрыннан қалыптасқан немесе дайын тұрған физиологиялық механизмдер есебінен жүреді. Бұған төмен температура әсер еткенде жылу түзілуінің көбеюі мен жоғарғы температура кезінде жылу бөлінуінің кенет артуы мысал бола алады. Ал, бейімделушіліктің тиянақты (созылмалы) түрі сыртқы орта факторлары көп қайтара әсер етуі нәтижесінде қалыптасады.

Кез келген температуралық факторлар әсер еткенде мүшелер мен жүйелер функциясы күшейіп, олардың құрамына енетін клеткаларда нуклеин қышқылы мен белок түзілу процестерінің қарқындылығы артады. Аталған процесс мүшелер мен жүйелерді құратын клеткаларда құрылымдық өзгерістер қалыптастырып, бейімделушіліктің жедел түрінен тиянақты түріне өтуінің негізін қалайды. Нәтижесінде құрылымдар массасы өсіп, клеткалардың функциональдық мүмкіншіліктері артады.



Қорыта айтқанда, функциялардың активтілігі генетикалық аппаратпен тығыз байланысты және функциональдық әрекет кезінде екеуінің арасында екі жақты қарым-қатынастық байланыс түзілуі мүмкін. Біріншісі – тура байланыс. Мұнда генетикалық аппарат белок молекулаларын түзеді, яғни "құрылым жасайды", ал құрылым – функцияны күшейтеді. Екіншісі – кері байланыс. Бұл жерде құрылым әрекетінің қарқындылығы, яғни мүшелер массасының бірлігіне түсетін функция мөлшері (саны) генетикалық аппараттың активтілігін реттеп, бағыттайды.

Сонымен, клетка функциясы мен генетикалық аппарат арасындағы тығыз байланыс ( $G \leftrightarrow F$ ) – клетка ішілік реттеудің механизмі болып есептеледі. Кез келген дене еңбегіне байланысты бейімделушілік барысында қозғалыс орталығының нейрондары мен бүйрек үсті бездерінде, қаңқа және жүрек еттерінің клеткаларында нуклеин қышқылы мен белок түзілуінің активтілігі артып, құрылымдық іздер қалыптасады. Бұл – масса мен құрылымның функциональдық күшін арттырады.

Табиғи шөлді және шөлейтті аймақтарға бейімделушілік процестері әр түрге жататын жануарларда түрліше қалыптасқан. Мысалы, кесірткелердің тәуліктік активтілігі күн сәулесінің ұзақтығына тікелей байланысты. Күн сәулесінің өтімділігінен туындайтын дене температурасының өзгерістерін олар өздерінің сыртқы реңін өзгерте отырып реттейді. Бірақ, соңғы кездегі біраз зерттеулер бауырымен жорғалаушылардың дене температурасын реттеуде қасандаған тері жабындысы активті рөл атқаратындығын көрсетті. Тері қабыршақтарының арасында қан тамырларымен жиі торланған жұқа және қатпарлы камералар орналасқан. Осы камералық-құрылымдар арқылы денедегі судың 25% жуығы буға айнала алатын көрінеді.

Шөлді аймақтарда тіршілік етуге бейімделген бауырымен жорғалаушылар қоңыржай белдеулерінде өмір сүретін гидрофильді түрлерімен салыстырғанда суды әлдеқайда аз буландырады.

Дене температурасын тұрақты ұстауда "париетальдық көз" (лат. *parietalis* қабырғамен) немесе "төбе мүшесі" деп аталатын құрылымның да маңызы зор. Егер оны бұзса немесе

алып тастаса дене температурасы сыртқы температуралық түрткілердің ешбір әсерінсіз-ақ бірден көтеріліп кетеді.



Қоңыржай белдеулерінде өмір сүретін гидрофилді

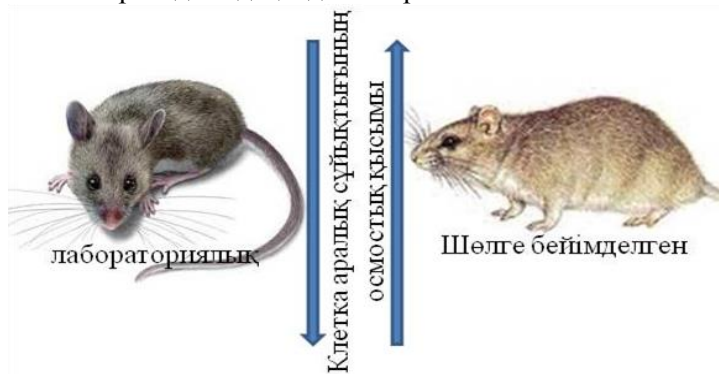
> H<sub>2</sub>O >



Шөлді аймақтарда тіршілік етуге бейімделген

Шөлде тіршілік ететін жануарлар үнемі су тапшылығына кездесіп отырады. Мұндай ортаға кеміргіш сүтқоректілер жақсы бейімделген. Өйткені олардың түнде тіршілік етуге бейімделулері, ін қазу шеберліктері, денелерінің өлшемдері мен денелеріндегі суды сақтай алу қасиеттері олардың шөлді аймақтарға кеңінен таралуына мүмкіндік туғызды.

Экологиялық факторлар организмнің ішкі ортасының көрсеткіштеріне әсер етеді. Мысалы, шөлді аймақта тіршілік етуге бейімделген сүтқоректілердің (кеміргіштер) клетка аралық сұйықтығының осмостық қысымы лабораториялық жануарлармен салыстырғанда әлдеқайда жоғары.



Ал, құмтышқанының тері мен өкпе арқылы суды буландыру деңгейі – лаборатория жағдайында тіршілік ететін егеуқұйрықтармен салыстырғанда екі еседен астам төмен. Шөлді климатқа бейімделген жануарлардың суды барынша үнемді шығындауларының негізіне бейімделістік барысында тыныс алу



жолдарында пайда болған бірқатар морфологиялық ерекшеліктерді көрсетуге болады:

- Тыныс алу жолдары ұзын және бронхылар мен бронхиолдар барынша тармақталған.
- Тыныс алу жолдарының қабырғалары қан тамырларымен жақсы жабдықталған. Осы ерекшеліктерге байланысты олардың тыныс алу жолдарының функциясы жылу алмасуының қарама-қарсы принциптеріне негізділген.

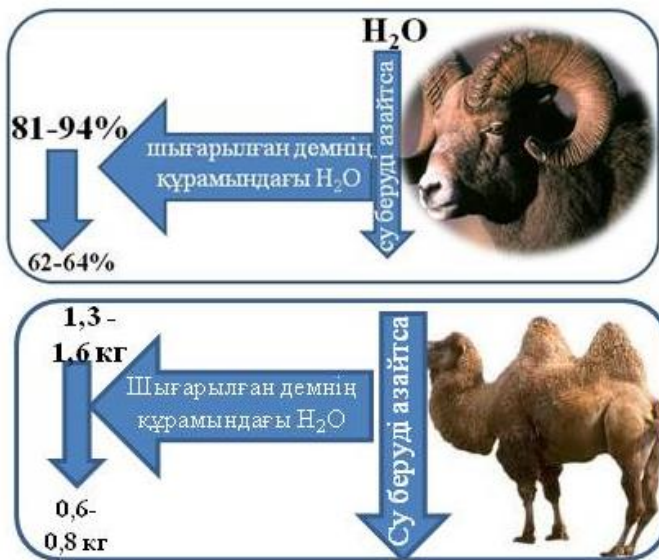
Атап айтқанда, тыныс жолдарында қан мен ауа арасында жылу алмасу процесі жүреді. Нәтижесінде ішке кіретін ауа жылынып, тыныс алу жолдарының қабырғаларын салқындатады, ал, дем шығарғанда бұған кері процесс жүреді. Жылу алмасуының мұндай типі тыныс алу жолындағы ауаны конденсациялап, денедегі судың сақталуына мүмкіндік береді. Мысалы, қойға су беруді азайтса шығарылған демнің құрамындағы су буының мөлшері 81-94%-тен 62-64%-ке дейін төмендейді.

Ал, түйелер өкпе арқылы күніне 1,3-1,7 кг суды буландырады, егер су беруді тоқтатса, ол көрсеткіш 0,6-0,8 кг дейін азаяды.

Бұл –екі түрлі себепке байланысты болуы мүмкін: біріншіден, дем арқылы сыртқа шығатын ауаның су буларымен қанығуының төмендеуі себеп болса, екіншіден, өкпенің желдеткіш күшінің әлсіреуіне байланысты. Соңғы кездері бұл процесті реттеу механизмдері анықталды. Егеуқұйрық пен құмтышқанын дегидратациялағанда тыныс алу жолдарының беттік көлемі 1,6 есеге дейін азайған; өкпенің көпшілік бөлімдері мен жекелеген альвеолдар бүрісіп, газ алмасу процесінен шығып қалады. Осындай физиологиялық өзгерістер есебінен буланудың жалпы беттік көлемі азаяды. Өкпе арқылы шығынданатын судың көлемін реттеуде мукополисахаридтердің де рөлі зор. Гиалурон қышқылдарының гиалуронидаза ферментінің қатысуымен ыдырап, деполимеризациялануы су молекулаларының ткань аралық кеңістікке өтуіне мүмкіндік туғызады (А.Г.Гинецинский, 1963). Мысалы, егеуқұйрық пен тышқанды құрғақ жеммен қоректендіргенде олардың денесінен гиалуронидаза ферментінің жоғарғы деңгейдегі концентрациясы байқалған. Гинецинский Александр Григорьевич (1895, Вологда



– 1962, Ленинград), совет физиологы, КСРО МҒА корреспондент мүшесі (1946). 1-ші Ленинград медицина институтын (1922) бітірген. Ал, дегидратацияланған жануарлардың ішек қабырғасындағы аталған ферменттің активтілігі 3-4 есеге артқан. Бұдан, организмдегі су мен тұз тұрақтылығын сақтауға аскорыту жүйесі де қатысады деп тұжырымдауға негіз бар.



Ыстық климат жағдайына бейімделген жануарлардың бүйректерінің суды концентрациялау мүмкіндігі жоғары деңгейде дамыған. Бұл –бүйректің гистологиялық құрылысының ерекшеліктері мен антидиурездік гормондарға байланысты:

- Бүйректің мұлы қабатын құрайтын пирамидалардың қақпаға қараған сүйір ұштары ("емшек") ұзын және күшті дамыған. Пирамидалардың "емшекке" айналар бөліміндегі Генле түйіндері мен зәр жинағыш түтікшелердің эпителий клеткаларынан тұратын қабырғалары өте жұқа болып келеді. Бұлыстыққа бейімделген жануарлардың экологиялық специализациясы мен зәрді концентрациялау мүмкіндіктерімен байланысты.

- Кеміргіштер бүйрегінің, әсіресе оның дистальдық



каналшалары мен зәр жинақтаушы түтікшелерінің пиноцитоздық активтілігі жоғары. Көптеген зерттеулер (Гинецинский, 1963, Волоховская, 1969, Батенко, 1972, 1975) провизорлық зәрдің құрамында клетка сынықтары, митохондриялық белоктар мен АТФ-аза ферменттері кездесетіндігін анықтады және олар алғашқы зәрге үзбей түсіп отыратын көрінеді. Бұл заттар нефрондардың дистальдық каналшаларындағы пиноцитоздықпроцестің активтілігін арттыруы мүмкін деген жорамал бар.

- Ыстыққа бейімделген жануарлардың бүйрегі қан тамырларымен жақсы жабдықталған және ол қыртысты қабаттан миы қабаттың ұшына қарай күрделене түседі.

- Зәрдің концентрациялану күші – миы қабат пен пирамидалық емізектердің сыртқы эпителий қабатының қалыңдығы мен өткізгіштігіне тікелей байланысты. Шөлді аймақтың жануарларының бүйректерінің миы қабаты –бір қабатты, тығыз орналасқан эпителиальды клеткалардан тұратын жұқа жабынды ткань.

- Сүтқоректі жануарлардың денесіндегі АДГ мөлшері олардың тіршілік ететін экологиялық ортасына байланысты. Құрғақшылыққа бейімделген жануарлардың қанындағы аталған гормонның, концентрациясы ылғалды жерде тіршілік ететін түрлерімен салыстырғанда әлдеқайда жоғары және құрғақшылық қатты болған жылдары оданда көбейіп отырады.

Шөлді және шөлейтті климатқа бейімделген жануарлардың бүйрегінің миы қабаты ылғалды жерде тіршілік ететін түрлерімен салыстырғанда қалың және көлемі жөнінен аумақты. Мұндай құрылымдық ерекшеліктер нефрон аппаратындағы Генле түйіндерінің кері сору процесін күшейтіп, зәрдің концентрациясын жоғарылатады.

Қуаңшылық аймақта тіршілік ететін жануарлардың ас қорыту жүйесі су шығынын үнемдеуге бейімделген. Олар сілекейді аз бөледі. Мұндай жануарлардың ащы ішегінде сөл көп бөлініп, тоқ ішегінде судың кері сорылу қарқындылығын күшейте түседі.

Шөлде тіршілік ететін организмдерге әсер ететін негізгі факторлардың қатарына жоғарғы температура, су тапшылығы,

топырақ және өсімдіктер құрамына енетін тұз концентрациясы жатады.

Шөл және шөлейтті климатқа бейімделу стратегиясы үш бағытта дамыған:

- Тікелей әсер еткен тітіркендіргіштен жалтару (інге тығылу).

- Физиологиялық жүйелердің су-тұз тұрақтылығы мен қоршаған орта температурасының ауытқуларына бейімделушіліктері.

- Су алмасуына қатысты жекеленген физиологиялық жүйелердің (бүйрек, тері, ас қорыту жолы, өкпе, т.б.) бейімделушіліктері.

Бейімделушіліктің аталған стратегиялық формалары жекеленген түрлердің мінез-құлқымен тікелей байланысты. Бірақ, бейімделістік процестерқажет кезінде, вегетативтік функциялардың мінез-құлықтық формасымен ауысуы мүмкін. Мұндай құбылысты түйе денесінің температурасының өзгерістерінен байқауға болады. Мысалы, түйені суыз ортада ұстаса, оның тәуліктік температурасы  $7^{\circ}\text{C}$  және одан да жоғары аралықта ауытқиды, бірақ, функциялардың тканьдік деңгейінде өзгерістер мен ауытқулар байқалмайды.



Түйе инсоляция мен жоғарғы температураға өте төзімді келеді, сондықтан ол тура түскен күн сәулесінің әсерінен қашпайды, керісінше оның жылу инерциясы сыртқы температура әсерлерін бәсеңдетіп отырады. Ал, ұсақ сүтқоректілердегі (кемірушілер) температуралық өзгерістерге



бейімделушілік мінез-құлықтар –інге тығылу формасында қалыптасқан.

Тіршілігі шөлмен байланысты жануарлар мен құстардың дене температурасы мен тұз және судың тұрақтылығын реттеу механизмдері жақсы жетілген. Олардың қандарының плазмасындағы судың мөлшері мен АДГ бөліну реакциясы ылғи да тұрақты, мочевианың концентрациясы жоғары болады.

Организм қоршаған орта температурасының ауытқуларына әртүрлі бейімделеді. Төменгі температура әсер етуінің бастапқы кезеңінде организм жылуды көп өндіріп, сыртқа аз шығарады. Кейіннен бұл процестер өзара теңесіп, бейімделушіліктің тұрақты түрі немесе жеке организмнің өзіне тән температуралық режимі қалыптасады. Организмнің суыққа бейімделу реакциясы негізінен екі кезеңнен тұрады.

Бейімделушілік процесінің бастапқы кезеңі тітіркендіргіш әсер ете салысымен организмдегі бұрыннан дайын тұрған механизмдер есебінен іске қосылады. Бірақ, бұл механизмнің бейімделістік процестерін бастан аяқ қамтамасыз етуге күші мен мүмкіндігі жете бермейді. Егер бұл процеске қосымша механизмдер іске қосылмаса организм дискомфорттық жағдайға көшеді де қалыпты әрекеті бұзылып, патологиялық өзгерістер пайда болады.

Төменгі температура әсер етуінің осы кезеңінде жылуды реттеу механизмі іске қосылады. Жылуды реттеудің орталық механизмі шеткі жүйке жүйесінде орналасқан суық сезгіш рецепторлардың тітіркенуі нәтижесінде активтенеді. Бұл рецепторлар сыртқы температураның салқындағанын тез сезіп, шапшаң жауап қайтарады. Осыған байланысты ыстық ортада жылу түзілуі азайып, ал суық ортада –жылу өндіруі артады. Сүтқоректі жануарлар терісіндегі жылу сезгіш рецепторлар – бұтақталған жүйке талшықтарының жалаңаш ұштары. Сыртқы орта температурасының ауытқуларын екі түрлі терморепторлар қабылдайды: суықты Краузе сауытшасы, ал жылылықты –Руффини денешіктері. Суықты қабылдайтын рецепторлар терінің бетіне жақынырақ, ал жылылықты қабылдайтын рецепторлар –тереңірек орналасады. Жылылық немесе салқындық сезімітерінің тітіркенген ауданының мөлшерімен

байланысты. Терінің бір шаршы см ауданында 13-15 суық сезгіш, тек 1-2 ғана жылу сезгіш рецепторлар орналасқан.

Орталық жүйке жүйесіне тері рецепторларынан келіп түсетін импульстар жылу реттелу орталығының тонусын белгілібір деңгейде ұстап тұрады. Жылуды реттеудің орталық рецепторлары гипоталамуста орналасқан. Оған қоршаған орта температурасының өзгерістері туралы шеткі рецепторларда туындайтын ақпараттық импульстар үзбей жеткізіліп отырады. Онда ақпараттық импульстар жинақталып, талданады және жылуды реттеуге қатысы бар жүйелер функциясын реттейтін жауап реакциялары қалыптасады.



Сонымен, жылу сезгіш рецепторларды – дене температурасын реттейтін реакцияларды іске қосатын "қорғаныс аймағының алдыңғы шебі" деп қарауға болады.

Дене температурасының тұрақтылығын жылу өндіру мен жылу шығару процестерінің тепе-теңдік принциптері жүзеге асырады. ОНЖ-нің жылу өндіру орталығы дене температурасын салқындатады, ал жылу шығару орталығы оны шектен тыс қызып кетуден сақтайды.

Қан тамырларының тонусы вегетативтік жүйке жүйесі арқылы реттеледі. Суықтың әсер етуінің бастапқы кезеңдерінде, алдымен *адренэргиялық жүйе* қозып, қан тамырлары тарылады (вазоконстриктор), кейін *холинэргиялық жүйенің* активтенуімен байланысты кеңейеді (вазодилататор). Бұл екі процесс сыртқы орта температурасының өзгерістеріне

байланысты ылғида кезектесіп отырады. Кейбір зерттеулер суықпен байланысты туындайтын вазодиятациялық құбылысты кинин-колликриндік жүйе активтілігінің жергілікті күшеюімен байланыстырады. Қалай болғанда да дененің шеткі мүшелеріндегі қан тамырларының тарылуы –ішкі мүшелер мен еттердегі қан ағысын күшейтетіндігі сөзсіз.

Мысалы, қозы мен егеуқұйрықты суық ортада ұстағанда олардың қаңқа еттеріндегі қан айналысының жылдамдығы төрт есе, жүрек еттерінде үш есеге жуық артқан. Бұлденедегі қанның қайта бөліну процесімен байланысты. Бұл –процесс денедегі қанның қайта бөлінуі есебінен жылу жасалуын арттырып, аса маңызды ішкі мүшелерді қажетті жылумен қамтамасыз етуге бағытталған аса күрделі физиологиялық құбылыс. Ауа температурасы төмендесе артериялық қан қысымы көтеріледі. Бұл, біріншіден қан тамырларының тарылуымен байланысты болса, екіншіден жүректің қанды айдау күшінің артқандығын көрсетеді. Себебі жүрек еттерін құрайтын клеткалардағы мембраналардың өткізгіштікқасиетін реттеуші ферменттер активтілігінің артуына байланысты жүрек етінің қызметі күшейеді. Мысалы, суық ортадасағат бойы ұсталған егеуқұйрықтың миокард клеткаларындағы «АМФ түзуші аденилатциклаза ферментінің активтілігі бірнеше есе артқан.

Сонымен, суық температура әсер еткенде қан айналу жүйесінің негізгі реакцияларының бірі –денедегі қан қайта бөлінеді. Мұның нәтижесінде қан дененің шеткі мүшелерінде азайып, аса маңызды қызмет атқаратын және ұлпаларында жылу түзілетін ішкі мүшелерге ауысады. Мұның бейімделушіліктің бастапқы кезінде маңызы зор, өйткені бұл кезеңде организм жылу жасауды көбейтіп, жылуды сыртқа беруді мейлінше азайта бастайды.





Суықтықтан туындайтын рефлексдер гипоталамуштағы жылууды реттеу орталығы тарапынан басқарылады. Бұл орталықтар эндокриндік жүйелер функциясын реттей отырып, организмдегі энергия алмасу процестерін активтендіреді.

Стресс тудыратын, яғни суық ортада ОНЖ-нің қатысуымен организмнің барлық қорғаныс қабілеті іске жұмылдырылады. Бұл процесте эндокриндік бездер – гипоталамус – гипофиз бүйрек үсті бездері жүйесі маңызды қызмет атқарады. Стрессорлар әсерімен, алдымен симпатoadреналдық жүйе активтенеді. Жылу түзілу процесін реттеуде бүйрек үсті бездерінің миы қабаты мен симпатикалық жүйке жүйесінің қызметтері өзара ұқсас және бір бағытта жүреді.

Суық әсер еткенде жануарлар организмінде бейімделістің жалпы синдромының белгілері пайда болады: зат алмасу деңгейі өзгеріп, қанның кейбір көрсеткіштері – лимфоциттер мен эозинофильдер төмендеп кетеді. Суықтың әсерінен пайда болған импульстар вегетативтікжүйке арқылы әртүрлі тканьдерге, соның ішінде бүйрек үсті безінің миы қабатына жетіп, онда рефлекторлы түрде адреналин бөлінуін туғызады. Бөлінген адреналин гипоталамус арқылы бүйрек үсті безінің қыртысты қабатынан зат алмасу қарқынын реттеуге қатысатын глюкокор-тикоидты гормондар бөлінуін жақсартады. Бүйрек үсті бездерін алып тастаса жануарлар суыққа төзімділік қасиеттерін жоғалтады. Бұл –қыртысты қабат гормондарының жетіспеушілігінен емес, керісінше миы қабаттың функциясымен байланысты.

Сонымен, бүйрек үсті бездері суық температура әсерінен пайда болатын стресс реакциялардың дамуы барысында маңызды рөл атқарады. Себебі, организмдегі гликопептид синтезі процестерінің жүруі мен стимулдануы, негізінен глюкокор-тикоидты гормондардың қатысуымен жүреді.

Аталған бездің гормондары энергия алмасуына да ықпал етеді. Олар тыныс алу жүйесін стимулдаумен қатар, норадреналин және липолиздік процестерді активтендіріп, май қышқылының тотығуын күшейтеді.

Төменгі температураға бейімделу процесінде қалқанша без де шешуші рөл атқарады. Мысалы, қалқанша безі алынып



тасталған жануарлардың негізгі зат алмасу процесі күрт төмендеп, суыққа бейімделістік қабілетінен айырылады және оның тіршілігі сыртқы орта температурасына тәуелді болып қалады. Кейбір зерттеулер жануарлардың қалқанша безінің функциясын жасанды жолмен тежеп тастаған кезде организмде катехоламиндер концентрациясының артуына карамастан олардың суыққа төзімділігінің кенет нашарлап кеткендіктерін байқаған. Ондай жануарларға тироксин енгізсе дененің температурасы мен басқа да көрсеткіштері қалпына келіп, катехоламиндердің одан әрі көбеюі тежелген. Сонымен, суық ортада қалқанша бездің гормондары мен катехоламиндер синергистік жағдайға көшіп, бір-бірінің жетіспеушілік олқылықтарын өзара толықтырып отырады.



Жануарлардың суыққа бейімделушіліктері қоңыр май ұлпаларында өзгерістер туғызады: ұлпаның жалпы массасы артып, ондағы ДНК, митохондриялық белок пен фосфолипидтер көбейеді, цитохромоксидаза ферментінің белсенділігі күшейеді.

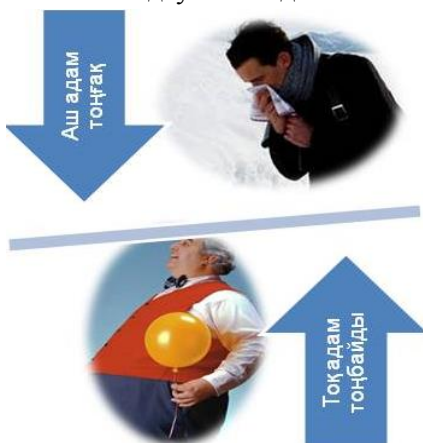
Организмнің суыққа қайтаратын эндокриндік реакциясының келесі түрі – АДГ секрециясы және онымен байланысты су мен электролиттер алмасуындағы байқалатын өзгерістер. Суық әсер етуінің бастапқы кезеңінде АДГ секрециясы төмендейді, осыған байланысты диурез мөлшері артады, бірақ бейімделу барысында мұндай өзгерістер біртіндеп жоғалады.

Кейбір жануарларда (егеукұйрық) диурездің ұзаққа созылатындығы байқалады. Мұны қатты суық (стресс) әсер еткенде бөлінетін адреналин артериолдарды тарылтып, қан қысымының жоғарылауымен байланысты АДГ секрециясының екінші реттік тежелуі тұрғысынан түсіндіруге болады. Ал, кейбір авторлар диурезді қандағы АДГ концентрациясы жоғары болған кезде де байқаған. Мұныңда екі түрлі себепке байланысты болуы мүмкін: біріншіден, АДГ антогонисі – кортизол жасалуының күшеюі себепкер болса, екіншіден бүйрек нефрондары арқылы натрий мен судың кері сорылу

процестерін тежейтін қан айналу реакциясының прессорлық қасиетімен байланысты болуы ықтимал.

Жылу түзілуіне әсер ететін факторлардың қатарына қоршаған орта температурасының өзгерістері жатады. Орта температурасы төмендесе, жылу өндіру артады.

Жылу өндірілуінің артуы бірнеше жолдармен іске асырылады: қоректік заттар, жиырылатын және жиырылмайтын термогенез есебінен. Қоректік зат қабылдағаннан кейін зат алмасу қарқыны мен жылу өндіру деңгейі күшейеді. Аш адамның тоңғақ, ал тоқ адамның тоңбайтыны осыған байланысты (73-сурет). Жылу барлық мүшелерде пайда болады, әсіресе барлық жылудың 80% жуығы көлденең салалы еттерде түзілетіні белгілі. Сондықтан бұл еттерді жылу өндіру машинасы деуге болады.



73-сурет. Қоректік затқа байланысты зат алмасу қарқыны мен жылу өндіру деңгейі күшейеді

Аталған еттер жиырылған кезде жылу өндіру процесі күшейе түседі. Суық ауа әсерімен еттер рефлекторлы түрде еріктен тыс жиырылып, діріл пайда болады. Жануарлардың жүні үрпиіп "тік тұрады". Мұның физиологиялық және бейімделістік маңызы бар. Көлденең салалы еттердің жиырылуы кезіндегі түзілетін жылудан дірілдің термогендік әсері әлде қайда жоғары және ұғымды. Өйткені діріл кезінде ешқандай механикалық жұмыс атқарылмайды және түзілген қуат

түгелдей жылуға айналады. Мұндай жағдайда терінің бетінде жылуды нашар өткізетін ауа кеңістігі пайда болады. Бұл адамда да сақталған. Салқын күндері дененің түршігіп, "қаз терісіне" ұқсап бүршіктенуі осыған байланысты. Суыққа бейімделудің осы механизмінде де еттегі зат алмасу процесі күшейіп, жылу өндірілуі артады.

Суықта жылу жасалу процесінің күшеюі еттегі зат алмасуының қарқындылығымен ғана байланысты емес. Жануарлар денесінде жылу түзілуін реттеуге қатысты басқа да жолдар белгілі. Ол – жиырылмайтын термогенез деп аталады. Оған жануарлар денесінің әр жерінде орналасқан қоңыр май тканьдері жатады. Бұл құрылым жаңа туылған төлде, ұсақ сүтқоректілер мен қысқы ұйқыға кететін жануарлар әлемінде кездеседі. Қоңыр май ұлпасы аталған организмдердің мойындарының айналасы мен жауырын аралығында, қолтық астында, көкірек және қарын қуысында орналасқан. Олар дененің салыстырмалы массасының 5%-ке жуығын құрайды. Егер кәдімгі ақ майдың клеткасында бір ғана үлкен май тамшысы болса, қоңыр май клеткасында ол майда бөлшектерге бөлінген. Ақ маймен салыстырғанда қоңыр май ұлпасында дамитохондрия көп. Бұл тканьнің түсі –митохондриялардағы ферменттік тотығу жүйесінің негізі болып саналатын, құрамында темір тотығы бар пигмент –цитохромдар санының көп болуына байланысты. Сондықтан оны *қоңыр май* деп атаған. Осындай құрылымдық ерекшеліктер есебінен ондағы май қышқылдарының тотығу жылдамдығы ақ маймен салыстырғанда 20 есеге жуық асып түседі. Қоңыр май тканьдерін алып тастаған жануарлардың суыққа төзімділігі 48% төмендейді. Қоңыр май тканьдерінің адамдардың суыққа бейімделушілік процесіне де қатысы барлығы анықталып отыр.



Жол жұмысшыларының қысқы мерзімде қоңыр май ұлпаларының барлық көрсеткіштері жаз айындағыдан бірнеше есе жоғары

Мысалы, солтүстік Финляндияда жол жөндейтін жұмысшыларды өлгеннен кейін оларға патолого-анатомиялық



зерттеулер жүргізгенде ақпан айында өлген жұмысшылардың қоңыр май тканьдерінің барлық көрсеткіштері тамыз айында қаза тапқандардан бірнеше есе жоғары болған.

Аса суық температура ұлпалардағы липидтер метаболизмін стимулдайды. Бұдан қандағы бос күйіндегі май қышқылдарының концентрациясы артып, мұнымен бір мезгілде көмірсулар көбейеді.

Қорыта келгенде, төменгі температура әсеріне жауап ретінде туындайтын метаболизмдік реакциялар –қаңқа еттері, ішкі мүшелер мен қоңыр май ұлпаларында пайда болатын метаболизмдік процестердің қарқындылығымен тығыз байланысты. Нәтижесінде зат алмасу процесінің экзотермиялық реакциясының жүруіне қажетті майлар мен көмірсулар көптеп түзіліп, жаппай жұмылдырылады.

Сыртқы ортаның факторларына тұрақты бейімделу –организмнің оған икемделу қабілеті, мүшелер мен жүйелердің жаңа жағдайдың талабына сай үйлесімді қызмет атқаруға көшуі. Организмнің бейарнамалы төзімділігі көтеріледі және әрқелкі арнайы бейімделушіліктің механизмдері дамиды. Бейімделушіліктің бұл кезеңінде физиологиялық процестер үнемді атқарылып, энергия шығындары азаяды.

Организм сыртқы орта температурасының өзгерістеріне дене температурасының тұрақтылығы мен тіршілік қабілетін сақтау арқылы икемделеді. Суыққа бейімделген жануарларды суыққа бейімделмеген түрлерімен салыстырғанда олардың төмен температура ортасына өміршендігі жоғары болады.

Суық қанды жануарлардың (пойкилотермді) төменгі температура әсеріне бейімделушіліктері жылы қандылармен (гомойотермді) салыстырғанда басқаша қалыптасады. Жылы қанды ірі жануарларда, алдымен жылуды реттеу, атап айтқанда жылу бөлуді тежеу механизмі жетілдіріледі: жабынды қабаты күрделеніп, пилomotorлық реакциясының (терінің ұлпа еттерінің жиырылуы) активтілігі күшейеді және тері астындағы май қабаты қалындайды. Ал, жылы қанды ұсақ жануарлардың (кеміргіштер) суыққа бейімделгіштік реакциялары біршама басқаша түрде, яғни жылудың жасалуы мен шығарылуының арасындағы күрделі арақатынастар есебінен жүреді. Жылудың түзілуі мен шығарылуы арасындағы теңгерілмелі ара қаты-

настық механизмдер –жануарлардың тіршілік ету ортасының экологиялық ерекшеліктеріне байланысты.

Сыртқы орта температурасының өзгерістеріне организмді шынықтырудың физиологиялық маңызы зор. *Шынықтыру* деп - сыртқы орта жағдайының ауытқуына организмнің тұрақтылығының қалыптасуы мен функциональдық мүмкіндігінің көтерілуін айтады. Организмді жастайынан суыққа бейімдеп, шынықтырса оның денесінде қалыптасатын морфологиялық және физиологиялық өзгерістер онтогенездік дамуда ұзақ сақталады және бейімделушіліктің одан арғы тиянақты құрылымдық негізін қалайды. Мұның себебін көптеген

зерттеулер орталық жүйке талшықтарының қабықтану (миелин) кезеңімен байланыстырады. Мысалы, бұл процесс егеуқұйрықтарда туылғаннан кейін үшінші аптада толық аяқталатын көрінеді. Міне, осы кезең аралығында жануарларды суыққа шынықтыру нәтижесінде пайда болып, қалыптасатын бейімделістік құрылымдық іздер ұзақ уақыт бойы жоғалмай, "есте сақталады". Мұнымен бір мезгілде

қалқанша без бен адренэргиялық жүйе активтенеді. Мұны осы кезең аралығында суыққа бейімделген жануарлардағы көптеген шартты рефлекстік байланыстардың қалыптасуынан байқауға болады. Егер итті бірнеше қайтара суық бөлмеге (8-10°C) кіргізсе оның зат алмасу процесі күшейіп, осы температураға шартты рефлекс қалыптасады. Енді бөлме температурасын 20-22°C көтергеннің өзінде де оған кіргеннен кейін зат алмасу процесі жоғарылап кетеді.

Катехоламиндер мен қалқанша без гормондары бейімделу процесіне қатысы бар мүшелер мен жүйелерде алдымен метаболизмдік, кейіннен құрылымдық өзгерістер туғызады. Бұл өзгерістер энергия қорының негізін жасайды. Шашыранды жылу түріндегі энергиялар дене температурасын сақтауға, ал АТФ түрінде шоғырланған қуат көзі жануарлардың мінезқұлықтық реакцияларын қамтамасыз етуге жұмсалады. Мұның



нәтижесінде тиянақты бейімделушілік өзінің ең соңғы сатысына жетіп, толықтай қалыптасады (Меерсон, 1973).

Қоршаған орта температурасы төмендесе, қалқанша без қанға гормонды көптеп бөле бастайды, бұдан организмдегі зат алмасу процесінің қарқындылығы артады. Тироксин клетка митохондрияларындағы тотығу процесінің қарқынын жоғарылатып, клеткадағы энергия мен белок алмасуын күшейтеді.

Суыққа бейімделу барысында еттердің рефлекторлы түрде жиырылғыштық қасиеті артып, ондағы зат алмасуы мен жылу өндіру процесі күшейеді. Миоглобиндер концентрациясы мен капиллярлар саны өсіп, ет талшықтарындағы митохондриялар көбейеді. Қазіргі кезде жылу түзілуіне өкпенің де қатысы бар деген пікірлер айтылуда. Өкпе клеткаларындағы майлардың тотығуы нәтижесінде түзілетін жылу бір жағынан өкпеге келген ауаны жылытса, екіншіден қан арқылы бүкіл денеге тарайды.

Организм бейімделіс тудырған әсерлерден құтылған жағдайда, соның салдарынан қалыптасқан физиологиялық және құрылымдық өзгерістерден біртіндеп арылады. Егер сол факторлар қайтара әсер етсе, аталған өзгерістер қайтадан қалыптасуы мүмкін. Мұны қайтара бейімделушілік (*реадаптация*) деп атайды.

Сулы орта жағдайына екінші рет бейімделушілік – тіршілік етудің жаңа ортасын игерумен байланысты эволюциялық бейімделушіліктің аса маңызды көрсеткіштерінің бірі. Эволюциялық дамудың барысында өкпемен тыныс алатын кейбір жануарлар сулы ортада тіршілік етуге көше бастады. Олар енді уақытының көбін суда өткізіп, жиі-жиі сүңгуге немесе су астында ұзақ мерзім болуға мәжбүр болды. А.Н.Северцовтың пайымдауынша құрылықтан сулы ортаға көшудің негізгі себептерінің бірі



Феликс Залманович Меерсон



Алексей Николаевич  
Северцов (1866-1936)



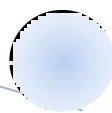
–құрылықтағы қоректік заттар қорының жетіспеушілігі. Бұл процесс ұзақ уақыт бойы ұрпақтан ұрпаққа тұрақты түрде беріліп отырған. Осыған байланысты ондай организмдердің судан кездейсоқ тапқан қоректік заттары (балық, шаян тәрізділер т.б.) уақыт өткен сайын олардың эволюциялық дамуы бағытында қандайда болмасын белгілі бір бейімделушілік өзгерістер туғызды және ондай орта қоректік зат табу көзі болумен қатар қарсыластарынан қорғанатын сенімді орынға да айналды.

Жаңа ортаға бейімделу процесінің барысында организмдер суда еркін жүзіп, сүңгітін және су астында ұзақ мерзім бола алатын бейімделушіліктің жаңа қасиеттері пайда болып, қалыптасты.

Сулы орта жағдайына жануарлардың екінші реттік бейімделушілік процесі олардың сыртқы түрі мен су астында болған кезде оттегі тапшылығын компенсациялайтын құрылымдық жаңа белгілердің пайда болуы мен дамуына әсер етті. Бұл – энергия тапшылығын болдырмауға бағытталған морфофизиологиялық өзгерістер. Мұндай топтағы жануарларға бауырымен жорғалаушылар, құстар мен сүтқоректілердің өкілдері (киттер, кашалоттар, дельфиндер, сиренвдер, ламантиндер, дьюгандар) жатады. Аталған топтардың өкілдерінің тіршілік ету әрекеттері тек сумен ғана байланысты болғандықтан олардың онтогенездік дамуларының барлық кезеңдері сулы ортада өсетін болды.

Сүтқоректілердің кейбір түрлерінің өкілдері сумен жартылай ғана байланысқан. Оларға ескек аяқтылар (морж, итбалық), үйректер тұмсықтылар, жүзгіштер (плавун), ондатра, камшат, құндыз (бобр), саз құндызы (нутрия), ақ аю, қара күзен (норка), қалан және бегемот тәрізділер жатады. Организм бір тіршілік ортасынан экологиялық жағдайлары өзгеше екінші бір ортаға ауысса, оның көптеген мүшелері мен жүйелерінде морфологиялық және физиологиялық өзгерістер пайда болып, жаңа ортаға бейімделу процесі жүреді. Сулы ортамен жартылай байланысты жануарлар дүниесіндегі бейімделушілік өзгерістер алдымен саусақ аралық жарғақтың пайда болуы, одан кейін құйрық пен аяқ, мойын және құлақ қалқандарының өзгерулері осы бағытта дамыды (Галанцев, 1977). Мұндай өзгерістерге ұшыраған





құстардың арасынан үйректерді, сүңгуірлерді, чистиктерді, глупыштарды, буревестниктерді, альбатростарды, гагарды, бакландар мен пеликандарды жатқызуға болады. Бұлардан басқа, өкпемен тыныс алатын кейбір бауырымен жорғалаушылардың тіршілігі де сумен тығыз байланысты. Олар судан тыс жерде тіршілік ете алмайды және өмірінің көпшілігі су ішінде өтеді. Оларға теңіз тасбақасы, крокодилдер, теңіз жыландары, сары бас жыландар мен су жағалауында тіршілік ететін кесірткелер жатады. Сулы орта жағдайына екінші рет бейімделген организмдер қатарына сумен экологиялық байланысы ертеден қалыптасқан кейбір жануарлар тобы да кіреді. Эволюциялық даму барысында оларда газ алмасу процесінің алуан түрлі механизмдері қалыптасқан. Олардың кейбір топтары судың терең қабатына сүңгуге бейімделген болса, екінші бір топтары суға бастарын ғана батырады. Бұл топқа жататын жануардың барлығының өкпесі жақсы дамыған және газ алмасу процесі қалыпты атмосфералық ортада өтеді. Бірақ, суға сүңгігенде немесе су астында ұзақ мерзім болған кезде тканьдер мен жүйелерге оттегі жеткізілуінің тоқтауына байланысты оларда функциональдық гипоксия дамиды. Мұндай ситуациялық жағдайдан шығудың алуан түрлі бейімделушілік механизмдері қалыптасқан. Солардың бірі кейбір мүшелер мен жүйелердегі компенсаторлық өзгерістер мен оттегін қорға жинау механизмі болса, екіншісі –денедегі оттегі мен энергияны барынша үнемді пайдалану.

Осыған байланысты олардың эволюциялық дамуында тіршілік үшін аса қажетті мүшелер мен жүйелер ғана түбегейлі өзгерістерге ұшырады, атап айтқанда, организмдегі оттегінің тасымалдану тәсілдері мен қажеттілігіне қарай жұмсау жолдары.

Тіршілігі сумен байланысты жануарлардың уақыт жөнінен су астында болу мерзімдері де түрліше. Бауырымен жорғалаушылардың су астында болу мерзімі құстарға қарағанда біршама ұзағырақ. Мысалы, теңіз шошқасы су астында 6 сағат, теңіз жыланы 2,5 сағат, аллигаторлар 30-60 минут, сарыбас жыландар 25 мин, ал кейбір тұщы су тасбақалары 5-6 айға дейін бола алады. Су тасбақаларының мұндай рекордтық көрсеткіштерге жету себептері олардың бейімделушілік ерекшеліктерінде ғана емес, керісінше сыртқы ортада қолайсыз жағдайлар туған кезде

пайда болатын анабиоздық құбылыстар мен маусымдық ұйқыға кету сияқты активсіздік жағдайларымен де байланысты.

Сүтқоректілердің ішінен су астында ұзақ мерзім бола алатындар қатарына кит тәрізділер мен ескек аяқтылар жатады. Мысалы,



Дельфиндер  
15 минут



Бүкір киттер  
30 минут



Итбалықтар  
45 минут



Кашалоттар  
1,5 сағат

Су жағасында тіршілік етуге бейімделген сүтқоректілерден – шамасында ғана бола алады. Ал кейбір сүтқоректілер, мысалы бегемоттар мен ламантиндердің тіршілігінің көпшілігі суда өткенімен, олардын су астында болу мерзімі 10 мин. аспайды. Құстардың су астында болу мерзімі тіпті аз, бірнеше секунд пен минут аралығы бойынша есептеледі.

Суға сүңгіген кезде қандағы  $\text{CO}_2$  концентрациясы көбейіп,  $\text{O}_2$  концентрациясы азаяды. Осыған байланысты организмде функциональдық гипоксия дамуы мүмкін. Бірақ, сүңгуге бейімделген жануарларда ондай құбылыстар байқалмайды немесе пайда болғанның өзінде оған төзімділік көрсетеді. Мұны екі түрлі физиологиялық жағдаймен байланысты қарау керек. Біріншіден, сүңгір алдында денедегі  $\text{O}_2$  арнаулы құрылымдарда жинақталатын болса, екіншіден су астында болған кезде оны барынша үнемді пайдалану.



Үйрек тұмсықтылар  
5-10 минут



құндыздар  
7-15 минут



камшат (выдра)  
3-5 минут



Жануарлардың су астында болу мерзімдері денеде жинақталған оттегі қорының организм су астында болған кезінде оны толықтай қамтамасыз ету мүмкіндігімен тікелей байланысты. Денедегі оттегінің негізгі қоры тыныс алу, қан және ет жүйелерінде жинақталған. Сулы ортаға бейімделген жануарлардың өкпелері құрылысы жағынан күрделі және көптеген бөлшектерге бөлініп, бронхиолдары жан-жаққа шашырай бұтақталған. Ал, су жиегінде тіршілік етуге бейімделген кемірушілердің (құндыз) өкпесінің альвеолдық бөлімі құрғақтағы түрлерімен салыстырғанда әлде қайда жоғары деңгейде жіктелген. Сулы орта жағдайына екінші рет бейімделу барысында олардың кейбір түрлерінің (ескек аяқтылар) бронхиолдарының құрылысы күрделене түскен. Бронхиолдар мен өкпе көпіршіктерінде бұлшықеттен тұратын сфинктерлер пайда болады. Мұндай құрылымдық өзгерістер өкпеішілік ауаның айналымын жақсартып қана қоймай, ондағы ауа қоры көлемінің көбеюіне мүмкіндік туғызады. Су астында болған кезде газ алмасу процестері резервтік ауа есебінен жүреді.

Бронхылардағы шеміршекті сақиналар шеміршек пластинкалармен алмасқан. Бұл –су астында болған кезде денедегі газ алмасу процесін интенсификациялау үшін өкпеге серпімділік қасиет береді. Кейбір сүтқоректілерде (киттерде) судың терең қабатына сүңгіген кезде тыныс тесіктерін рефлекторлы түрде жауып отыратын механизм жақсы жетілген. Бұдан басқа, олардың бас сүйегінің үстіңгі бетін ала орналасқан кеңірек қуысының бойында үш жұп ауа қапшығынан тұратын ерекше құрылымды жүйе бар. Қапшықтар қан тамырларымен жақсы жабдықталған. Су астында болған кезде ондағы қан тамырлары жаппай кеңейіп, оттегін барынша пайдалануды қамтамасыз етеді. Көптеген жануарлар суға сүңгір аддында өкпедегі ауаны сыртқа шығарып жібереді. Мұның өзінше маңызы бар. Біріншіден, ол сүңгуді жеңілдетсе, екіншіден, сүңгуге жұмсалатын энергияны азайтады.

Тіршілігі сумен байланысты жануарлардың өкпелерінің салыстырмалы көлемі құрғақта тіршілік ететін түрлерімен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылықтары болмайды, керісінше, тыныстық көлемі (ТК) 80-90% аспайды. Ал, аса тереңге сүңгітіндерінің өкпелерінің көлемі біршама кішірейген,

бірақ, оған қарамастан ондағы ауаның көлемі су астында болған кезде шешуші рөл атқарады. Мысалы, 300 м тереңдікте афалинаның өкпесі 200-260 мм<sup>3</sup> дейін сығылып, оның көлемі кеңірдек, бронхы және ауа қапшықтарының көлемінен де кішірейіп кететін көрінеді.

300 м су тереңдігінде афалинаның өкпесі 200-260 мм<sup>3</sup> дейін сығылады



Құстардағы бейімделушілік өзгерістер сүтқоректі жануарлар организмінде туындайтын өзгерістермен ұқсас, оған олардың су астында болған кездерінде байқалатын физиологиялық және биохимиялық деңгейдегі ауытқулары дәлел бола алады. Құстар суға сүңгір алдында олардың денелеріндегі оттегі өкпе мен ауа қапшықтарында жинақталады. Мысалы, пингвиндер 30 м. тереңдікте болған кезде ауа қапшықтарындағы оттегінің көлемі 13 %-тен 2 %-ке дейін төмендейді екен. Суға сүңгіген кезде және су астында болу барысында олардың ауа қапшықтары мен өкпе және қан айналу жүйесі арасында газ алмасу процестері үздіксіз жүріп жатады.

Тіршілігі сумен байланысты жануарлардың өкпесіндегі альвеолдар саны құрылықта тіршілік ететін жануарлардың альвеолдар санымен салыстырғанда бірнеше есе көп болады. Мысалы, адам өкпесіндегі альвеолдардың орташа саны 150 млн. болса, теңіз шошқасында (74-сурет) ол көрсеткіш 430 млн-ға жетеді.

Кеңірдек, бронхы және бронхиолдарды айнала қоршаған шеміршек ұлпасы дельфиндерде өте жақсы жетілген және олар өкпе ұлпасына серпімділік қасиет береді. Аталған физиологиялық ерекшеліктер мен морфологиялық өзгерістер жануарлар

судың қысымы жоғары терең қабатынан көтерілген кезде, кессон ауруының пайда болуына жол бермейді. Тереңге сүңгітін кейбір жануарларда (кит тәрізділер) тыныс алу жүйесінің бойында "өлі кеңістік" деп аталатын аймақтар орналасқан.



74-сурет. Су жануарларының өкпесіндегі альвеолдар санының көптігі

Ондай аймақтар бүткіл тыныс алу жүйесінің 1/10 бөлігін камтиды. Су неғұрлым тереңдеген сайын қысым соғұрлым арта түсетіні белгілі. Жануарлар аса тереңдікке сүңгіген кезде өкпе барынша қысылып, ондағы ауа түгелдей "өлі кеңістікке" өтеді. Енді өкпеде ауа болмағандықтан азоттың қанға өту мүмкіндігі нольге теңеледі. Сондықтан жануарлар суға сүңгір алдында өкпедегі ауаны барынша сыртқа шығарып, сонан кейін барып сүңгу - осы принципке негізделген. Бұл - жануарлар аса тереңнен су бетіне бірден көтерілгенде азот көпіршіктерінің қанға өтуіне қойылған тосқауыл.

### 9.3 Қанның экологиялық маңызы

Тіршілігі сумен байланысты жануарлардың қанының көлемі мен оттектік сиымдылығы, гематокриттік көрсеткіштері мен гемоглобиннің концентрациясы сумен байланысы жоқ жануарлармен салыстырғанда жоғары, ал қан ағысының жылдамдығы төмен болады. Мысалы, дельфиннің қанының оттегі сиымдылығы 25-30%-тен жоғары болғанымен, эритроциттердің саны жөнінен айтарлықтай айырмашылықтары жоқ. Бұған керісінше, қандағы гемоглобиндер саны мен олардың

оттегімен қосылысу қабілеті аса жоғары. Осындай ерекшеліктерге байланысты бір эритроцитпен байланысқан гемоглобиндер саны да көп болады. Мысалы, құндыздың бір эритроцитіндегі молекула саны 33, 4 ПГ болса, құрылықта тіршілік ететін түрлерінде ол 16,5-21,2 ПГ.



Сулы ортаға бейімделген жануарлардың жүрек-қан тамырлары жүйесі де елеулі морфофункциональдық бейімделушілік өзгерістерге ұшыраған: жекеленген қан тамырларының бұғақшалары арасында анастомоздар, веноздық торлар мен коллекторлар пайда болып, магистральдық веналардың көлденең диаметрлері үлкейген. Бұған бас миындағы қан тамырларының тор тәрізді ерекше шоқтануларында жатқызуға болады (Озернюк, 1992).

Веноздық коллекторлардың құрылысы мен олардың орналасқан орны түрлі жануарларда түрліше болады. Мысалы, есек аяқтыларда веноздық коллекторлар синустар түрінде бауырда, ал су жағасында тіршілік етуге бейімделген жануарларда (кеміргіштер) олар иық белдеуі мен құрсақ қуысында орналасқан. Жануарлар су астында болған кезде бұл құрылымдарда бірнеше литрға дейін қан жинақталады. Мұның мидағы қан айналу процесіне әсері жоқ, өйткені ол кезде мидағы қан жүрекке дененің алдыңғы бөлігінде орналасқан коллекторларды айналып барып өтеді. Аса күшті дамыған веноздық коллекторлар теңіз құстарының мойын бөлімдерінен табылды (Галанцев, 1977). Су астында болған кезде коллекторлардың веноздық қанмен толуының физиологиялық маңызы бар. Өйткені ол кезде рефлекторлы түрде брадикардия процесі дамып, бұлшықеттер мен кейбір мүшелердің қанмен жабдықталуы тежеледі. Судың бетіне көтерілгеннен кейінгі туындайтын тахикардия процесі



коллекторларда жиналған қанның дененің қан тамырларына қайта таралуын қамтамасыз етеді. Сонымен, жануарлар су қабатында болған кезде денедегі қанның бір бөлігі веноздық коллекторларға өтеді. Коллекторлардың қабырғаларында етті сфинкторлар орналасқан. Сфинкторлар вена қан тамырларының рефлекторлы түрде жиырылуы мен босаңсуын реттеп отыратын механизмдер ролін атқарады.

Кейбір сүтқоректілерде (ескек аяқтылар, ит балықтар) веноздық коллекторлармен қатар веноздық торлар деп аталатын құрылымдар кездеседі. Веноздық торлардың қызметі де веноздық коллекторларға ұқсас, бірақ олардың қабырғаларында қоңырмай тканьдері орналасқан. Осыған байланысты веноздық торлар жылу алмасу функциясын қоса атқаруы мүмкін деген жорамалдар бар.

Сөйтіп, филогенездік даму барысында қалыптасқан морфофункциональдық бейімделушілік өзгерістер –жануарлардың су астында ұзақ мерзім болуын қамтамасыз етуге бағытталған аса күрделі механизм. Тіршілігі сумен байланысты жануарлардың эритроциттерінің беттік көлемі құрлықта өмір сүретін түрлерімен салыстырғанда әлде қайда үлкен. Ал, киттер мен ескек аяқтылардың гематокриттік көрсеткіштері 57% дейін жетеді.

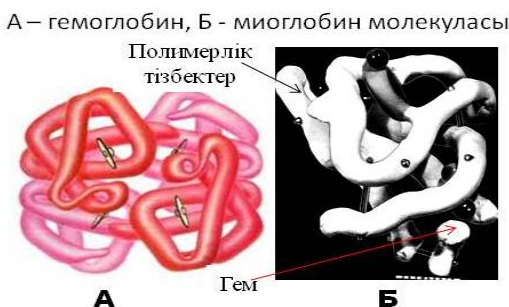
Қандағы оттегі қорының шамасы денедегі қанның жалпы көлеміне тікелей байланысты. Бұл заңдылық су жануарларында жақсы сақталған. Мысалы, аса тереңге сүңгітін сүтқоректілердің (ескекеаяқтылар –итбалық, уэделла) қаны көп және ол дене массасының 14-15 % құрайды. Ал, сүңгітін құстардың қанының көлемі сумен байланысы жоқ түрлерімен салыстырғанда әлде қайда жоғары екендігі мәлім.

#### **9.4 Бұлшықеттің экологиялық маңызы**

Сулы ортаға екінші қайтара бейімделген жануарлар өз денелеріндегі оттегін ет құрамында көптеп кездесетін миоглобинмен байланысқан түрінде де сақтай алады. Миоглобин (мио және глобин – гемоглобиннің белокты бөлігі) – күрделі белок; омыртқалы жануарлар мен адамның бұлшық еттерінде оттекті тасымалдайтын глобулярлы белок. Ет тінінде молекулалық

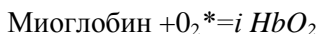


оттекті клеткалардың тотықтыру жүйесіне тасымалдайды. Миоглобин - молекулалық массасы 17-19 кД тең гемопротеид. Ол гемоглобиннен өзінің химиялық құрылысымен, қасиеттерімен және биологиялық маңызымен ерекшеленеді. Миоглобиннің де құрамында глобин мен гем болады, бірақ миоглобиннің глобині 153 аминқышқылдарының қалдықтарынан құралған бір ғана полипептид тізбегінен тұрады. Миоглобиннің құрамында бір ғана гем болады (75-сурет).



75-сурет. Миоглобин молекуласының құрылысы

Миоглобин молекуласы бір молекула оттегімен қосылысқа түсе отырып



тәрізді оксимиоглобин түзетін қайтымды процесс. Оксимиоглобиннің құрамындағы оттегі жануарлар су астында болған кезде организмнің энергетикалық сұранысын өтеуге жұмсалады. Суға сүңгітін сүтқоректілердің еттеріндегі миоглобин мөлшері құрлықтағы түрлеріне қарағанда 3-7 есе көп (76-сурет). Мысалы, пингвиндердегі миоглобиннің концентрациясы 2800-4600 мг % болса, құрлықта тіршілік ететін құстарда ол көрсеткіш небәрі 300-400 мг % (Шилов, 1985).

Миоглобиннің оттегіне тектестігі гемоглобинмен салыстырғанда 10 есе артық. Сондықтан ол қалыпты жағдайда қан арқылы тасымалданатын оттегімен оңай қанығады. Миоглобин негізінен, қаңқа және жүрек еттерінде шоғырланған. Ол көмірқышқыл газымен қосылыс түзбейді, бірақ оттегімен жеңіл

қосылып, жеңіл ажырайды. Осындай қасиеттеріне байланысты ол организмнің су астында болу мерзімін қамтамасыз етуде үлкен рөл атқарады. Организм су астында болған кезде еттердің қанмен жабдықталуының тоқталуына байланысты ондағы оттегінің меншікті қысымы миоглобинмен салыстырғанда күрт төмендеп кетеді.



*76-сурет. Суға сүңгітін сүтқоректілердің еттерінде миоглобин мөлшері жоғары болады*

Енді оттегі меншікті қысымы жоғары болатын миоглобиннен меншікті қысымы төмен болатын ет тканьдеріне қарай ығысады. Міне, осы кезден бастап миоглобин еттерді оттегімен қамтамасыз етудің бірден бір көзіне айналады. Бірақ, су астында ұзақ мерзім болған кезде организмді бастан аяқ қажетті оттегімен қамтамасыз етуге миоглобиннің мүмкіндігі жетпейді. Сондықтан мұндай ситуациялық жағдайда еттер функциясы анаэробтық процестер есебінен қамтамасыз етіледі. Еттердің қанмен өте баяу және жеткіліксіз жабдықталуынан түзілетін сүт қышқылының ет ұлпаларында жинақталуына байланысты оның қандағы мөлшері ең төменгі деңгейде қала береді. Жануар су бетіне көтерілісімен еттегі қан айналу процесі бастапқы қалпына қайтып оралады да түзілген сүт қышқылы бірден қанға өтеді.

Сүңгітін жануарлар қанқасының салыстырмалы салмағы құрлықта активті тіршілік ететін түрлерімен салыстырғанда әлде қайда төмен. Бұл – олардың эволюциялық дамуы барысындағы гипогравитациялық ортаға өту процесімен байланысты.



Организмдегі оттегінің қоры тыныс алу процесі тоқтайтын болса, оның оттегіне деген сұранысын қамтамасыз ете алмайды. Мәселен, пингвиндер су астында 7 минутқа дейін бола алады, ал оңдағы оттегінің мөлшері организмді бар-жоғы 3 минут бойы ғана қамтамасыз етуге жететін көрінеді. Сонда қалған уақыттағы қажетті оттегін олар қайдан алады. Демек, осының барлығы, су астында болған кезде оттегінің шығыны қалыпты тыныс алу кезіндегімен салыстырғанда әлде-қайда төмен болатынын дәлелдейді. Аталған бейімделушіліктің негізіне организмнің жүрек-қан тамырлары реакциясы жатады.











Сүңгітін жануарлардың физиологиялық деңгейдегі бейімделушіліктерінің қатарына рефлекторлық брадикардия мен пульстің сиреуі жатады. Бұл кезде қанға еттері, басқа да мүшелер мен ұлпалардағы қан айналу процесі азаяды немесе тоқтайды, бірақ, бұл – бас миы мен жүрек еттерінің қанмен жабдықталуына әсер етпейді. Сүңгіген кезде пульстің сиреуі кез-келген жүйке тонусының өзгерісімен байланысты. Сүңгітін жануарлардың алғашқы постнатальдық онтогенездік дамуының барысында брадикардия біртіндеп қалыптасады. Туылғанына 10 күн толмаған итбалықтың балалары асфиксияға реакция қайтармайды және ишемияға тұрақтылық көрсетеді. Он күн толғаннан кейін асфиксиялық ортада брадикардия мен ішкі



мүшелердің кейбіреулерінде қан ағысының азайғаны байқалады. Жалпы алғанда, сүнгуге бейімделген жануарлардың балаларында брадикардия құбылысы онша байқалмайды (Озернюк, 1992). Сонымен, сүнгуге бейімделген жануарлардың бастапқы постнатальдық онтогенездік дамуындағы алғашқы анаэробтық метаболизмдік реакциялары бейімделістіктің жас организмге тән циркуляторлық механизмімен алмасады. Екінші рет суға бейімделген жануарлардың жүрек-қан тамырлары жүйесіндегі бейімделушілік өзгерістері – аса маңызды қызмет атқаратын мүшелер мен жүйелерді қанмен барынша жабдықтап, су астында болған кезде қанды тиісті құрылымдарда жинақтай отырып, оны қайта бөлуге бағытталған. Су астында болған кезде әр түрге жататын жануарлардың жүрек соғуының өзгерістері түрліше болады (19-кесте).

19-кесте.

**Су астында болған кезде кейбір жануарлардың жүрек соғуының өзгерістері**

	1 мин. пульс жылдамдығының өзгерістері		
	Су астына сүнгігенге дейін	Су астында болған кезде	Су бетіне көтерілгенде
Ондатра 	309	44	336
Құндыз (бобр) 	126	38	150
Су тышқаны (выхухоль) 	360	60	386
Қара күзен (норка) 	286	49	296
Дельфин 	146	86	176
Афална 	80	15	200
Пингвин 	80-100	20	18-25
Крокодил 	28-41	3-5	
Айдарлы чернет (ч. хохлатая) 	ПО	25	
Теңіз тасбақасы 	18	8	

Мысалы, жүрек соғу жылдамдығы дельфиндерде екі есе, итбалықтарда – 3 есе, ал теңіз пілінде – 4-6 есе төмендейді. Егер



құрғақта итбалықтардың жүрек соғуының жылдамдығы минутына 80 болса, суға сүңгіген кезде 10-ға дейін сиреген. Жүрек қызметінің бәсеңдеуі зат алмасуын төмендетеді. Мысалы, қалыпты жағдайда минутына 200 мл  $O_2$  шығындайтын итбалық, суға сүңгіген кезде минутына бар жоғы 50 мл ғана оттегін жұмсайды.

Тіршілігі сумен байланысты жануарлардың тыныс алу орталығы қандағы  $CO_2$  концентрациясының шамадан тыс көбейіп кетуіне сезімтал емес. Осыған байланысты олардың өкпелеріндегі оттегінің көлемі толық пайдаланылады. Мұнымен қатар ондай жануарлардың көпшілігі су астына түскен кезде веноздық қанды вена тамырларының кеңейген жері – веноздық синустарға рефлекторлы түрде жинап, қажеттілік туғанша сақтай алады.

Сүңгу кезінде жүрек соғу жылдамдығының баяулауымен қатар жүрек-қан тамырлары тарапынан да түрлі деңгейдегі бейімделушілік реакциялары байқалады. Мысалы, су астында бұлшық еттер мен мүшелердің қанмен жабдықталуы күрт төмендейді немесе мүлде тоқтап қалады. Мұның нәтижесінде ет клеткалары оттегін толық пайдалана алмайды, ал анаэробтық гликолиз кезінде түзілетін сүт қышқылы жалпы қан айналу шеңберіне өтпей, еттерде жинақталады. Су бетіне көтерілген сәтте қандағы сүт қышқылының мөлшері бірден 5-6 есеге дейін көтеріліп кетеді.

Су тереңдігіне сүңгу кезінде сүтқоректілердің көпшілік мүшелерінде (тері, ет, бүйрек, т.б.) қан тамырлары тарылып, қан ағысының жылдамдығы баяулайды. Қан тамырларының тарылуы брадикардиямен тікелей байланысты емес, қандағы  $O_2$  үнемді пайдалануға бағытталған қандай да бір дербес маңызы бар механизммен байланысты болуы мүмкін. Сүңгу кезіндегі брадикардияның ролі – қанның минуттық көлемін қан тамырларындағы қан мөлшерінің азаюымен және веноздық қанның жүрекке қайтып оралуының төмендеуімен сәйкестендіру. Сүңгігенде дененің шеткі қан тамырларының тарылуына байланысты ондағы қан ағысы тоқтайды. Бұл кезде еттің негізгі массасына қан арқылы келетін  $O_2$  мөлшері азаяды.

Су астына түскен кезде жануарлар мен құстардың (итбалық, пингвин) ұйқы артерияларындағы қан қысымы жоғарылайды.



Бұл олардың бас миының басқа мүшелерге қарағанда оттегімен жақсы жабдықталатынын көрсетеді. Суға сүнгітін жануарлардың бас миы сумен байланысы жоқ жануарлармен салыстырғанда оттегі жетіспеушілігіне төзімді келеді. Судың терең қабатына сүңгу барысында жүректің әрбір жиырылу фазасында қолқадағы қанның кері бағытта ағуы байқалады. Бұл – дененің шеткі қан тамырларының кенеттен жиырылуымен байланысты туындайтын физиологиялық құбылыс.

Сонымен, жануарлар су астында болған кезде жүрек соғуының сиреп, денедегі қанның қайта бөлінуі, осыған байланысты шеткі қан тамырларындағы қан ағысының баяулап, қанның негізгі массасының дененің ішкі бөліміне қарай ығысуы – қарқынды қызмет атқарып тұрған аса маңызды мүшелерді оттегімен барынша жабдықтауға бағытталған аса құрделі физиологиялық процесс.

Сүңгуге бейімделген жануарлардың пульсі суға батысымен-ақ рефлекторлы түрде баяулайды. Мысалы, команда бойынша сүңгуге үйретілген итбалықтарда брадикардия құбылысы команда берілісімен-ақ бірден байқалады немесе ондай жануарлардың басын суға батырса да осындай құбылыстарды байқауға болады.

Кейбір жануарлардың (күндыз, ондатра, қалан, ескек аяқтылар, дельфин т.б.) вагустық жүйкеленуін атропин немесе екі жақты ваготомиялау жолымен бөгеп тастаса брадикардия құбылысы жоғалады және ондай жануарлар су астында ұзақ бола алмайды. Су астында болған кезде итбалықтың кезеген жүйкесін кессе де брадикардия құбылысы жоғалып кетеді. Бұдан сүңгуге бейімделген жануарлардың жүрек қызметінің вагустық жолмен реттелетінін және олардың су тереңдігінде болған кездерінде холинорецептивтік реттеу жүйесінің басымырақ жағдайда болатындығын көруге болады. Жүрек-қан тамырлары тарапынан туындайтын реакциялардың пайда болуында хемо және барорецепторларда тиісті рөл атқарады. Кезеген жүйке тонусының рефлекторлық өзгеру процесіне дененің сыртқы қабатында орналасқан рецепторлық құрылымдар мен анализаторлық жүйелерде қатысуы мүмкін (Галанцев, 1977). Мысалы, жануарлардың басын суға батырған кезде бради-



кардиялық құбылыстың пайда болуы рецепторлық приборлардың олардың танау тесігі аймағында орналасқанын көрсетеді.

Сонымен, су тереңдігіне бейімделушілік реакциясының дамуына тыныс алудың тоқтауы, тыныс алу жүйесінің шеткі бөліміндегі рецепторлардан шығатын сигналдар, жүрекке келетін қанның гидростатикалық өзгерісі, температураның төмендеуі, қандағы газ құрамының өзгерістері әсер етеді. Жалпы алғанда жүрек-қан тамырлары тарапынан туындайтын реакциялар – оттегін сақтау және үнемді пайдалану бағытындағы рефлекторлық реакцияның көрінісі. Бұлардың негізінде бастапқы хеморецепторлық рефлекстер тұрғанымен аталған реакцияның дамуына кортикогипоталамустық түрткілер күшті әсер етеді. Негізгі афференттік жолға кезеген жүйке жатады және ол үштік және бет жүйкелерімен жалғасқан (Агарков және басқалар, 1978).

Теңіздің терең қабаты басқа да тіршілік ортасы сияқты өзінің физикалық, химиялық және биологиялық ерекшеліктерімен дараланады. Эволюциялық процестің дамуы барысында организмдер де судың аса терең қабаттарында өмір сүрулерін қамтамасыз етуге бағытталған ерекше механизмдер қалыптасады. Ондай механизмдердің пайда болып, дамуына көптеген факторлар әсер етеді. Физикалық факторларға су ағысы, гидростатикалық қысым, күн сәулесінің жеткіліксіздігі мен төменгі температура жатса, екінші топтағы факторлар судың терең қабатындағы фаунаның қоректік заттар ресурсымен байланысты болады.

Судың терең қабатына бейімделген жәндіктер тіршілігіне ықпал ететін негізгі факторлардың біріншісі – күн сәулесі. Фотосинтез процесіне қажетті күн сәулесі 300 м. тереңдікке дейін ғана жетеді. Теңіз суының тереңдігінің екінші бір ерекшелігі – төменгі температура (2-3°C). Үшінші фактор – жоғарғы гидростатикалық қысым (77-сурет).

Органикалық зат жасау үшін энергия көзі ретінде күн сәулесі ғана қолданылып қоймай, теңіз түбіндегі гидротермальды жылу көздері де (күкіртсутегі) пайдаланылады. Алғаш рет омыртқасыздардың көптеген түрлері осы тәріздес гидротермальдық көздер манайынан табылғаны белгілі.





77-сурет. Судың терең қабатына бейімделген жәндіктер тіршілігіне ықпал ететін факторлар

Теңіздің терең қабатында тіршілік етуге бейімделген жануарларда олардың қоректенуімен байланысты бейімделушіліктің ерекше белгілері қалыптасқан. Алып погнофорларда кәдімгі ас қорыту жүйесі болмайды. Қоректену процесі трофосомаларда орналасқан хемолитотроптық бактериялар –эндосимбионттардың қатысуымен жүреді. Ал, сульфидототықтырушы бактерияларболса, қосжақтаулы моллюскалардың желбезектеріне орын тепкен. Судың терең қабатында тіршілік етулеріне байланысты ондай жануарлардың зат алмасу процесі аса баяулаған. Мысалы, балықтардың еттеріндегі белок мөлшері 30-40 %-ке дейін төмендесе, осы тәріздес басқа да организмдер денесіндегі ферменттер активтілік қасиетін жоғалтқан. Осыған байланысты аталған тіршілік иелері қарқынды тыныс алу мен энергия жұмсалуды көп қажет етпейтін баяу қозғалатын қасиетке ие болған.

Теңіздің терең қабатында тіршілік ететін организмдердіңқаңқа элементтері жартылай редуциялана бастаған, сүйек тканьдері известеліп, дене ұлпаларында судың мөлшері бірнеше есе көбейген. Аталған өзгерістік ерекшеліктер –судың терең қабатында болған кезде олардың қозғалу мүмкіндігін қамтамасыз етіп, еттерге түсетін күш пен энергия шығынын азайтуға бағытталған.

Гидротермальдық көздердің маңайындатіршілік ететін

жануарлардың энергетикалық метаболизмінде де айтарлықтай айырмашылықтар болатындығы байқалады. Бұл организмдердегі оттегін пайдалану деңгейі мен гликолиздік ферменттер активтілігі судың беткі қабатында тіршілік ететін түрлерімен бірдей. Себебі, аса тереңдіктегі гидротермальді көздердің маңайында тіршілік ететін организмдер қоректік заттармен барынша жақсы қамтамасыз етілген. Сондықтан мұндай организмдер үшін активті қозғалыс қажет.

Судың терең қабатындатіршілік ететін жануарлар дүниесінің морфологиялық өзгерістері олардың сол орта жағдайына бейімделісі мен қоректену өзгешеліктеріне байланысты. Ондай жануарлардың көпшілігі соқыр немесе аса күшті дамыған телескоптық көздері болады. Ал, кейбіреулерінде жарық шығаратын арнаулы мүшелер жүйесі дамыған.

Жыртқыш балықтардың бастары мен ауыздары үлкен, тістері ұзын және өткір болып келеді. Ауыз қуыстарына жарық

Жарық шығарғыш балықтар



шығаратын ерекше құрылымды, аса сезімтал ұзын мұртшалары орналасқан, солар арқылы жыртқыш түрлері қоршаған ортаны бағдарлап, қоректік заттарын оңай іздеп табады. Денелері жалпақ, бүйір қанаттары редукцияланған. Жоғарғы жақ сүйектерінен қармақ тәрізді өсінділер кетіп, олардың ұшы жемдерін іздеп табуға бейімделген жарық шашатын ерекше құрылымға айналған. Бұл –іші шырышты затпен толтырылған без, оның ішіне сәуле шашушы бактериялар қоныстанған. Жарық пайда болу үшін безге оттегі жеткізіліп тұруы қажет. Жарықтандырушы сәуле безді қанмен жабдықтайтын артериялар қабырғаларының кеңеюі нәтижесінде пайда болады. Қан тамырлары тарылса, жарық түзілу процесі тоқтайды. Аса тереңдікте тіршілік етуге бейімделген кейбір балықтардың

көздері болмайды, олардың денелерінде пигмент түзілмейтіндікпен реңі ақшыл болып келеді (Озернюк, 1992).

Қоршаған ортаның өзгерістері міндетті түрде организмде функциялар мен жүйелер ауытқуларын туғызады. Тіршіліктің негізгі қасиеттерінің бірі – осы сияқты сыртқы орта өзгерістеріне бейімделу. Бейімделушіліктің барысында функциялар мен жүйелердің қызметі тұрақталып, сыртқы орта факторлары әсеріне жауап ретінде жаңадан бейімделушілік механизмдері іске қосылады. Мұның нәтижесінде организмнің ішкі ортасының тұрақтылығын сақтауға бағытталған метаболизмдік өзгерістер жиынтығы қалыптасып, бекиді. Бейімделушілік реакцияларының үйлесімді қызмет атқаруында жүйке жүйесімен қатар эндокриндік бездер үлкен рөл атқарады.

Эндокриндік жүйе күрделі арнамалы және бейарнамалы бейімделушілік процестерін жүзеге асыруда маңызды қызмет атқарады. Бейімделушіліктің арнамалы реакциясы белгілі бір нақты тітіркендіргіштер әсер еткенде ғана іске қосылады. Мысалы, су мен тұз тепе-теңдігіне, көмірсутек пен май және энергия алмасуына нақты стимулдар түрткі болғанда пайда болатын жауап реакциялар. Бейарнамалы реакциялар – организмнің кез келген тітіркендіргіштерге қайтаратын жауап реакциясы және ол әсер етуші стимулдардың табиғатына байланыссыз, стереотипті түрде дамиды.

Организмнің бейімделушілік механизмдерінің ішінде эндокриндік жүйенің алатын орны мен атқаратын қызметін тұңғыш рет анықтаған Г.Селье болды. Оның қағидаларына сәйкес бейімделушіліктің негізін гипоталамус-гипофиз бүйрекүсті бездер жүйесінің активтілігі құрайды. Мұны организмнің стресс жағдайларынан байқауға болады. Стресс – күші мен табиғаты әртүрлі тітіркендіргіштерге жауап ретінде туындайтын организмнің бейарнамалық, бейімделушілік-қорғаныс реакцияларының жиынтығы. Стресс тудыратын агенттерді *стрессор* деп атайды. Стресс кезінде организмнің кез келген фактордың әрекетіне қарсы тұрақтылығын (резистенттілік) сақтауға бағытталған



Ганс Селье (1907-1982)

бейарнамалық, бейімделістік – қорғаныс реакцияларының жиынтығын Г.Селье бейімделушіліктің жалпы синдромы деп атаған. Ол үш сатыда өтеді: *абыржу (дабыл), төзімділік (резистенттік) және әлсіреу (түгесілу)*. Синдромның алғашқы - абыржу сатысында организм өзінің бейімделушілік мүмкіндіктерінің бәрін дерлік іске қосуына байланысты оның әсер етуші агенттерге қарсы тұрақтылығы арта түседі. Төзімділік (резистенция) – әрқелкі зиянды факторлар әсер еткенде организмнің орнықты күйін көрсетеді, яғни оларға төтеп беретін қасиеті. Бұл оның реактивтік қасиеттерін қалыптастырады.

Организмнің бейарнамалық реакцияларын реттеуде симпато-адреналдық жүйенің де атқарар қызметі күрделі. Стресс кезінде бұл жүйеден бөлінген катехоламиндер организмнің жалпы активтілігін арттырып, толып жатқан ішкі мүмкіндіктерді іске қосады:

Стресс кезінде симпато-адреналдық жүйеден бөлінетін катехоламиндердің организмнің жалпы активтілігін арттыруы

- липолиз процесі стимулданып, қандағы май қышқылдары көбейеді
- бауырда гликогенолиз күшейіп, гипергликемия пайда болады, қаңқа еттері мен кейбір ұлпаларда глюкозаны пайдалану артады
- дене температурасы жоғарылап, ұлпалық процестер (тыныс алу) жақсарады
- жүрек еттерінің қызметі жақсарып, қан қысымы көтеріледі
- жүрек етінің қанмен жабдықталуы жақсарады, бронхылар кеңейіп, өкпе вентиляциясы күшейеді
- мидың қыртысты қабатының қозғыштығы артып, қаңқа еттерінің жұмыс қабілеті еселенеді

Егер стресс шамадан тыс күшті немесе аса ұзаққа созылса, организмнің бейімделушілік-қорғаныс механизмі әлсіреп, жалпы бейімделушілік синдром үшінші сатыға –әлсіреу сатысына өтеді. Бұл сатыда организмнің стрессорлық факторларға төзімділігі төмендейді. Жалпы бейімделушілік синдромның іске қосылуында гипоталамус-гипофиз-бүйрекүсті бездер жүйесі маңызды рөл атқарады (78-сурет).



78-сурет. Жалпы бейімделушілік синдромын реттеуге қатысатын гормондар

Кез келген әсер етуші фактордың күшіне қарай бездің қыртысты қабаты активтеніп, глюкокортикоидтардың бөлінуін арттырады. Бұл процестің алдында гипоталамус-аденогипофиздік жүйе активтеніп, одан АКТГ бөлінуі күшейеді. Бұл жүйе абыржу сатысының бастапқы кезеңінде-ақ іске қосылады. Егер жануардың гипофизі мен бүйрекүсті бездерін алып тастаса, бейімделушіліктің жалпы синдромы жоғалып, организм түрлі стрессорлық факторларға деген резистенттілігін күрт төмендетеді.

Организмнің стрессорлық факторларға бейімделушілік қабілетін тек гормондармен ғана байланысты қарауға болмайды. Бұл процесс аса күрделі тетіктер арқылы да басқарылады және түрлі деңгейде өтеді. Дененің мүшелері мен жүйелерінде жүріп жатқан бейімделушілік өзгерістерді өзара үйлестіріп, бір арнаға бағыттау –жүйкелік және гуморальдық жолмен іске асырылады.



Қанның осмостық қысымының деңгейі ондағы тұздар концентрациясына, соның ішінде натрий иондарының концентрациясына тәуелді. Натрий иондарының суды ұстап тұратын қасиетіне байланысты олар организмнің осмостық қысымын реттеуге қатысады. Сонымен, организмдегі су алмасуы тұз алмасуымен тығыз байланысты.

Осмостық қысымның реттелуі мен натрий және калий иондарының арақатынастарының реттелуі арасында тығыз байланыс бар. Реттелудің бұл екі түрі де гормондар қатысуымен бүйрек, ішек, тер мен сілекей бездері, тері және желбезек сияқты арнаулы құрылымдарда жүреді. Насекомдарда бұл функцияны Мальпигиев түтікшелері атқарады. Аталған құрылымдар функцияларының өзгеруіне тікелей ықпал етуші факторлардың әсерінен (құрғақшылық, шөлдеу, сусыз тамақтану, су мен тұз тепе-теңдігінің бұзылуы т.б.) гормондар секрециясы да өзгереді. Осмостық қысым осы жолмен реттеледі және мұнымен бір мезгілде жүйке механизмі іске қосылады.

Жылы қанды жануарларда (гомойотермді) дене температурасы нейрогуморальдық механизмдер арқылы реттеледі. Жылудың реттелуі –дене температурасының тұрақтылығын сақтайтын функциональдық жүйе, ОНЖ-мен тура және кері байланыс арқылы өзін-өзі реттейтін процесс. Жылудың жасалуы мен шығарылуы тепе-теңдік жағдайда болады. Суық қанды жануарлардың (пойкилотермді) дене температурасы сыртқы орта температурасына тәуелді болады.

Жылу алмасуын реттеуде гипоталамустың алатын орны ерекше. Оның алдыңғы бөлімінде жылудың бөлінуін, ал артқы бөлімінде жылу жасалуын реттейтін орталықтар орналасқан. Бұл орталықтар жылуды арнаулы рецепторлардан келген импульстар арқылы реттейді.

Мұнымен қатар гипоталамус жылуды реттеу процесіне нейроэндокриндік механизм жолымен де қатысады.

Гормондар ұлпалардағы тотығу процестерін өзгерту арқылы жылу түзілу қарқындылығына әсер етеді. Мысалы, суыққа бейімделгенде тканьдердің оттегін пайдалануы артып, термогенез күшейеді. Дене қызған кезде тканьдік тыныс алу мен жылу түзілуі азаяды.



Қалқанша бездің секреторлық активтілігі сыртқы орта температурасына байланысты. Температура төмендесе оның функциональдық активтілігі күшейіп, жоғарыласа –азаяды. Қалқанша безі алынып тасталған жануар суыққа бейімделе алмайды. Тиреоидты гормондардың энергия алмасуына тигізетін әсері олардың "калоригендік" ықпалынан жақсы көрінеді. Тиреоидты гормондар жетіспесе зат алмасу процесі төмендейді, көп болса жоғарылайды.

Катехоламиндердің әсер ету механизмі тиреоидты гормондармен пермиссивті бағытта жүреді. Адреналинді "авариялық гормон" немесе "эмоциялықгормон" деп атайды. Экстремальдық жағдайларда катехоламиндер бұлшықеттердің жұмысы мен вестибуляторлық аппараттың жүйесін күшейтіп, рецепторлардың сезімталдығын арттырады. Катехоламиндердің мұндай қасиеттері организмді сыртқы орта талабына икемдеп, оған бейімделуге бағытталған.

Көпшілік суық қанды омыртқалылар қоршаған орта жағдайының өзгерістеріне сәйкес өздерінің түстерін бір күйден екінші күйге өзгертіп отырады. Бұл –гипофиздің ортаңғы бөлігінде түзіліп, пигмент алмасуын реттейтін меланотропты немесе интермеди деп аталатын гормонның әсеріне байланысты. Интермедиі терідегі пигменттік клеткаларда болатын пигмент - фусцин түйіршіктерін көбейтіп, клетка талшықтарын кеңейту арқылы, пигмент түйіршіктерінің клетка ішінде біркелкі таралуын қамтамасыз етеді. Мұның салдарынан тері қараяды. Адамның күнге күйген кезде тотығуы немесе қарайып кетуі осыған байланысты. Күн сәулесінің әсерінен гормон түзілуі күшейіп, теріде қара пигмент фусцин түзілуі үдейді.



Ал, күн сәулесі түспеген жағдайда гормон аз бөлінеді және клетканың ортасына жинақталады. Осыған байланысты меланоциттердің өсінділері қысқарып, көлемі жағынан көп орын





алмайды. Бұдан терінің түсі ағарады. Интермедии көз таяқшалары мен сауытшаларының қызметін жандандырып, көздің түнде көруін (бейімделістік) жақсартады. Жануарлардың жыл мезгілдеріне сай жүндерінің түсінің өзгеруі мен олардың түлеп отыру процестерін қамтамасыз етеді.

Гормондар адамдардың мінез-құлықтық реакциялары мен жануардың күрделі инстинктік әрекеттерін реттеуге қатысады. Бас миының функциясына эндокриндік әсерлер түрлі жолдармен жеткізіледі. Біріншіден, гормондар (глюкокортикоидтар, тиреоидты және жыныс гормондары) мидағы жүйке орталықтарының активтілігін тура және кері байланыс жолымен реттейді. Соның арқасында реттеуші гормондар тек қана реттелетін процестерге әсер етіп қоймай, ондағы өзгерістер бездер қызметіне кері бағытта әсерін тигізеді. Екіншіден, гипоталамус-гипофиз жүйесінде энкефалин және эндорфин тектес пептидтер түзіледі. Олар мидағы арнаулы рецепторлармен әрекеттесе отырып, жануарлар мен адамның мінез-құлықтық реакцияларын реттеуге қатысады және вегетативтік функциялардың өзара үйлесімді қызмет атқаруында маңызды рөл атқарады.

Эндорфиндер альфа, бета және гамма болып бөлінеді. Бета эндорфинді ми қарыншасына енгізсе, жануардың тыныс алуы ауырлап, қимыл-әрекеті бұзылады, мінез-құлқы өзгеріп, дене температурасы төмендейді.

Эндорфиндер опиоттық рецепторлар арқылы әсер етеді. Опиоттық рецепторлар негізінен, бас миының мінез-құлықтық, эмоцияны, ақыл-ойды басқаратын бөлігі –лимбиялық жүйеде көптеп шоғырланған.

## **9.5 Организмдегі физиологиялық процестердің ырғақтылығы**

Қоршаған ортаның алуан түрлі құбылыстары белгілі бір мерзімдерде заңды түрде ырғақты өзгерістерге ұшырап отырады. Күн мен түннің ауысуы, жыл мезгілдері, айдың толуы мен күн активтілігінің өзгерістері өз кезегінде тіршілікті қоршаған ортада да ауытқулар мен өзгерістерді, яғни, температура, жарық пен ылғалдылық, барометрлік қысым мен космостық радиацияны туғызып отырады. Осыған байланысты



тірі организмдер аталған мезгілдік өзгерістерге икемделіп отыруға мәжбүр болады және эволюциялық даму барысында оған бейімделудің ерекше механизмдері пайда болып, қалыптасты. Бұл механизм табиғаттағы ырғақтық ауытқулармен үндестік тауып, жануарлар мен адам организміндегі физиологиялық жүйелер функциясын сыртқы өзгерістерге сәйкестендіріп отырады. Тірі жүйелердегі осы тәріздес мезгілдік өзгерістер *биологиялық ырғақтылық* деп аталады. Биологиялық ырғақтылықты зерттейтін ғылым саласын *хронобиология* немесе биоритмология (*хронос*-уақыт, мезгіл) деп атайды. Қазіргі кезде адам мен жануарлар организмінде 400-ден аса биоырғақтылықтар белгілі болып отыр. Сонымен, организмге тікелей әсер ететін негізгі фактор, ол –уақыт. Ал, уақытты есептейтін физиологиялық механизм аса күрделі. Организмнің физиологиялық жүйелері мен мүшелері уақытты астрономиялық дәлдікпен есептей алады. Тірі организмдердегі физиологиялық ырғақтылықтар қоршаған ортаның мезгілдік өзгерістеріне сәйкес пайда болған. Организмнің тіршілік жүйелері органикалық дүниенің эволюциялық дамуы барысында табиғаттағы толып жатқан циклдық құбылыстарды қабылдап, оларды есепке алып отырды. Нәтижесінде олармен толық үндестік тауып, солардың ықпалымен қызмет атқара бастады. Организмде байқалатын физиологиялық ырғақтылықтар –сыртқы орта өзгерістеріне бейімделудегі негізгі механизмдердің бірі.

Физиологиялық процестердің циклдылығы туралы мағлұматтар ертеден белгілі. Ол жөнінде ертедегі Греция, Египет және Месопотамиялықтар жақсы хабардар болған. Тірі организмдерде уақыт өлшейтін "жасырын сағаттар" бар, олар солсағат бойынша тіршілік етеді деп жорамалдаған.

Эволюцияның барысында "тірі сағаттар" уақытты астрономиялық дәлдікпен өлшеу дәрежесіне көтерілді және организмдегі физиологиялық процестердің жылдамдығы мен бағытын есепке алып, оларды өзара сәйкестікке келтіріп, реттеп отырды. Уақытты есептеу жануарлардың мінез-құлықтарына ғана әсер етіп қоймай, олардың өсуі мен дамуына, зат алмасуына, көбеюі мен қоректенуіне және әртүрлі рефлексдер мен қоршаған ортамен қарым-қатынас жасауына да ықпал жасады. Уақытты есептеудің негізіне табиғаттағы құбылыстар

мен түрлі процестердің белгілі бір уақыт аралығында қайталанып отырулары алынады.

Физиологиялық ырғақтылықты зерттеудің бастапқы кезендерінде-ақ олардың шығу тегі жөнінде көптеген сұрақтар туындады:

1) ырғақтылық қоршаған ортаның ықпалынан тыс, организмнің өз ішінде пайда болып, автоматты түрде қозғалысқа келіп отыратын жүйе ме?

2) әлде сыртқы ортадан тұрақты түрде келіп отыратын импульстердің әсерінен бе?

Ырғақтылық жүйесі бір-біріне тәуелді және өзара тығыз байланыста болады. Осыған байланысты организмдегі ырғақтылық құбылыстарын *негізгі* (бастаушы) және *қосымша* (ілесуші) ырғақтылықтар деп бөледі. Негізгі ырғақтылықтар ОНЖ мен эндокриндік бездерде пайда болатын болса, қосымша ырғақтылықтарға—температуралық, пульстік және зат алмасу жатады.



Бұлардан басқа *физиологиялық* және *экологиялық* ырғақтылық құбылыстары белгілі. Физиологиялық ырғақтық деп қоршаған орта факторларының әсеріне тәуелсіз және тұрақты түрде пайда болып отыратын организмнің түрлі жүйелеріндегі циклдық (оралымды) ауытқуларын айтады. Мұндай құбылыстарды *эндогендік* (*ішкі*) ырғақтылыққа жатқызады. Эндогенді ырғақтылықтар іштен туа пайда болады және тұқым қуалаушылық факторларымен тығыз байланысты. Ішкі ырғақтылықтың кезеңі (периоды) сыртқы түрткілерге тәуелсіз,



ол тұрақты болады. Мысалы, жүрек соғысы мен ми қыртысының электрлік потенциалының ырғақты ауытқуы. Егер ырғақтылық құбылысы бір түрге жататын жануарлардың бәріне тән болса, онда ол шығу тегі жөнінен эндогендік болады және тұқым қуалайды. Егер тыныштық пен белсенділік, зат алмасуының жеделдеуі немесе баяулауы және т.б. әрекеттер сыртқы орта жағдайларының өзгерістеріне сәйкес болатын болса, оларды *экзогендік (сыртқы)* ырғақтылыққа жатқызады. Осыған байланысты уақыттың белгілі бір аралығында организм сыртқы сигналдарды қабылдауға дайын болады, келген сигналды қабылдап, оған жауап қайтарады. Егер сырттан сигнал түспесе, жауап реакциясы пайда болмайды. Бұл –экзогендік ырғақтылық. Экзогендік ырғақтылық пайда болу үшін арнаулы ішкі механизм қажет.

Қазіргі кезде хронобиологияның экологиялық салалары кеңінен дамуда. Ол әуелі тіршіліктің төтенше жағдайларына икемделу мен акклиматизациядан тұрады. Экологиялық ырғақтылықтар сыртқы ортаның циклдық өзгерістеріне тәуелді болып келеді, Сондықтан оның пайда болу ырғақтылығы экзогендік факторлар әсеріне тікелей байланысты.

Сыртқы түрткілердің кезектесіп қайталануынан эндо-және экзогендік ырғақтылықтар бірігіп кетуі мүмкін. Мұндай аралас ырғақтылықтар қоршаған орта өзгерістеріне аса икемді келеді. Мысалы, құстар мекеніне суық түскенде қайтатын болса көптеген қиыншылықтарға душар болған болар еді. Бірақ, ішкі және сыртқы ырғақтылықтардың өзара бірігуі ондай ситуациялық жағдайға жібермейді. Сонымен, биологиялық сағаттар - физиологиялық ырғақтылықты туғызатын күрделі механизм.

Уақытты есептеуді әрбір мүшенің қызметінен, ондағы зат алмасуы мен секреторлық процестердің циклдылығынан байқауға болады. Жекеленген жүйелер мен мүшелер уақытты өз беттерімен дәлме-дәл есептей алады. Демек, организмнің клеткаларындағы, тканьдері мен мүшелеріндегі ырғақтылықтың циклдық ауытқуларын реттеп отыратын қандайда бір орталық механизмнің болуы мүмкін.

Физиологиялық ырғақтылық организмнің күрделі әрекетін қоршаған орта өзгерістерімен үйлесімді қызмет атқаруға

мүмкіншілік туғызып қана қоймай, мүшелер мен жүйелердің өзара үндестік тауып, келісімді қызмет атқаруларын реттейтін "кесте" болып табылады.

Тәуліктік ырғақтылығы жануарлар дүниесінде кеңінен тараған. Мысалы, актиний теңіз толқыған кезде қармалаушы аяқтарын жайып, активті тіршілік жағдайына көшеді, ал су қайтқан мезгілде жиырылып қалады. Егер оны су деңгейі өзгермейтін аквариумда ұстаса да бәрі бір, теңіз толқынының тасуы мен қайту мезгіліне сәйкес активтілік дәрежесін өзгертіп отырады.

#### Тәуліктік ырғақтылығы



Биологиялық сағат –табиғаттағы мезгіл-мезгіл қайталанып отыратын циклдық құбылыстарға жауап ретінде организмде тарихи қалыптасқан аса күрделі реакциялар жиынтығы. Биологиялық сағат –организмнің қоршаған орта өзгерістеріне бейімделуіне мүмкіндік беретін ерекше механизм. Мұның бейімделушілік элементтерінің тұқым қуалаушылық тізбегіне беріліп отыруында маңызы зор. Мысалы, Европалық угорьлардың жыныстық пісіп-жетілуі Европа өзендерінде қалыптасады, ал уылдырықтың пісіп-жетіліп, жаңа ұрпақтың дүниеге келуіне басқа жағдай қажет. Міне, осыған байланысты угорьлар жыл сайын Атлант мұхитын кесіп өтіп, Саргасс теңізінде 2000 м тереңдікте уылдырық шашады. Бұл –ұрпақтан ұрпаққа беріліп келе жатқан ырғақты қайталанатын процесс.

Циркадиальды ырғақтылық жануарлар мен өсімдіктер дүниесінде кең тараған. Бұл –тәуліктік ырғақтылықтың негізіне кіретін және тұқым қуалау барысында толық қалыптасқан,



қайталау кезеңі 24 сағатқа жақын болатын физиологиялық процестердің эндогендік циклы. Циркадиальды ырғақтылықтар автономды процестер қатарына жатады, дегенмен сыртқы орта факторларымен үндестік тауып, қабаттасып кетуі мүмкін (жарық пен температура өзгерістерінен). Өсімдіктер дүниесінде циркадиальды ырғақтылықтар фотосинтездік процесті, ал жануарлар әлемінде олар зат алмасу мен организмдердің қозғалу активтілігін қамтыған. Циркадиальды ырғақтылықтың кезеңі (период) тәуліктік мерзімділікпен сәйкес келе бермейді. Мысалы, құстарды қараңғылықта ұстаса олардың тәуліктік активтілік циклы мен газ алмасу процесі ұзақ уақыт сақталады (3-4 айға дейін), бірақ аталған физиологиялық көрсеткіштердің ауытқу кезеңі тәуліктік 24 сағатпен дәлме-дәл келмей, біраз ауытқушылықты көрсетеді.

Физиологиялық функциялардың ырғақтылығы – организм тіршілігінің негізгі ерекшеліктерінің бірі. Тәуліктің 24 сағатымен байланысты ырғақтылықты тәуліктік ырғақтылық деп атайды. Тәуліктік ырғақтылық жануарлардың сыртқы орта өзгерістеріне икемделуінде маңызы зор. Қазіргі кезде организмде жүзден астам физиологиялық функциялардың тәуліктік кезеңі (период) белгілі. Мысалы, тәулік бойы дене температурасы (маймылдарда 4-5°C, адамдарда 1°C), тыныс алу жылдамдығы, қан мен зәрдің құрамы, жүрек қызметі, асқазан сөлінің бөлінуі, ой еңбегінің қабілеті сияқты физиологиялық көрсеткіштер өзгеріп отырады.



Ертедегі болжамдар тәуліктік ырғақтылықты іштен туылған реакция және ол космостық циклдардың тірі организм



денесіндегі сәулеленуі деп қараған. Адам мен жануарларға жасалған зерттеулер мен тәжірибелер бұл болжамның дұрыстығын дәлелдеп шықты.

Биологиялық ырғақтылықтар аса икемді және қоршаған орта өзгерістеріне тез бейімделгіш. Қажет болған жағдайда организм жаңадан динамикалық стереотип қалыптастырып, қимылдық әрекеттің жаңа ырғақтарын жасай алады. Міне, сондықтан да адамдар жаңа жұмысқа біртіндеп үйренеді және белгілі бір уақыт өткеннен кейін барып бұрынғы жұмыс қабілетін бастапқы қалпына келтіре алады.

Жануарлардың тәуліктік немесе маусымдық активтіліктері негізінен, жарыққа байланысты. Егер жарық пен қоректену тәртібі бұзылатын болса жануарлардың көптеген физиологиялық көрсеткіштері (температура, зәрдің рН көрсеткіші, қозғалу активтілігі т.с.с.) қалыпты жағдайдан ауытқиды. Жарықты қабылдап, оның жыл мезгілдеріне сәйкес әсеріне байланысты физиологиялық көрсеткіштердің қалыпты жағдайдан ауытқуын туғызатын негізгі рецептор –көз, сыртқы фактор –жарық.Тәуліктің тәуліктік реттелуі –судың терең қабатында өмір сүретін тіршілік иелері мен үңгірлерде тұрақты мекендейтін троглобионттар мен паразиттерден басқа барлық тіршілік иелеріне тән қасиет. Мұндай ерекшеліктер сұрыптау процесімен тығыз байланысты. Табиғи сұрыптау процесінің нәтижесінде сыртқы ортаның кезеңдік өзгерістеріне қажетті белгілер сақталып, одан әрі дамытылады да қажет еместері жойылып кетіп отырады. Қазіргі көзқарас бойынша жылы қанды жануарлардың тәуліктік ырғақтылық өзгерістері гипоталамус функциясымен байланысты. Ал, құстардағы түрлі процестердің тәуліктік өзгерістерін бір зерттеуші жұтқыншақ асты түйінде-рінде түзілетін нейросекреторлық жүйемен байланысты қараса (Слонин, 1971), екінші бір зерттеушілер бүйрекүсті бездерінде түзілетін кортикостероидты гормондар концентрациясыныңкүндізгі деңгейімен салыстырады (Шилов, 1985). Тәулік бойына қоректі заттарды іздеп табумен байланысты жануарлардың активтілігі ылғида өзгеріп отыратыны белгілі (күндізгі, түнгі және іңір кезіндегі активтіліктер). Ал, кейбір жануарлар мен құстар тәуліктік ұйқыға кетеді.





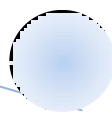
Тәуліктік ырғақтылықтың реттелу механизмдері қоршаған ортаның ерекшеліктеріне сәйкес қалыптасқан. Мысалы, кейбір балықтарда (форель, стерлядь - лат. *Acipenser ruthenus* – осетр тұқымдас балық, ұзындығы 125 см дейін, салмағы 16 кг-дай) ол экзогендік факторлар, яғни фотопериодизм процесі арқылы реттелсе, күн мен түннің қалыпты ауысуы болмайтын арктика жағдайында тіршілік ететін жануарлар дүниесінде бұл процесті эндогендік механизм атқарады.

Адамның дене температурасы, ұйқы мен сергектілік және кеңістікте қозғалуы сияқты қабілеттері қоршаған орта жағдайының әсері негізінде туылғаннан кейін қалыптасады. Дене температурасы үш аптаға дейін тұрақты болады, ал 4-9 аптадан кейін сағат 6-11-де көтеріледі де түнгі 22 сағатта төмендейді. Сол сияқты, басқа да физиологиялық әрекеттер әрқайсысы туылғаннан кейін белгілі мерзімде бір-бірінен тәуелсіз түрде өзіндік ырғақтарға ие болады. Тәуліктік ырғақтылықтардың қалыптасуында сыртқы факторлардан басқа эндокриндік жүйенің пісіп-жетілуі мен ырғақтылық процестерге қатысты көптеген құрылымдардың функциональдық біртұтастығының маңызы зор.

Сыртқы ортаның циклдық, кезеңдік экологиялық факторлары әсер етпейтін үндірлер (троглобионттар) мен мұхит терендіктерінде тіршілік ететін жәндіктерде тәуліктік ырғақтылықтар болмайды.

Биологиялық процестер ырғақтылығының түрлі деңгейде (молекулалық, клеткалық, организмдік және популяциялық) жүруіне байланысты тәуліктік ырғақтылықты реттеу механизмінде өзара тәуелділік принциптері сақталған.

Омыртқалы жануарлардың тәуліктік ырғақтылық процесін реттеуге гипоталамус, оның ішінде супрахиазмалық ядролар қатысса, құстарда ол процесс эпифиз арқылы реттеледі. Мысалы, кәдімгі торғайдың қанынан мелатонин концентрациясының циркадиальды ырғақтылығы байқалған. Гипоталамустың супрахиазмалық ядроларын бұзса аталған гормонның циркадиальдық секрециясы ырғақтылығынан айырылады. Бұдан құстардағы гормондар секрециясының ырғақтылығын реттеуге гипоталамустың да қатысы бар деген болжам туындайды.



Гипоталамус, эпифиз және осылар сияқты басқа да құрылымдар арқылы реттелетін эндогендік тәуліктік ырғақтылыққа сыртқы орта факторлары әсерін тигізіп отырады. Мысалы, суық қандыларда кездесетін ырғақтылық процестері толықтай сыртқы орта температурасына тәуелді. Сондықтан фотопериодизм олар үшін негізгі сигналдық фактор ролін атқарады. Ал, жылы қандылар үшін (құстар) биологиялық активтіліктің тәуліктік ырғақтылық компоненттерін жарық көзі құрайды.

Тербеліс кезеңдері бір жылға жуық физиологиялық әрекеттерді *маусымдық ырғақтар* деп атайды. Маусымдық ырғақтар – организмнің қоршаған ортаның маусымдық өзгерістеріне бейімделуін қамтамасыз ететін іштен туған күрделі әрекеті. Бұл әрекеттер организмді жылдың әртүрлі маусымындағы сыртқы ортаның құбылмалы өзгерістеріне нақтылы икемдеп отырады. Климаттың маусымдық ырғақтылығы жануарлар организмне күшті әсер етіп, терең іздер қалдырады. Сондықтан организм әрекеттерінің тербеліс шегі мен бағыты әрбір түрдің экологиялық ерекшеліктеріне байланысты дамиды. Маусымдық өзгерістер қыста ұйықтайтын, алыс қашықтыққа қоныс аударатын және көбеюі жыл маусымымен байланысты жануарлар дүниесінде кездеседі. Маусымдық тербелістер организмнің барлық әрекетін қамтиды. Жануарлардың жылдың маусымдық өзгерістеріне икемделуінде жарық режимінің маңызы зор. Жарық режимі олардың активтілік кезеңі мен тіршілік ырғақтылығын анықтайды. Мысалы, кеміргіштер (норка-қара күзен) тіршілігінің активті кезеңі – күннің ең ұзақ мөлшері – көктем мен жаз айларына сәйкес келеді. Бұл құбылысты солтүстік бұғыларының тіршілігінен жақсы байқауға болады. Күз түссе, олар топ құрып, алыс қашықтыққа аттанады. Көптеген жануарлар мен құстардың жыныстық активтенуі көктемде байқалады. Өйткені олардың жыныс клеткаларының пісіп-жетілуі мен жыныс гормондарының түзілуі осы мезгілде күшейіп, жылдың басқа уақытында тежеледі. Жануарлардың жыныс бездерінің активті қызметі күн сәулесінің ұзақтығына байланысты. Сондықтан онда түзілетін жыныс гормондары жануарлардың жыныстық мінез-құлқына әсер етіп қоймай, олардың репродуктивтік қызметін де

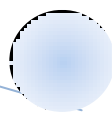


анықтайды. Бұл заңдылықты еліктің көбею циклынан байқау қиын емес. Олар шілде-тамыз айларында шағылысқанмен ұрықтанған жұмыртқа клеткасы жатырдың қабырғасына бекінбейді және дамымайды. Жатырдың қабырғасына бекінісіп, одан арғы даму процесі желтоқсанның екінші жартысында басталып, ұрпақ жарық дүниеге күн әбден жылынып, шөп көбейген кезде, яғни мамыр айында келеді.

Климаттың маусымдық өзгерістерінің эндогендік ырғақтылықпен үндесті әрекеті негізінде организмде көптеген физиологиялық процестердің циклдығы пайда болып, қалыптасты. Физиологиялық процестердің маусымды-ырғақты бейімделушіліктерін қадағалайтын сыртқы түрткілерге негізінен, фотопериодизм құбылысы жатады. Аталған бейімделістік процестерге фотопериодизмнен басқа сыртқы ортаның температурасы мен ылғалды өзгерістері сияқты факторларда белгілі дәрежеде тиісті ықпалын тигізіп отырады.

Алуан түрлі физиологиялық процестердегі эндогендік маусымдық ырғақтылықты іске қосып, оны реттеуде эндокриндік жүйенің, соның ішінде гипоталамус-гипофиз жүйесінің маңызы зор. Бұл жүйенің негізгі қызметі –эндогендік ырғақтылық механизмін сыртқы ортаның циклдық өзгерістерімен үйлестіріп отыру. Кез келген фотопериодтық өзгерістер гипоталамустың нейросекреторлық активтілігін күшейтіп, нейроромондар түзілуін арттырады. Түзілген нейроромондар гипофиз арқылы дененің шетінде орналасқан басқа да бездер қызметін стимулдайды. Мысалы, бүйрекүсті және қалқанша бездерінің массаларының, морфологиясы мен функциональдық активтіліктерінің маусымдық өзгерістерге ұшырап отырулары осының дәлелі. Сонымен, гипоталамус-гипофиздік жүйе –эндогендік ырғақтылықты сыртқы ортаның циклдық өзгерістерімен үйлестіріп отыратын механизм және ол кез-келген бейімделушілік процесінің көп жақты, стратегиялық негізін қалайды.

Кез-келген биоырғақтылықтың негізіне геофизикалық факторлардың циклдық өзгерістерімен тығыз байланысты болып келетін организмнің физикалық-химиялық процестері мен нейрогуморальдық жүйелерінің кезеңдік ауытқулары жатады. Организмнің ырғақты құрылымы тұқым қуалайды. Сондықтан ол көптеген физиологиялық әрекеттердің өздігінен



туатын циклдық көріністерін жүзеге асырады. Жоғарыда атап көрсетілгендей, организмдегі көптеген процестердің (көбею, жылууды реттеу, зат және энергия алмасулары) жүруін қадағалайтын негізгі сыртқы түрткілердің бірі – фотопериодизм. Жарық пен қараңғы мезгілдері көптеген физиологиялық процестердің ырғақтылығын қалыптастырады. Мұны жануарлар дүниесінде кездесетін ұйқыға кету сияқты құбылыстардан байқауға болады.

Тірі организмнің уақытты бағдарлау қабілеттілігін көрсететін "биологиялық сағаттың" негізі –клеткадағы физикалық-химиялық процестердің белгілі бір уақытта қайталанып отыруында. Оның өзгеру ырғағы тұқым қуалау арқылы қалыптасқан және ол геофизикалық факторлардың өзгеруіне байланысты. "Биологиялық сағатқа" байланысты жануарларда уақытты бағдарлау жүйесі пайда болып, ол тиісті уақыт мерзімін болжауға мүмкіндік туғызды. Осы процестің механизмін түсіндіру үшін бірнеше болжамдар ұсынылып отыр. Соның бірі –мультиосциляторлық болжам. Организмдегі толып жатқан физиологиялық ырғақтардың басын қосып біріктіретін және бір арнаға бағыттайтын орталық болуы мүмкін. Ол орталық мида орналасқан. Оны негізгі пейсмеркер деп атайды және ол өзінде пайда болған ырғақтарды барлық жүйелерге енгізіп отырады. Негізгі пейсмеркерден басқа пейсмеркер қасиеті бар қосымша осциляторлар болуы мүмкін, бірақ, олар иерархиялық баспалдақта негізгі пейсмеркерге бағынады.

"Биологиялық сағаттың" гендік механизмін түсіндіретін екінші болжам - "хронон болжамы" (хронос - уақыт, мерзім). Ырғақты бақылаушы – субстрат ретінде ДНК қатысады деп есептейді. Өйткені РНК-ның түзілуі белгілі бір мерзімге тураланған.

Көптеген деректер "биологиялық сағаттың" шығу тегін клетка мембранасының қасиетімен байланыстырады. Бұл болжамға сәйкес биологиялық ырғақтарды реттеу – клетка мембранасының өткізгіштік қасиеті мен калий иондарын өткізетін каналдар қызметінің мерзімдік өзгерістеріне байланысты. Мембраналық құрылымдар өзінің қабылдағыш қасиеті арқылы (рецепторлар) температура мен жарық режимінен туындайтын ырғақтарды реттейді.



Клеткада туындайтын биохимиялық процестердің автоматты түрде ауытқып отыруларына байланысты, ондағы жүретін барлық метаболизмдік реакцияларды мезгілді процестер деп қарайды. Осыған байланысты РНК-ның түзілуі тәуліктің белгілі бір мерзіміне сәйкес келеді. Мысалы, түнде тіршілік ететін кеміргіштердің бауыр клеткаларында РНК түзілуінің ең көп мөлшері таңертеңгілік, ал ядролық белоктар түзілуінің жоғарғы көрсеткіші түн жарымында байқалады. Сөйтіп, РНК-ның түзілуі белгілі бір мезгілге тураланған және ол жануарлардың тіршілік калпын көрсетеді.

Көптеген ғылыми еңбектерде организмнің орталық ырғақтылығын жүргізуші және реттеуші механизмі ретінде эпифизге ерекше мән береді. Олардың пікірінше, эпифиздің өзіндік биологиялық сағаты сыртқы факторлардың, әсіресе, күн мен түн алмасуына тәуелді. Кейінгі кезде бұл без тек құстардың тәуліктік ырғақтылықтарын реттейтіндігі дәлелденіп отыр.

Сүтқоректілерде орталық ырғақтылық әрекетін гипоталамус, соның ішінде оның супрахиазмалық ядросы атқарады. Супрахиазмалық ядролар гипоталамус пен торлы құрылым жүйесі арқылы акпараттарды қабылдап, оны симпатикалық жүйке талшықтары арқылы мүшелер мен тканьдерде орналасқан осцилляторларға жеткізеді.

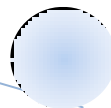
Бұлармен қатар ми қыртысының биологиялық ырғақтылықты қалыптастыруға қатысы бар екендігі дәлелденіп отыр. Орталық жүйке жүйесінің әртүрлі бөлімдерінде (жұлын, торлы құрылым, таламус), мишық пен ми қыртысында ырғақтылықты түзетін көптеген нейрондар тобы табылды. Осы нейрондардың ырғақты биоэлектрлік активтілігі олардың мембранасының күйіне, потенциалдық өзгерістеріне, натрий, калий және кальций каналдарының жағдайына байланысты екендігі анықталды.

Сонымен бірге бүтіндей организмдегі барлық циклды өзгерістер вегетативтік және гуморальдық жүйелер арқылы да қамтамасыз етіледі. Мұны жыл маусымның және тәуліктің белгілі бір мерзіміне сәйкес келетін вегетативтік жүйкенің активтілігі мен гормондардың бөліну кезеңдерінен байқау қиын емес. Мысалы, ұйқы мен сергектік вегетативтік жүйкенің тәуліктік ырғақтылығымен тығыз байланысты. Мысалы, ұйқы



кезінде парасимпатикалық жүйкенің тонусы жоғары болса, сергектік кезде адрено-симпатикалық жүйкенің әрекеттік активтілігі басым келеді. Осыған байланысты түнгі мезгілде катехоламиндер зәр арқылы сыртқа аз, ал күндіз көп шығарылады.

Сонымен, организмдегі барлық физиологиялық ырғақты құбылыстар нерв пен гуморальдық жүйелер арқылы ұйымдастырылып, іске асырылады.



## Х Т А Р А У

### ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ФИЗИОЛОГИЯ

#### 10.1 Бейімдеушіліктің жалпы принциптері

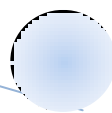
Организм өзінің тіршілік әрекетін сақтау үшін қоршаған ортамен тығыз қарым-қатынаста болады. Ол сыртқы ортадан қажетті энергияны, пластикалық заттарды қабылдап, энергияға бай күрделі химиялық қосылыстарды жинайды, өседі, дамиды және басқа да тіршілік әрекеттерін атқарады. Сондықтан, организм сыртқы ортамен әр уақытта тығыз байланыста болады және онсыз өмір сүруі мүмкін емес. Қоршаған ортаның организмге әсер ететін жеке элементтерін сыртқы факторлар деп атайды. Организмге сыртқы факторлар жекедара немесе комплексті түрде әсер етеді. Осыған орай организмнің морфологиялық және физиологиялық бейімделушілігі де түрліше жүреді. Бейімделу процесінің барысында организмде ортаның экологиялық жағдайларына төзімділік қасиеті қалыптасады.

**Экологиялық физиология** жалпы физиологияның бір тармағы ретінде өз алдына жеке пән болып қалыптасты. Оның мақсаты мен міндеті – түрлі орта жағдайларының әсерінен жануарлар организмінде пайда болып қалыпта-сатын бейімделушілік механизмдерін зерттеу.

Тіршілік ортасының қолайсыз әсерлерінен организмнің әлсіз клеткалары жойылып, күштілері өніп-өсіп, олардың тіршілік әрекеттері өзгереді де қолайсыз жағдайға төзімділігі артады. Орталық нерв жүйесі мен эндокриндік жүйенің күрделі функциясы арқасында жануарлардың жалпы құрылысы мен мүшелерінің қызметі өзгерген ортаға бейімделіп, организм мен сыртқы орта арасында үйлесімділік қалыптасады.

Организм бір тіршілік аймағынан экологиялық жағдайы басқаша екінші ортаға ауысса, онда оның көптеген физиологиялық процестерінде өзгерістер туып, жаңа жағдайға бейімделу процесі жүреді.





Жалпы физиология – барлық тірі организмдерге тән ортақ заңдылықтарды зерттейді (зат және энергия алмасуы, термодинамиканың негізгі заңдары, қозғалыс пен тітіркенудің табиғаты, клетка тіршілігінің потенциалдық көріністері, өсу мен көбеюі, т.б.).

Экологиялық физиология экология проблемаларымен де тығыз байланысты, өйткені ол өзінің зерттеулерін экологияның жалпы заңдылықтары негізінде жүргізеді.

Егер физиолог кейбір функциялардың дамуын зерттеу үшін түрлі топқа жататын жануарларды (тышқан, мысық, бақа, ит, іріқара малдары) пайдаланатын болса, экологиялық физиология ондай заңдылықтарды зерттеу үшін әртүрлі орта жағдайында тіршілік ететін бір түрге жататын особьтарды ғана пайдаланады. Бір түрге жататын, бірақ әртүрлі ортада өмір сүруге бейімделген жануарлардың физиологиялық және морфологиялық ерекшеліктерін салыстыру – олардағы рефлекторлық әрекеттердің қалыптасуы мен түрлі биохимиялық процестер ерекшеліктерін түсінуге мүмкіндік береді.

Экологиялық және физиологиялық зерттеулер бір ғана мүшенің немесе жүйенің қызметін зерттеумен шектелмейді. Сондай-ақ, түрлі экологиялық ортада тіршілік ететін жануарлар организміндегі физиологиялық функциялардың сапалық айырмашылықтары мен онтогенездік даму барысындағы түрлі физиологиялық функциялар мен жүйелердің қалыптасу заңдылықтарын зерттейді.

Әдетте, белгілі бір жүйенің қоршаған орта жағдайына бейімделуі басқа да функциялардың өзгерістерімен қабаттас жүреді. Мысалы, организмнің оттегі жетіспеген ортаға бейімделуі міндетті түрде тыныс алу, жүрек-қан тамырлары мен қан айналу жүйелерін қамтиды. Көп жағдайларда осы сияқты жүйелік бейімделушіліктер бірін-бірі қайталауы немесе өзара алмасуы мүмкін. Жеке жүйелердің қызметі мен олардың реакцияларын өзара салыстыру арқылы ғана өзгерген орта жағдайына бейімделушіліктің механизмдерін ашуға және оның маңызын дәлелдеуге болады.

Экологиялық физиология – жануарлардың түрлі экологиялық ортада тіршілік ету әрекеттері мен олардың

бейімделушілік механизмдерін зерттейтін физиология ғылымының маңызды және дербес салаларының бірі.

Экологиялық физиологияның практикалық маңызы зор. Адамның экстремальдық ортаға бейімделуін зерттеумен қатар ауылшаруашылық малдарының өнімділігін арттыру және оларды аудандастыру, ауылшаруашылық өсімдіктерінің зиянкестерімен күресуде үлкен рөл атқарады.

Экологиялық физиология өзінің ғылыми-зерттеу жұмыстарының барысында негізінен, екі түрлі зерттеу әдістерін қолданады: оның біріншісі - тәжірибе алдында табиғи жағдайда тіршілік ететін жануарларды ұстау (экспедиция). Мұнда зерттеуші физиолог жануарлардың табиғи ортадағы тіршілік ету ерекшеліктері жөнінен мәліметтер жинақтап, тәжірибе жұмыстарын осыған сәйкес жүргізеді. Мұның жануарлардың физиологиялық реакцияларын түсініп, талдауда маңызы зор.

Табиғи - дала жұмыстарында дистанциялық және белгіленген атомдар әдістері де қолданылады. Бұл – организмдердің белгілі бір территорияда тарау заңдылықтарын анықтауда үлкен рөл атқарады.

Ал, көпшілік жұмыстарда организм функцияларын күрделі аппаратуралар арқылы тіркеп, алынған мәліметтерге тиісті талдаулар жасалады (пульс, тыныс алу, мүшелер мен тканьдердегі электрлік құбылыстар, жануарлардың қозғалу бағыттары, т.б.).

Екінші әдіс – жануарларды лаборатория жағдайында ұстау. Мұнда жануарлардың қай жерде қашан ұсталғаны, жасы, ұрпағы, жасанды ортаның әсері, т.б. туралы көптеген мағлұматтар қалыптасады. Мұның да белгілі бір заңдылықты қалыптастырып, оларды өзара салыстыруда маңызы зор.

Экологиялық-физиологиялық зерттеулер практикалық жағынан да тиімді. Өйткені, мұнда тек түрлі экологиялық жағдайдағы физиологиялық және морфологиялық өзгерістерді





ашып, заңдастырып қана қоймай, ауыл шаруашылық малдарының физиологиясы мен зиянды және пайдалы жәндіктердің таралу ерекшеліктерін және олардың физиологиясын зерттеумен де шұғылданады.

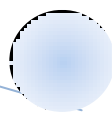
Жалпы экологияның зерттеу объектілерінің бірі – адам экологиясы. Сондықтан, адам экологиясы адамзаттың табиғатпен байланыстылығын ескере отырып, қоршаған орта мен қоғамның арақатынасын зерттегенде биологиялық факторлармен қатар әлеуметтік проблемаларды да қамтиды. Адамзаттың қоршаған ортаға тигізетін әсерін адам экологиясы зерттейді.

Адамдар ерте заманнан табиғат ресурстарын өздерінің керегіне жаратып келеді. Ғылым мен техниканың өсуіне байланысты қазіргі адамдар үлкен күшке айналып отыр. Оның үстіне адамзаттың саны көбейіп, табиғат байлықтарын пайдалану еселеп өсті.

Шаруашылық мұқтаждықтары үшін жаңа территорияларды игеру – адамдарды жаңа ортаға қоныстандырумен қабаттас жүретіні белгілі. Адамдарды жаңа ортаға қоныстандыру үшін сол ортаның өзгерістері мен олардың организмге әсер ету ерекшеліктерін жақсы білу керек. Қазіргі кезеңдегі экологиялық проблемалардың өзекті мәселелерінің бірі – адамзаттың қоршаған ортамен қарым-қатынасы, денсаулығы, тіршілігі мен тұрмыс салты.

Адамзат миллион жылдар бойы қалыптасқан тепе-теңдікті бұзып, қоршаған ортаны тоздырып, өздерінің өміріне қауіпті факторға айналдыра бастады. Өздері қолдан жасаған зиянды түрткілер одан да күрделі түрде және күшті әсер етуде, өйткені адамзаттың өздері өзгерткен төңіректің, яғни биотехносфераның факторлары олардың адамдық қасиеттері мен психологиясына әсер етіп қана қоймай, толып жатқан алуан түрлі дерттерге шалдықтыруда.

Адам экологиясының негізгі міндеті – адам мен биотехносфераның үйлесімді, үндесті дамуын қамтамасыз ететін шараларды табу, қоршаған ортаның табиғи жүйесін сақтау. Адамзат өздері жасаған өндіріс құралдары мен күрделі техникалар арқылы табиғатқа үлкен ықпал жасап, оны мүлде өзгерте алатын сатыда тұр. Сонымен бірге, олар өздерінің



жаратылысын, табиғи, рухани және психологиялық әлемін мүлде өзгертулері мүмкін. Демек, адамдардың биологиялық табиғатын сақтау үшін барлық үйлесімді мүмкіндіктерді қолдану керек. Ол үшін адамзаттың биологиялық табиғатын, оның дене және парасат жүктемелерін сақтап қана қоймай, керісінше, жан-жақты қарқынды жүктемелер оның мүшелері мен жүйелерінің іс-әрекетін үйлестіріп, организмнің толық дамуын, олардың бойындағы барлық мүмкіндіктерін ашуға және жетілдіруге жағдай туғызады. Сонымен, адам экологиясының басты міндеті – адам мен қоршаған орта жағдайын сақтай отырып, олардың өзара қарым-қатынастық бейімделушіліктерін қамтамасыз ету.

Адамзаттың жаратылысы мен тіршілік әрекеті биологиялық және әлеуметтік қатынастар жиынтығынан тұрады. Сондықтан, бұл екеуінің арасалмағын анықтау – адам экологиясының табиғаты мен мәнін білумен қатар, адамның өзі өзгерткен ортасына бейімделу механизмдерін ашып көрсетудің құралы.

Адамның мінез-құлықтық дағдысының қалыптасуына қоғамның ықпалы ерекше, өйткені адамдардың табиғи қасиеттері мен қоршаған ортаға көзқарастары әлеуметтік жағдайлар арқылы қалыптасады. Қажеттілік туған кезде әлеуметтік орта адам бойындағы табиғи және биологиялық сапаларды өзгертіп, басқа арнаға бағыттайды. Демек, адам экологиясының негізгі міндеттерінің бірі – қоршаған ортаны сақтап, адамдардың жаңа экологиялық ортаға бейімделушіліктерін қамтамасыз ету.

Қоршаған ортаны өздерінің қажеттеріне жарату үшін адамзат бірлесіп, қоғамдастықтың ерекше түрін құрып, онда өмір сүрудің заңдары мен ережелерін бекітеді. Сөйтіп, адамдардың өмір сүруі тек биологиялық факторлармен шектелмей, қоғам заңдары мен ережелеріне де байланысты болады. Демек, адам мен қоршаған әлеуметтік орта арасында биологиялық, әлеуметтік және психологиялық бейімделушілік қатынастары орнайды. Басқаша айтқанда, адамзат өздері өмір сүріп, тіршілік ететін ортасын өзгерте отырып, өзгерген орта жағдайына бейімделе алу қасиетіне ие болады. Сондықтан адамзат экологиясы табиғатпен тығыз байланысты, табиғат пен қоғамның арақатынасын зерттегенде биологиялық фактор-



лармен қатар әлеуметтік проблемалар да қамтылады. Осыған сәйкес адамның әлеуметтік бейімделушілігі мен оның негізінде жататын механизмдерін зерттегенде қажетті экологиялық түрткілер мен әсерлерді анықтауға болады.

Адамның сыртқы ортаға бейімделушіліктері әлеуметтік тұрғыдан зерттеп, анықтауды қажет етеді. Алайда, биологиялық және әлеуметтік бейімделушілік өздерінің мәні мен сипаты жағынан өзара сәйкес келе бермейді. Дегенмен, адам организміндегі көптеген физиологиялық ырғақтылық процестер өндіріс пен қоршаған ортаның ырғақты өзгерістеріне барабар келеді. Мұндай ырғақтылық өзара сәйкестілік қасиеттерін жоғалтса әлеуметтік бейімделушілік бұзылады немесе кері бағытта жүруі мүмкін (дизадаптация). Бұл мәселелерді зерттеу, болдырмау— медицина мен физиология ғылымдарының басты міндеттері.

Сонымен, адамдар экологиясы қоршаған ортаның өзгерістерінің адамдарға тигізетін әсерлері мен оған бейімделістік процестерін зерттеумен қатар олардың тіршілігін, болмысын, еңбек пен тынығуын қамтамасыз етіп, өмір-салтын қалыптастыратын, талапқа сай гигиеналық жағдай жасауы тиіс.

Адамзаттың қоршаған ортамен арақатынасы өте күрделі. Оны түсініп, оның негізінде жатқан күрделі механизмдерді білу үшін терең білім мен зерттеу әдістерін жете меңгеру қажет. Қазіргі кезеңдегі өзекті мәселелердің бірі осы тұрғыдан шешілуі тиіс.

Планетаның атмосфера-лық биіктігінің астыңғы бөлігін биосфера алып жатыр. Биосфераның тірі массасы құрлық пен мұхиттарда байқалады. Өйткені бұл жерлерде тіршілікке қажетті заттардың бәрі жинақталған. Ал, биомассаның тап осы жерде жинақталуы —жасыл өсімдіктер тіршілігіне байланысты. Биосфераның кез келген жерінде тірі зат немесе оның тіршілік әрекетінің биогеохимиялық әсері болғаны немесе қазірдің өзінде бар екендігі белгілі. Атмосферадағы газ,



Вернадский Владимир Иванович (1863-1945)



Зюсс Эдуард (1931-1914)

табиғаттағы сулар, каустобиолиттер (мұнай, көмір), әк тас, саз және олардың өзгерген түрлері (сланц, мрамор, т.б.) тірі организмдер әрекеті негізінде түзілген.

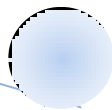
Адамзат табиғатқа және ондағы жануарлар мен өсімдіктердің жекеленген түрлеріне және сол сияқты тұтастай алынған қоғамдастықтарға ерте кезден ықпал етуде. Қазіргі кездегі адамзаттың табиғатқа тигізіп отырған әсері экожүйенің одан арғы эволюциясында бағыттаушы күшке айналып отыр. Адам табиғатты белсенді түрде өзгертіп, өзінің шаруашылық әрекетіне тіршілік иелері мен қазба байлықтарын кеңінен пайдалануда.



79-сурет. Адамзат бейімделушілігінің түрлі аспектілері

Адамзат ғылыми-техникалық революцияның ықпалымен биосфераның табиғи тепе-теңдігін бұзып, жердің жаңа қабықшасы – ноосфераға (“саналы қабықша”) барынша ықпал етіп, игеруде (79-сурет).

Биосфера туралы ілімнің маңызы зор. Оның дамуы, зерттелуі мен жетістіктері адамзаттың экологиялық ортаны сақтауы мен игеруінде және жаңа ортаға жануарлардың бейімделушілік механизмдерін білуде үлкен рөл атқаратындығы сөзсіз. Сондықтан өзі жасаған ортаны – биотехносфераны барынша сақтау – бүкіл саналы адамзаттың алдында тұрған аса маңызды проблеманың бірі.



Қазіргі кездегі аса маңызды физиологиялық проблемалардың қатарына сыртқы түрткілердің әсерінен пайда болып, бейімделушілік процесінің негізін қалыптастыратын физиологиялық механизмдер жатады. Қоршаған ортаның кез келген өзгерістері организмде функциялар ауытқуларын туғызады. Осыған сәйкес организм ондай өзгерістерге бейімделіп отырады, егер бейімделушілік механизмдері дер кезінде іске қосылмаса, онда организм тіршілік ету мүмкіндігінен айырылады. Бейімделушілік деп организмнің сыртқы ортаның нақтылы жағдайына бейімделуін қамтамасыз ететін морфофизиологиялық процестер жиынтығын айтады. Мұның нәтижесінде организмнің тіршілік ортасының экологиялық ауытқуларына тепе-теңдігі қалыптасып, төзімділігі артады.

Қоршаған орта жағдайының өзгерістерінің ұзақтығы мен қайталанып отыруына байланысты бейімделушіліктер циклды немесе тұрақты болуы мүмкін. “Бейімделушілік“ деген термин құбылыстың феноменологиясын ғана анықтай алады, ал оның негізінде жатқан механизмдердің мәнін аша бермейді. Осыған байланысты соңғы кездерде физиологиялық бейімделушіліктердің бірнеше жіктемелері ұсынылуда. Бұл жіктеулердің көпшілігі процестердің даму кезеңдері мен олардың қайтымдылығы туралы мәселелерді ғана қарастырады.

Ішкі және сыртқы факторлардың организмге әсер ету уақытына байланысты қалыптасқан бейімделушілікті алғаш рет жіктегендер қатарына Хензель мен Хильденбрандты жатқызуға болады. Олар бейімделушіліктің үш типін ұсынған:

1. Ішкі және сыртқы өзгерістердің әсерінен организмде бірден туындайтын функциялардағы өзгерістерді реттеуге бағытталған жауаптар. Мұндай әсерлер бірнеше секундтан бірнеше минутқа, кейде сағатқа созылуы мүмкін.

2. Сыртқы орта өзгерістеріне организмнің ұзақ мерзім бойы біртіндеп қайтаратын жауап реакциясы. Бұл процесс акклимация және акклиматизация ұғымдарымен астарласып жатады. Бұдан туындайтын өзгерістердің ұзақтығы сағаттан жылдарға созылуы мүмкін.

3. Эволюциялық тұрғыдағы бейімделушіліктер – генетикалық деңгейде жүретін өзгерістер мен селекциялық жұмыстар – уақыт жөнінен миллиондаған жылдарға созылатын процесс.





Канадалық физиолог А.Харттың да осы мәселеге арналған жіктеулері белгілі. Ол бейімделушілік құбылыстарын үш топқа бөлді: акклимация – жасанды туғызылған жағдайларға үйреніп, көндігу болғандықтан аса күшті әсер етеді және қайтымды процесс. Акклиматизация – жануардың сыртқы ортаның жана, үйренбеген, жат жағдайларына көндігіп, жерсінуді. Бұл – жеке организмнің өмір сүруімен сабақтас, қабаттас жүрегін процесс.

Аталған жіктеулердің қайсысы болмасын бейімделушілік процестерінің онто- және филогенездік шығу тектеріне талдау жасап, олардың іштен туған элементтерін жүре пайда болған элементтерінен ажыратпайды.

Табиғи бейімделушілікті зерттеу мақсатында Слоним А.Д. (1962) бейімделістіктің онто- және филогенездік дамуға тәуелділігін және оның даралық, қоғамдастық немесе бүтіндей түрлер үшін маңызын көрсететін жіктеуді ұсынды. Бейімделушілік процесінде іштен туған немесе ұрпақ бойына бекітілген элементтердің және сол сияқты организмнің жеке дамуы барысында пайда болған белгілердің бар, жоқтығына байланысты барлық бейімделушілік құбылыстарын үш топқа бөлді. Бірінші топқа пост-натальдық даму барысында пайда болатын дара бейімделістіктер жатқызылды. Бұған ересек организмдерде шартты рефлексдердің қалыптасуы мен сыртқы орта факторлары әсерінен пайда болатын күрделі стереотипті өзгерістер кірді. Дара бейімделістік тобына гормондық (стресс, бейімделушіліктің арнайы емес әсерленістің жиынтығы) және тканьдік процестерді де жатқызды. Аталған өзгерістердің бәрі қайтымды процестер және зерттеу жұмыстарының барысында оңай байқалады.



Слоним А.Д.

Екінші топ – түрлік немесе бейімделушілік белгілерінің түр бойынша қалыптасып, бекуі. Ол – нервтік, гормондық және тканьдік жүйелер арқылы реттелудің ұрпақтық бекінуіне және бір түрге жататын особьтардың онтогенездік дамуында пайда болатын морфологиялық өзгерістердің динамикалық ерекшеліктеріне байланысты.

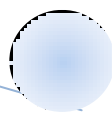


Туа пайда болған мінезқұлықтың бейімделістік актілері жануарлар мен құстар арасында өз балаларын тану, қоректендіру, тәрбиелеу сияқты процестерде үлкен рөл атқарады. Алдын ала жоспарланып, ұрпаққа беріліп отыратын рефлекторлық актілер және күрделі гормондық қатынастар арнайылық қасиетке ие болады және ол алыс түрлер арасында да жақсы байқалады.

Үшінші топ – популяциялық бейімделушілік, яғни ол популяциялардың белгілі бір орта жағдайларына қалыптасу процесінде пайда болады. Популяциялық бейімделушілік өзінің генетикалық құрылымы жағынан аса күрделі процесс. Популяциялық бейімделушілік сыртқы ортаның популяцияларға пре- және постнатальдық дамуы барысындағы әсер етуі нәтижесінде жинақталған бейімделістіктің ұрпақтық формасын көрсетеді.

Сыртқы орта өзгерістеріне бейімделушілік ерекшеліктерінің бірі – организмнің тіршілік әрекеті мен ішкі ортасының (гомеостаз) тұрақтылығын сақтау. Жануарлардың эволюциялық даму деңгейіне сәйкес бейімделушіліктің типтері де түрліше болады және олар әртүрлі деңгейде реттелетін жүйелерді – клеткалық, тканьдік, мүшелік және тұтастай организмді – қамтиды. Егер бейімделушілік процесі организм деңгейінде біртіндеп жүзеге асырылса, онда аталған процеске вегетативтік функциялардың өзгерістерінен басқа, қозғалыстық және мінезқұлықтық өзгерістері де қатысады.

Бейімделушілік реакциялары екі кезеңнен тұрады. Мерзіміне қарай оларды ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді деп жіктейді. Қысқа мерзімді бейімделісті икемделудің “авариялық сатысы” ретінде қарайды. Бейімделушілік реакциясының бұл кезеңі организмге сыртқы тітіркендіргіш әсер етуі басталысымен-ақ пайда болады. Қысқа мерзімді бейімделушілік реакциялары организмде бұрыннан қалыптасып, дайын тұрған механизмдер есебінен іске асырылады. Мысалы, аталған реакцияларды жануарлардың қауіпті тітіркендіргіштерден (ауырсыну сезімін тудыратын) жалтаруларынан, температура өзгерістеріне сәйкес жылу реттелулерінің ауытқуларынан және гипоксия әсерінің алғашқы сәттерінде өкпе вентиляциясы мен қан ағысының минуттық көлемінің артуы сияқты жауаптарынан



байқауға болады. Бейімделістік реакцияларының осы тәріздес түрлері ерекше физиологиялық жағдайларда пайда болып, белгілі бір уақыт аралығын ғана қамтиды. Осы аралық кезеңнен өту үшін организм өзінің бойында бұрыннан дайын тұрған физиологиялық резервтерін іске қосады. Бірақ, аталған физиологиялық резервтер толық мағынасындағы бейімделушілік процестерін атқаруға қабілеті жетпейді. Мысалы, жаттықпаған адамды немесе жануарды барынша қатты жүгіруге мәжбүр етсе, жоғарыда аталған физиологиялық механизмдер іске қосылады. Бірақ, бұлшықет митохондриясының құрамына енетін пируваттар түгелдей тотығып үлгіре алмайды. Соның салдарынан қандағы лактат деңгейінің бірден көтеріліп кетуіне байланысты пайда болатын лакцидемия организмді тез шаршауға мәжбүр етіп, оның қозғалыс реакциясын бұзады. Сайып келгенде, организмде бұрыннан дайын тұрған бейімделушілік механизмдер бірден іске қосылғанымен қажетті реакцияларды қолдап, толықтай қамтамасыз ете алмайды. Өйткені, ондай механизмдер физиологиялық, морфологиялық және функциональдық тұрғыдан алып қарағанда толық жетілмеген.

Бейімделушіліктің созылмалы түрі сыртқы ортаның факторлары организмге біртіндеп, сатылап, көп қайтара және ұзақ уақыт бойы әсер еткенде барып қалыптасады, яғни қысқа мерзімді бейімделушілік процесі әлде неше рет қайталануы қажет. Кез келген сандық және сапалық өзгерістердің біртіндеп жинақталуы – организмде жаңа сапалық қасиеттерді қалыптастырады. Нәтижесінде ондай организмдер бейімделістік мүмкінділігі шектелген формадан бейімделушілік диапазоны кең көлемді қасиетке ие болады. Гипоксияға, температураға және дене еңбегіне бейімделу процестері осы негізде жүреді.

Бейімделушілік процестерінің арасында байқалатын өтпелі кезең – қысқа мерзімді бейімделістіктің ұзақ мерзімді формасына өтуінде маңызды рөл атқарады. Өйткені ол жануарлардың жаңа жағдайда жаңаша өмір сүруіне мүмкіндік туғызып, олардың тіршілік ету сферасын кеңейтеді және өзгерген ортаға сәйкес жаңадан мінез-құлық қалыптастырып, бейімделушіліктің жаңа кезеңіне өтудің алғы шартын жасайды.

Көптеген зерттеулер мен тәжірибелер мүшелер мен жүйелер функцияларының күшеюін олардың құрамына енетін





байланыс бар екендігін көруге болады. Бұл – екі жақты байланыс: генетикалық аппарат (клетка ядросының хромосомында орналасқан гендер) РНК жүйесі арқылы белок синтезделуін қамтамасыз етеді, яғни “құрылым жасайды“, ал құрылым өз кезегінде функция “жасайды“(80-сурет).

Биіктікте (гипоксия) ұзақ болған жағдайда бейімделістіктің қысқа мерзімді түрінен тиянақты кезеңіне (ұзақ мерзімді) өтуі осы заңдылық негізінде жүреді. Бейімделушіліктің бастапқы кезінде пайда болатын гиперфункциялар және одан кейінгі РНК мен белок синтезделуінің қарқындылығы организмнің көптеген жүйелерін қамтиды. Осы негізде қалыптасқан жүйелілікқұрылымдық іздер барынша тармақталған қасиетке ие болады. Мысалы, өкпе гипервентиляциясынан кейін РНК мен белок түзілуінің қарқындылығы артып, тыныс алу орталығының нейрондары мен тыныс алуға тікелей қатысты еттердің гипертрофиясы басталады. Нәтижесінде өкпе гипертрофияланып, альвеолдар саны көбейеді, олардың қабырғалары жұқарып, беттік көлемдері ұлғаяды. Осындай құрылымдық өзгерістердің негізінде тыныс алу аппаратының күші артып, өкпенің беттік керілу және тыныстық көлемі ұлғаяды. Оттегін пайдалану мен тыныс алу функциясының коэффициенттері жоғарылайды. Қан жасайтын жүйелерде тиісті өзгерістерге ұшырайды. Сүйек кемігінің клеткаларында РНК мен белок түзілу қарқындылығының артуына байланысты полицитемия пайда болады. Бұл қанның оттектік сиымдылығының артуын қамтамасыз етеді. Осы тәріздес өзгерістер жүрек қызметін де қамтиды, нәтижесінде жүректің функциональдық мүмкіндігі мен гипоксемияға резистенттілігі артады.

Егер клеткалар мен тканьдер оттегін жеткіліксіз мөлшерде алатын болса, олар оттектік ашығуға ұшырайды. Мұндай құбылысты гипоксия деп атайды. Организмде оттегінің жетіспеушілігі әртүрлі жағдайларда байқалады. Кейбір патологиялық жағдайларда клеткалар мен тканьдердің оттегін пайдалану қабілеті төмендейді. Гипоксия эритроциттер мен гемоглобин азайғанда немесе олардың тканьдерге оттегін тасымалдау қабілеті әлсірегенде, тыныс алу жүйесінің қызметі нашарлап, қан айналу процесі бұзылғанда пайда болуы мүмкін. Солардың бірі – организмнің атмосфералық қысымның

төмендеуіне бейімделу процесі. Теңіз деңгейінен жоғарылаған сайын атмосфералық қысым азая береді. Осы ерекшелікке байланысты тау климатының өзіндік факторлары 1000 метр биіктіктен бастап организмде өзгерістер туғызады. Биік тауға көтерілгенде, адамның тыныс алуы жиілеп, жүрек соғысы өзгереді. Мұны ерте заманда “тау ауруы” деп атаған. Гипоксия бірнеше түрге бөлінеді:



Тау климатының өзіне тән ерекшеліктері бар: тауда күн сәулесінің радиациясы мен ионданған ауаның мөлшері көп болады да температура мен ылғалдылық құбылмалы болады. Атмосфералық қысымның төмендеуімен байланысты оттегінің ауадағы *мөлшері* азаяды. Бұл аталған факторлар организмге жекедара емес, комплексті түрде әсер етеді.

Гипоксияның бұл төрт түрі де тканьдік гипоксияға жатады. өйткені организмде гипоксиялық реакциялар тудыратын шала тотыққан заттардың көптеп түзілуімен қатар, ткань мен қанда РН пен  $P_{CO}$  өзгеруі қатар жүреді.

Гипоксияның гемдік, циркуляторлық және тканьдік түрлері тканьдердің оттегін сіңіру және тасымалдау механизмдері бұзылған жағдайларда пайда болады.

Гипоксиялық гипоксия тыныс алатын ауада оттегі атомдары сиреген жағдайларда организмде бейімделушілік пен компенсаторлық реакциялар тудыратын бастапқы әрекет етуші

факторлар қатарына жатады.

Физиологиялық гипоксияның механизмдері организмде дайын күйінде болады және бейімделушілік функция атқарады.

Кейбір жағдайларда физиологиялық гипоксия организмді жаңа орта жағдайында өмір сүруге күнібұрын дайындап, оның резистенттілігін арттырады. Бұған анасының құрсағындағы сәбиде кездесетін фетальдық гипоксия мысал бола алады.



Мида кездесетін алиментарлық гипоксия да физиологиялық гипоксияға жатады және ол организмнің қозғалыс активтілігін тежеп, қоректік заттардың қалыпты сіңірілуіне мүмкіндік туғызады. Физиологиялық гипоксиялар организмді патологиялық өзгерістерден сақтайды және оның кез келген формасы организмде дайын тұрады, биологиялық тұрғыдан талапқа сай, аса қажетті және қауіпті патологиялық ауытқулардан сақтайды.

Биік тау жағдайының факторлары тіршілік иелерінің көптеген метаболизмдік және функциональдық жүйелеріне әсер етіп, өзгерістер туғызады. Биіктікке бейімделушілік басқа да табиғи орта сияқты екі деңгейде жүруі мүмкін.

Гипоксияға бейімделушілік бірнеше сатылардан тұрады (Меерсон 1981):

– Қоршаған ортада  $P_{O_2}$  -ның төмендегеніне қарамастан организмді қажетті оттегімен қамтамасыз ету процесі тоқтаусыз,





жалғаса береді. Ол негізінен жүрек гиперфункциясы мен өкпенің гипервентиляциясы, полицитемия және қанның оттектік сиымдылығының артуы есебінен жүреді.

– Оттегі тапшылығына қарамастан тіршілік үшін аса маңызды мүшелерге (жүрек, ми) оттегінің қажетті мөлшері үздіксіз жеткізіліп тұрады. Бұл процесс бірнеше жолдармен іске асырылады: қан тамырлары кеңейіп, олардың саны артады, клетка мембранасының өткізгіштік қасиеті жақсарып, бұлшық еттегі миоглобин концентрациясы көбейеді. Аталған механизмдер клеткалардың оттегін барынша пайдалану мүмкіндіктерін туғызады.

– Митохондриялар санының артуымен байланысты тканьдердегі тотығу процестері жеңілдейді. Оттегі клеткаларға оңай беріледі және ұтымды пайдаланылады.

– Гликолиз процесінің күшеюі кезінде түзілетін энергия есебінен тканьдер мен жүйелерді қажетті қуат көзімен қамтамасыз ету жақсарады.

Бейімделушілік реакциялары бірнеше кезендерден тұрады. 1) Бейімделістің бастапқы немесе оттегі үшін күрес кезеңі тітіркендіргіштер әсер еткен алғашқы сәттен басталады. Бұл кезең оттегін тканьдерге жеткілікті мөлшерде жеткізуді қамтамасыз етуге дайын физиологиялық механизмдер есебінен орындалады. Өйткені, бұл процеске түрлі физиологиялық жүйелер (тыныс алу, қан тамырлары – жүрек және қан жүйесі) қатысады, сондықтан аталған кезең бейімделістің жүйелілік түріне жатады. Бейімделушіліктің бұл реакциялары организмді оттегімен барынша қамтамасыз етуге бағытталған. Гипоксия, алдымен тыныс және қан айналу жүйелеріне қатты әсер етеді. Тыныстың минуттық көлемі өсіп, өкпе вентиляциясы жиілейді, ондағы  $\text{CO}_2$  мөлшері азайып, қан ағысы жылдамдайды. Жүректің жиырылу жиілігі артады. Қан қысымының пульстік айырмашылығы көтеріледі. Қан деподан шығып, оның айналымдағы мөлшерін молайтады. Уақыт озған сайын қан клеткалары қарқынды түзіліп, эритроциттердің саны артады, жас клеткалар (ретикулоциттер) пайда болады. Қанда гемоглобиннің мөлшері өсіп, тканьдердің оттегіне сиымдылығының артуының нәтижесінде олардың ыдырауы жеделдейді.



Оттектік ашығу белгілерінің білінуі мен өтуі – организмнің биіктікке көтерілу тәсілдеріне де байланысты. Егер біртіндеп немесе жаяу көтерілсе, тыныс алатын ауадағы оттегі мөлшерінің азаюымен қатар шаршау, температура өзгерістері, ылғалдылық, күн сәулесінің радиациясы сияқты факторлар қосымша әсер етіп, гипоксия белгілерін жылдамдатуға себепкер болады. Ал, көліктің көмегімен бірден көтерілсе гипоксияның белгілері бірнеше күннен кейін кенеттен білінеді және ауыр өтеді. Сондықтан биік тауға біртіндеп көтерілген жөн. Өйткені көтерілу барысында организмнің қорда тұрған физиологиялық мүмкіндіктері іске қосылып үлгіреді. Мұның спортшылармен жаттығу жүргізуде маңызы зор.

Бейімделістің келесі сатысы – өтпелі кезең. Мұнда орталық нерв жүйесінің (ОНЖ) қозғыштығы төмендеп, гормондар активтілігі азаяды, бастапқы реакцияларға қатысқан жүйелердің ықпалы тыйылады. Организмнің бейімделіс тетіктері тканьдер деңгейіне тереңдей түседі.

Гипоксияның тиянақты (созылмалы) түрі организм биіктікте ұзақ мерзім болған жағдайда немесе ол сол жерде туылып, өмір сүретін адамдар мен жануарларда кездеседі. Оларда зат алмасудың ерекше түрі қалыптасып, ұрпақ қуалайтын дәрежеге жеткен. Мұндай құбылысты акклиматизация, яғни тиянақты бейімделіс деп атайды. Бұл кезеңде тканьдердегі энергия шығынын қадағалайтын механизмдер тиімді қызмет атқаруға көшеді. Қандағы эритроциттер саны өседі, өйткені оны гипоксияның әсерінен бүйректе және басқа тканьдерде түзілетін эритропоэтиндер демеп отырады. Тканьдердегі тотығу процес-тері жеңілдейді. Оттегі клеткаларға оңай беріледі және олардың мөлшері ұтымды пайдаланылады. Тканьдерді қажетті оттегімен жабдықтау үшін олардың тамырлану (васкуляризация) қарқыны, гистогематикалық тосқауылдың өткізгіштік қабілеті, оттегінің эритроциттен босану жылдамдығы, клеткаларға өту, пайдалану кинетикасы мен ферменттік жүйелердің активтілігі әсер етеді.

Ондай организмнің қаны мен тканьдеріндегі оттегінің мөлшері қалыптағы көрсеткішпен салыстырғанда біршама төмен болып келеді (М.Ф. Авазбакиева, 1958).

Қорыта келгенде, акклиматизация – бейімделістің бастапқы кезеңінің организмде көп қайтара әсер етіп, физиологиялық

механизмдердің іске қосылуы нәтижесінде қалыптасып, клеткалардың оттегі жетіспеушілігіне төзімділігі мен ондағы анаэробтық гликолиздің күшеюімен сипатталатын күрделі процесс.



Авазбакиева  
Магинур Фаткулловна



Инюшин  
Виктор Михайлович

Гипоксияның негізіне организмнің оттегіне деген сұранысымен оны тасымалдау жүйесінің арасындағы сәйкессіздік жатады. Осыған байланысты оттегі тапшылығына организмнің қайтаратын жауап реакциясы екі бағытта жүруі мүмкін:

- Тканьдерге оттегін барынша көптеп жеткізуге бағытталған физиологиялық жүйелердің іске қосылуы;
- Тканьдердің оған бейімделушіліктері немесе бүтіндей организмнің тіршілік процесін немесе оның жекеленген жүйелерінің функциясын бәсеңдету арқылы оттегіне деген сұранысты азайту.

Атмосфералық қысым төмен болатын биік таулы аудандарда өмір сүретін адамдар (аборигендер) мен жануарлар денесінде түрлі морфологиялық және физиологиялық өзгерістер пайда болып, қалыптасатыны белгілі. Морфологиялық өзгерістер қатарына көкірек қуысының кеңеюін жатқызуға болады. Мұның физиологиялық бейімделушілікте маңызы зор, өйткені мұндай өзгерістер тыныс алу процесін тереңдетіп, өкпенің желдеткіші үшін арттырады. Биік тауға көтерілгенде адамның тыныс алуы жиілеп, еңтігу пайда болады, жүрегі айнаиды. Мұны ертедегі адамдар “тауауруы“ деп атаған. Бұл жөніндегі деректер өткен ғасырдағы саяхатшылар мен зерттеушілер еңбектерінде келтірілген (П.П. Семенов-ТяньШаньский, Н.М. Пржевальский, А.Фетисов, В.В. Ошанин, т.б.).

Биіктауға көтерілудің алғашқы кезеңдерінде өкпенің желдетілуі күшейіп, тыныс алу тереңдей түседі. Бұл – артерия қанындағы  $PO_2$ -ның азаюымен байланысты организмнің жауап реакциясы.



П.П. Семенов-ТяньШаньский  
(1827-1914)



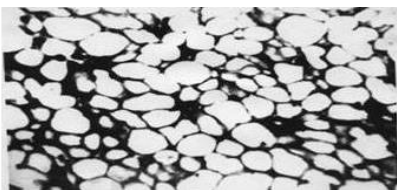
Пржевальский  
Н.П. (1839-1888)



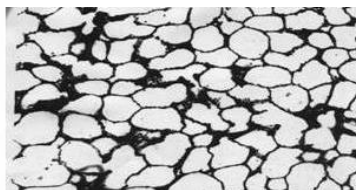
Ошанин В.В.  
(1844-1917)

Мұндай реакцияның нәтижесінде өкпе альвеолдарының беттік аумағы ұлғайып, оның тыныстық көлемі артады, альвеолдардағы  $PO_2$  жоғарылап, өкпенің желдеткіш функциясына жаңа альвеолдар тобы қосылады, олардың қабырғаларының өткізгіштік қасиеті жақсарады. Осы аталған өзгерістердің барлығы өкпенің диффузиялық мүмкіндігін жақсартып, ол арқылы өтетін қан көлемін ұлғайтады (81, 82- суреттер).

Оттегі тапшылығы бар ортаға бейімделу – зат алмасуының жақсаруына әсер етеді. Бұл процесс екі түрлі жағдаймен байланысты жүреді. Біріншіден, гипоксия тыныс алу мен қан айналу жүйесін активтендірсе, екіншіден қаңқа еттерінің электрлік-потенциалдық активтілігін күшейтіп, олардың  $O_2$  барынша көп пайдалануға мүмкіндігін туғызады.



81- сурет. Қалыпты жағдайдағы қой өкпесінің гистологиялық құрылысы



82- сурет. Биікке көтерілгеннен кейінгі қой өкпесінің гистологиялық құрылысы.

Тыныс алудың тереңдеуі мен жылдамдығы – альвеолдар қызметін жақсартып, ондағы  $Р_{CO_2}$  азайтады, бұл өз кезегінде тыныс алу орталығының қозғыштығын тежейтін фактор болып табылады. Сонымен, қан мен альвеолдардағы  $Р_{CO_2}$  азаюынан туындайтын акапниялық құбылыс – оттектік ашығу процесі қаншалықты өскенімен өкпе вентиляциясын шектен тыс жібермей, тежеп отыратын қажетті факторлардың қатарына жатады.

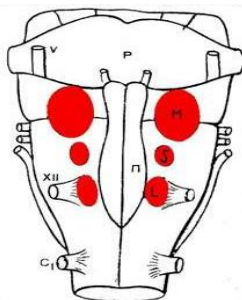
Тыныс алуды реттеуге екі топ хеморецепторлар қатысады: шеткі (артериялық) және орталық (медуллярлық) хеморецепторлар. Артериялық хеморецепторлар ұйқы артериясының екіге бөлінген жері мен қолқа иінінде шоғырланған. Олар қандағы  $Р_{CO_2}$  мен  $Р_{O_2}$  өзгерістеріне аса сезімтал келеді.

Егер артериялық хеморецепторларды бұзса, организмнің гипоксия әсеріне тыныс алуды жиілету арқылы қайтаратын жауап реакциясы жоғалып, өкпе вентиляциясы, керісінше сирейді. Орталық хеморецепторлар сопақша мида “М” және “L” деп белгіленетін екі аймақта орналасқан. Ол екеуінің аралық шекарасында “S” зонасы жатыр (83-сурет).

“S” зонасын бұзса “М” және “L” аймақтарының қозғыштық

қасиеттері жоғалып кететіндігі тәжірибе жүзінде дәлелденіп отыр. Осы аймақтар арқылы тыныс алу орталығына афферентті жолдар өтуі мүмкін деген болжамдар айтылуда.

Қалыпты жағдайда сопақша ми рецепторларықандағы  $CO_2$  мен  $O_2$  және жұлын сұйықтығындағы  $H^+$  мөлшеріне өте сезімтал. Қандағы  $CO_2$  алдымен жұлын сұйықтығындағы сутегін көбейтеді де, орталық хеморецепторлар арқылы тыныс алу орталығына әсер етеді. Осыған байланысты сигналдар орталыққа шеткі хеморецепторлар арқылы тезірек жетеді. Орталық хеморецепторлар тыныс алу орталығына шеткі (артериялық)



M, L, S – хеморецепцияға қатысатын аймақ; P – көпір; П – пирамида; V және XII – ми сауыты нервтері; C<sub>1</sub> – жұлынның бірінші түбірі.

83-сурет. Хеморецепторлар сопақша мидағы орналасуы



хеморецепторлармен салыстырғанда әлде қайда күшті ықпал етеді. Мұнымен қатар, орталық хеморецепторлар артерия қанындағы  $P_{CO_2}$ -ның ауытқуларына шеткі хеморецепторларға қарағанда кешірек жауап қайтарады. Бұл стимулдаушы факторлардың қаннан жұлын сұйығына, одан әрі ми тканьдеріне диффузиялық жолмен өтуіне кететін уақыт мөлшерімен анықталады.

Бейімделістің бастапқы кезеңінде байқалатын оттегі тапшылығы организмнің тыныс алуы мен басқа да бейімделістік жүйелер реакцияларын іске қосуда маңызды рөл атқарады. Бұдан артериялық хеморецепторлардың активтілігі артып, өкпе вентиляциясы күшейеді. Бірақ, бұл құбылыстар тканьдердің оттегімен қамтамасыз етілуін жақсартқанымен алколозды тудыратын  $CO_2$  толықтай жуып кетеді. Ал, алколоз болса, ГЭК-нің екі жағындағы  $H^+$  мен  $HCO_3^-$  тасымалдану активтілігін арттыруда белгілі рөл атқаратындығы белгілі.

Өкпе гипервентиляциясы қаншалықты күшейгенімен артерия қанындағы оттегінің меншікті қысымы ( $P_{O_2}$ ) көмір қышқыл газының меншікті қысымымен ( $P_{CO_2}$ ) салыстырғанда айтарлықтай төмендемейді. Бұл – гипервентиляцияның негізіне жататын тыныс алу орталығындағы құрылымдық-функциональдық өзгерістер жиынтығымен байланысты.

Сонымен, қоршаған ортада оттегі жетіспеушілігінен туындайтын альвеолярлық ауадағы  $P_{O_2}$  азаюы – артериялық хеморецепторларды тітіркендіреді. Пайда болған қозулар афференттік жолмен тыныс алу орталығына жетіп, өкпенің желдеткіш күшін арттырады. Осындай өзгерістердің арқасында оттегінің тканьдерге тасымалдану мүмкіндігі артып, олардың қызметі жақсарады.

## **10.2 Қанның тыныстық функциясымен байланысты өзгерістері**

Биік тау жағдайына тиянақты бейімделген (акклиматизация) жануарлардың қанындағы эритроциттер саны әрдайым жоғары болатындығы белгілі (84-сурет).

Оттегінің парциальды қысымы төмен ортаға тиянақты бейімделу барысындағы қан құрамының өзгеруі қан жасайтын мүшелер қызметінің күшеюімен байланысты. Ал, қысқа мерзімді бейімделіс кезіндегі өзгерістер – денедегі қанның қайта бөліну процестері арқылы жүреді. Аталған өзгерістің екеуі де айналысқа түскен қанның оттектік сиымдылығының артуына мүмкіндік береді. Қан түзетін мүшелер функциясының активтенуі сүйек тканінің (кемік) тітіркенуімен, ал қанның организмдегі қайта бөліну процесі – оның деподан босап, айналымға түсу мөлшерімен байланысты.



84-сурет. Биіктікке бейімделушілікке байланысты эритроциттер санының өзгеруі

Қандағы эритроциттер мен гемоглобиндердің сандық мөлшері қанның оттектік сиымдылығын көрсетеді. Қанның оттектік сиымдылығы оттегін тиімді және үнемді пайдалануда маңызы зор. Әдетте қанның құрамында гемоглобин неғұрлым көп болса, оның оттектік сиымдылығы соғұрлым жоғары болады. Қанның тыныстық функциясының өзгеруінде оксигемоглобиннің диссоциациялану процесі де маңызды рөл атқарады. Организмде оттегі тапшылығы туған кезде ткань капиллярларындағы оттегінің кернеу күші төмендейді. Соның нәтижесінде оксигемоглобин өте тез ыдырайды да оттегінің тканьге сіңірілу дәрежесі артады. Ал, гемоглобиннің оттегімен қанығуын бейнелейтін оксигемоглобиннің диссоциациялану





қисық сызығы гемоглобиннің табиғатына, тотығу, тотықсыздану процесі жүретін ортасына (рН,  $\text{CO}_2$  мен  $\text{Cl}$  мөлшері, т.б.), эритроциттердегі гемолиздік процесс пен ондағы карбоангидраза ферменті мен бикарбонаттардың ыдырау жылдамдығымен тығыз байланысты.

Эритроциттердің оттегін тасымалдау функциясында оның құрамына енетін 2,3-дифосфоглицерин қышқылының маңызы зор. Әдетте, гемоглобиннің оттегімен тектестігі осы қосылысқа, оның гемоглобин молекуласындағы орнына байланысты өзгеріп отырады. Оттегінің меншікті қысымы төмендесе 2,3-дифосфоглицерат гемоглобин молекуласының орта шеніне қарай жылжиды да, гемоглобиннің оттегіне тектестік дәрежесін төмендетеді. Осыған орай оксигемоглобиннің ыдырау дәрежесі артады. Бұл процестің ткань деңгейіндегі газ алмасуында маңызы зор.

Биік тау жағдайындағы оттегінің үлес қысымының  $\text{Po}_2$  төмендеуіне барлық мүшелер мен жүйелер бір деңгейде реакция қайтармайды. Осыған байланысты организмнің түрлі мүшелеріндегі негізгі зат алмасуының деңгейлері де бірдей дәрежеде жүрмеуі мүмкін. Бұл жөнінде күні бүгінге дейін бірыңғай көзқарас әлі қалыптаса қойған жоқ. Гипоксиялық әсерге алғаш тап болғанда организм өзінің мүшелері мен жүйелерінің қызметін оттегін барынша пайдалануға жұмылдырып, тканьдердің оттектік ашығуға төтеп беруін қамтамасыз етеді.

Кейбір зерттеулер оттектік сұраныстың артуымен байланысты пайда болатын кейбір физиологиялық ауытқуларды гипоксиялық парадокс деп аталатын құбылыстармен байланыстыруда. Гипоксиялық парадокс оттегі тапшылығының әсері зат алмасуының клетка ішілік өзгерістері пайда болғанға дейін білінетін принципке негізделген (85-сурет). Мысалы, гипоксияның әсер етуінің бастапқы кезеңінде клеткалардың оттегін пайдалану мүмкіндігі мен деңгейі өзгермейді, яғни бастапқы қалпында қала береді. Бірақ, мұнымен бір мезгілде қан мен кейбір тканьдерде  $\text{Po}_2$ -ның төмендеуіне байланысты жалпы организмде оттектік ашығудың симптомы біліне бастайды. Аталған құбылыс екі түрлі жағдайға байланысты болуы мүмкін. Бірі – компенсаторлық реакцияларды (тыныс алу, қан айналуының артуы) тудыратын рефлексдер. Аталған рефлексдер



клеткадағы аэробтық процестердің бұзылуына  $P_{O_2}$  -ның ауытқу әсері әлі жеткіліксіз кезінде пайда болып, дамиды. Өйткені тыныс алу мен қан айналу жүйесінің қызметі күшейіп тұрған кезде оттегін пайдалану мүмкіндігі жоғары болады. Екіншісі –  $P_{O_2}$  -ның сандық және сапалық өзгерісінің әсері ферменттік жүйелер қызметіне байланысты. Мысалы, көпшілік жағдайларда  $P_{O_2}$  -ның төмендегеніне қарамастан оны пайдалану мөлшерінде айтарлықтай өзгерістер байқалмайды, керісінше  $P_{O_2}$  -ның төмендеуі аэробтық гликолизді күшейтеді.

Температуралық өзгерістер организмнің оттегі тапшылығына қайтаратын жауап реакциясына көп әсер етеді. Мысалы, температура төмендеген кезде клеткалардағы тотығу процестері бастан аяқ толық жүруі үшін  $P_{O_2}$  -ның ең аз

мөлшері жеткілікті. Бұл – оттектік сұраныстың талабына емес, керісінше гипоксия кезінде зат алмасуды реттеу өзгерістерінің жоғарыда келтірілген өзіндік ерекшеліктеріне байланысты. Жоғарғы және төменгі



Архангельская  
Надежда Алексеевна  
(1876-1957)



Миррахимов Мирсаид  
(1927-2008)

температура жағдайында организмдердің гипоксияға төзімділігінің артатындығын алғаш рет Е.А.Карташевский (1908) мен Н.А.Архангельская (1949) көрсеткен.

Гипоксия бұлшық еттердің биотоктық активтілігін төмендетеді. Бұл процесс жалпы газ алмасу деңгейінің өзгерістерімен қабаттас жүреді. Егер организмді гипоксиялық ортадан қалыпты ортаға көшірсе, аталған өзгерістер бір мезгілде бастапқы қалпына қайтып оралады. Сонымен, гипоксия әсер еткен кездегі бұлшық еттердің электрлік құбылыстары мен зат алмасуындағы ауытқулар – ОНЖ-нен келетін импульстар мен оның троптық функциясының өзгерістерімен байланысты болуы әбден ықтимал.



Оттегін тканьдерге тасымалдауда қан айналу жүйесі айтарлықтай рөл атқарады. Гипоксияға бейімделістік реакциялардың бірі – аса маңызды мүшелерді қанмен жабдықтау ерекшеліктерінен туындайтын өзгерістер.

Пульстік жылдамдық теңіз бетінен есептегенде 500 м биіктіктен басталады да биіктік жоғарылаған сайын арта береді, белгілі бір биіктікке бейімделістік тұрақтанғаннан бастап бұл көрсеткіш бастапқы қалпына қайтып оралады. Биік тау жағдайы жүректің минуттық соғысын және жиырылу көлемдерін күшейтеді, артериялық қан қысымын жоғарылатып, веноздық қысымды төмендетеді. Капиллярлар қабырғаларында өзгерістер туып, олардың өткізгіштік қасиеттері артады. Аталған өзгерістердің қай-қайсысы болмасын тканьдерге оттегін керегінше жеткізуді қамтамасыз етуге бағытталған реакциялар қатарына жатады.

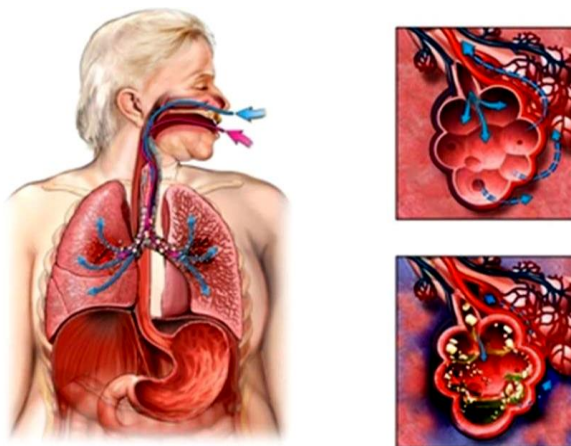
Оттегін тасымалдау механизмдеріне қан ағысының жылдамдауы да кіреді. Осының негізінде бейімделушілік процесіне тікелей қатысты және жауапты мүшелердің қанмен жабдықталуы жақсарғанымен, кейбір қаңқа еттеріне қанның жеткізілу деңгейі төмендейді. Бұл – симпатикалық нерв жүйесі қызметінің күшеюімен байланысты қанның шеткі мүшелерден ішке қарай қайта бөліну принциптеріне негізделген.

Биік тау жағдайына бейімделу барысында адамдар мен жануарлардың қан айналысының кіші шеңберінің артериолдық тамырларында спазма пайда болып, қан қысымы көтеріледі, өкпе гипертензиясы өрістейді. Бұдан қан айнарудың негізгі күші жүректің оң жақ жартысына түсуіне байланысты жүректің оң жақ қарыншасы гипертрофияға ұшырап, қан айнарудың кіші шеңберінде гипертония дамиды (Миррахимов, 1977).

Гипоксиялық ортада тканьдердің қалыпты қызмет атқаруы мен ондағы энергия шығындарын қадағалайтын тетіктер тиімді жұмыс атқаруға көшеді. Солардың бірі – аса маңызды жүйелер мен мүшелерді оттегімен жабдықтау үшін олардың тамырлану дәрежесінің артып, тканьдердегі тотығу процестерінің жеңілдеуі.

Оттегінің меншікті қысымы төмен болатын гипоксиялық ортаға бейімделу – бұлшық еттердің физиологиялық жағдайы мен қасиеттеріне де байланысты. Дене массасының 70% ет ткані

құрайтыны белгілі. Демек, ол оттегін көп пайдаланады деген сөз. Мысалы, биіктікке бейімделу барысында жануарлардың қол мен аяқ еттеріндегі  $P_{O_2}$  мөлшері басқа құрылымдармен салыстырғанда жоғары деңгейді көрсетеді және ол қандағы эритроциттер мен гемоглобиндер санының көтерілуімен қабаттас жүреді.

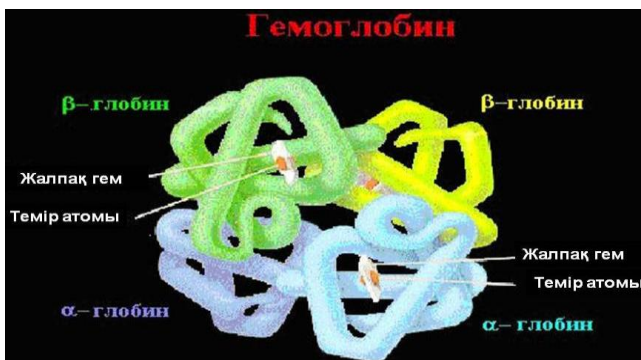


85-сурет. Ұлта гипоксиясы адам ағзасы клеткаларының оттектен тапшылық салдарынан пайда болады

Бұлшық етте болатын гемоглобинді миоглобин деп атайды. Ол – гипоксияға бейімделуде организмнің негізгі механизмдерінің қатарына жатады. Атқаратын қызметі жөнінен қандағы гемоглобинге ұқсас. Біріншіден, миоглобин оттегі атомдарын көптеп сіңіріп, оларды қысқа мерзімді қорға жинақтайтын резервуар ретінде қызмет атқарса, екіншіден жинақталған оттегін қажет кезінде клеткаларға беруде диффузиялық процесті тездетіп, іске асыратын күрделі құрылым ретінде қолданылады. Егер гемоглобин оттегі атомдарын өкпеден шеткі тканьдерге қан арқылы тасымалдаса, миоглобин оларды ет клеткаларында жинақтайды.

Өкпе капиллярларында оттегінің қысымы сынап бағанасы бойынша 100 мм шамасында болады. Мұндай қысым гемоглобин үшін оптимальды орта болып есептеледі де

оттегімен барынша толық қанығады немесе оксигемоглобин жағдайына көшеді (86-сурет). Оттегінің  $P_{O_2}$  төмендеген мүшелерде тотығу процестері қалыпты жүру үшін оттегі атомдары барынша көп пайдаланылады. Сондықтан ондағы оттегінің қысым мөлшері сынап бағанасы деңгейімен есептегенде 35 мм-ден аспауы керек. Мұндай қысымды ортада гемоглобин оттегі атомдарымен байланысу қабілетінен толықтай айырылады. Оттегі атомдары енді гемоглобиннен ажырап, миоглобинге ауысады. Миоглобин өз кезегінде оттегін тканьдерде болатын тотықтырғыш ферменттер жүйесіне бере бастайды. Сөйтіп, бұлшық ет тканьдері оттегі жетіспеушілігі туындаған кезеңдер-де оттегін осылай пайдаланады.



86-сурет. 4 суббірлікті гемоглобиннің молекуласы

Оттегі тапшылығы байқалатын биіктікке бейімделу барысында жүрек еттерінде құрылымдық және метаболизмдік өзгерістер пайда болады. Көптеген зерттеулер лабораториялық жануарларды жасанды биіктікке көтергенде олардың жүректерінің гистологиялық құрылыстарында жекелеген деструктивтік өзгерістер пайда болып, некрозға ұласатындығын, ет талшықтарындағы гликоген мөлшерінің азайып, микроциркуляторлық процестердің бұзылатындағын көрсетті. Бұлармен қатар ет талшықтарындағы ядролардың көлденең кесіндісі қалындап, кейбір митохондриялардың қуат түзуші құрылымдарында жарақаттың іздері байқалған. Саркоплазмалық ретикулумдар ісініп, митохондриялар саны артқан.

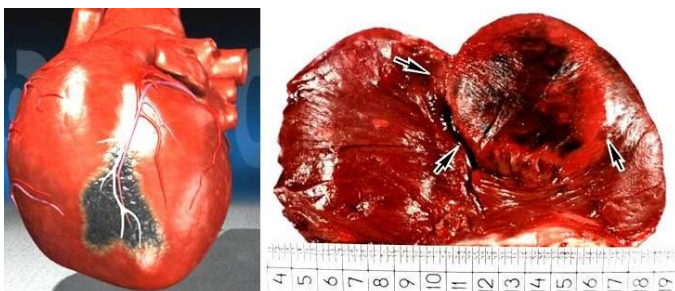


Бейімделу процесінде гипертрофия негізінде пайда болатын морфологиялық және физиологиялық өзгерістер жануарлардың шығу тегімен тығыз байланысты. Мысалы, шығутегі жазықпен байланысты жануарлардың (жылқы, сиыр, шошқа, т.б.) жүректерінде гипертрофиялық өзгерістер пайда болса, шығу тегі таумен немесе таулы қыраттармен байланысты түрлерінде (қой, ешкі) аталған өзгерістер туындамайды. Бұл құбылыс жүктеме кезінде мүшелермен жүйелерге түсетін күшпен олардың құрамына енетін құрылымдар функциясының интенсивтілігі (ҚФИ) арасындағы қатынас заңына негізделген.

Ф.3. Меерсонның концепциясы бойынша гипоксиялық ортада жүрекке түсетін физикалық жүктеме оның құрамына енетін клеткалардағы құрылымдар функциясының интенсивтілігін (ҚФП) арттырады. Мұндай құрылымдарда белок молекуласы мен нуклеин қышқылының түзілу қарқындылығы жоғары болады. Осыған байланысты жүрек еттерінің талшықтарының жуандауы есебінен жүрек гипертрофияланып, оның жалпы массасы артады.

Жүктеме түскен мүшелердің гипертрофияланып, массаларының қаншалықты артқанымен құрылымдар функциясының интенсивтілігі (ҚФП) шексіз емес, уақыт өткен сайын оның мүмкіндігі шектеліп, бастапқы деңгейіне қайтып оралады. Осыған байланысты нуклеин қышқылы мен белок түзілуінің қарқындылығы да төмендейді. Міне, гипоксиялық ортаға бейімделу процесінде пайда болатын кейбір мүшелердің гипертрофиялануынан олардың көлемі мен массаларының артуының негізіне осы тәріздес морфологиялық және физиологиялық өзгерістер жатады.

Гипоксияға бейімделу барысында жүрек еттеріндегі биохимиялық ауытқулар мен морфологиялық өзгерістер өзара байланысты жүреді. Бейімделудің тиянақты кезеңіне өткенде миокардтағы гликоген мен катехоламиндердің концентрациясы төмендеп, энергетикалық зат алмасу қарқындылығы азаяды, митохондриялардағы тыныс алу, тотығу және фосфорлану процестері әлсіреп, АТФ пен креатинфосфаттың (КТФ) мөлшері төмендейді. Жүрек еттері енді энергия көзін пайдаланудың филогенетикалық көне жолын пайдалануға көшеді: гликолиз бен гликогенолиз процестері активтенеді (87, 88-сурет).



87-сурет. Инфаркт миокарды - бұл жүректің ишемиялық ауру түрі, оның негізінде некроз дамиды

88-сурет. Жүрек кесіндісінде геморрагиялық инфаркттың макропрепараттағы көрінісі

Гипоксияға бейімделудің бастапқы кезеңдерінде организмге түсетін жүктеменің басым бөлігі бейімделушілік лабильділігі аса жоғары болатын жүректамыр жүйесіне түседі. Бұл кезде жүктеменің алдымен коронарлық тамырларға, одан әрі басқа да мүшелердің тамырларына жайылатындығы анықталады.

Оттегі жетіспеушілігіне байланысты клеткалардың оттегіне сұранысы бұрынғыдан да артатындығы белгілі. Бұл сұранысты қанағаттандыруда жүректегі қан айналысы мен жүрек еттеріндегі микроциркуляторлық жүйе маңызды рөл атқарады. Қалыпты жағдайда капиллярлардың біразын организм өз резервтерінде ұстайды. Ондай тамырлармен қан түйіршіктері жоқ таза плазма ғана ағады. Оларды плазмалық немесе жұмыс істемейтін қан тамырлары деп атайды. Капиллярлардың қалған бөлігінде қан айналу мен зат алмасу процестері үздіксіз жүріп жатады, оларды жұмыс жағдайындағы қан тамырлары дейді (89-сурет).

Оттегі үшін күресте кез келген мүше өзінің жұмысын күшейтеді. Осыған байланысты ондағы клеткалардың оттегіне деген қажеттілігі бұрынғыдан да арта түседі. Бұрыннан жұмыс істеп тұрған қан тамырлары бұдан былай ондай клеткалар мен тканьдерді оттегімен қамтамасыз етуге қабілеті жетпейді. Енді организм өзінің жұмыстан тыс тұрған қан тамырларын іске қосуға мәжбүр болады. Осыған байланысты 7000 м жасанды биіктікке көтерілген егеуқұйрықтың жүрек еттерін қанмен



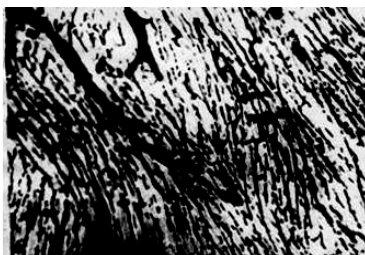


жабдықтау деңгейі қалыпты жағдайдағы көрсеткішпен салыстырғанда 47,9 % артқан (90-сурет).

Қалыпты атмосфералық қысым жағдайында организм қанның біраз бөлігін айналымға қоспай оны өз құрамында резерв түрінде ұстап тұра алады. Гипоксиялық ортада организмді осы қордағы қанды жұмсай бастайды. Эритроциттер мен гемоглобиндер санының көбеюімен байланысты қанның тұтқырлығы артады. Ал, мұның өзі капиллярлардағы қан ағысын баяулатады. Мұның зат алмасу процесіне маңызы зор.



89-сурет. Қалыпты жағдайдағы егеуқұйрық жүрегінің қанмен жабдықталуы



90-сурет. Биікке көтерілгеннен кейінгі егеуқұйрық жүрегінің қанмен жабдықталуы

Биікке тиянақты бейімделген жануарлар жүрегінің қанмен жабдықталу мөлшері жазықта тіршілік ететін түрлерімен салыстырғанда бір деңгейге жетеді және жүрек қызметінде брадикардия құбылысы пайда болады. Мұны жүрек етін оттегімен қамтамасыз етуде тканьдік механизмдердің іске қосылуымен түсіндіруге болады.

Гипоксияның әсер етуінің бастапқы кезеңдерінде симпато-адреналдық жүйенің активтілігінің артуымен байланысты қандағы катехоламиндер концентрациясы көбейіп, ацетилхолиннің мөлшері төмендейді. Осыған байланысты жүрек соғуы жиілеп, қан ағысы жылдамдайды, қан қысымының пульстік айырмашылығы артады. Қысқа мерзімді бейімделушіліктің “авариялық сатысында” нерв жүйесінің орталық бөлімдерінің әрекеттік күйі қатты өзгеріп, организмнің қоршаған орта өзгерістеріне бейімделістік әсерленгіштігін арттыруға мүмкіндік

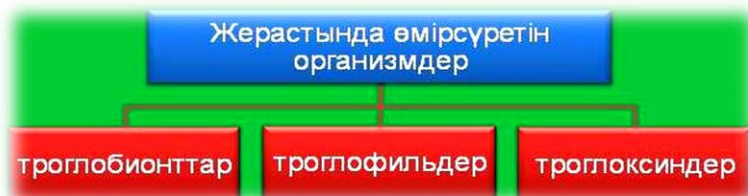


тұғызады. Уақыт өткен сайын “авариялық реакциялар” біртіндеп тегістеліп, оның орнына бейімделушіліктің тканьдік және клеткалық механизмдері келеді, жүрек қызметін реттеудің жаңа кезеңдері басталады. Енді симпатоадреналдық жүйеде түзілетін заттар азайып, керісінше холиндік қасиеті басым заттар көбейе түседі. Сонымен, қысқа мерзімді бейімделушіліктің ұзақ мерзімді формасына өту барысында, яғни биіктікте болу мерзімі ұзарған сайын симпатоадреналдық жүйенің активтілігі кеми түседі.

Жануарлардың оттегі жетіспеушілігіне шыдамдылығын олардың биіктікке көтерілу шегімен анықтайды. Мысалы, ешкі тұқымдастар гипоксияға төзімділік көрсетсе, шошқа тұқымдастары оған аса сезімтал келеді. Бұл – олардың шығу тегімен байланысты. Сол сияқты, суық қанды жануарлар, тіршілігі үнемі сулы ортамен немесе топырақтың терең қабатымен байланысты және тіршілік ету барысында үнемі ширатылып, жиырылып немесе шумақталып отыратын организмдер оттегі жетіспеушілігіне аса төзімділік көрсетеді.

Атмосфералық ауаның құрамы әрқашан тұрақты болатыны белгілі. Бірақ, кейбір экологиялық орта организмде арнайы бейімделушілікті қалыптастыра алады. Ондай тіршілік орталарына ін, ағаш діңіндегі қуыстар мен басқа да жердің терең қабатында жабдықталған үңгір тәріздес баспаналарды жатқызуға болады. Ондай ортадағы  $\text{CO}_2$ -ның концентрациясы қалыпты ауамен салыстырғанда 2-3 % жоғары болса, оттегінің меншікті қысымы 3 %-ке дейін төменділікті көрсетеді. Аталған экологиялық ортада тіршілік етуге бейімделген жануарлар гипоксия мен гиперкапнияға аса төзімді болып келеді. Олардың бейімделушілік механизмдері, көбіне қанның тыныс алу мүмкіндігінің артуымен, яғни гемоглобиннің оттегіне тектестігінің жоғары болуымен байланысты. Әдетте, үңгірлерде тіршілік ететін жануарлар организміндегі метаболизм деңгейі төмен болады және ондай жануарлардың тыныс алу орталығы  $\text{CO}_2$  сезімтал емес. Жер асты үңгірлерінің экологиялық ерекшеліктері онда өмір сүретін тіршілік иелерінің анатомиялық құрылысына, физиологиясы мен сырт пішіндеріне өз таңбаларын қалдырып отырады.

Аталған ортада тіршілік ететін организмдерді үш топқа бөледі: троглобионттар – үңгірде тұрақты тіршілік ететіндер; троглофильдер – тіршілігінің белгілі бір циклын ғана үңгірде өткізетіндер; троглоксиндер – тіршілік циклының жартысын үңгірде, жартысын одан тыс жерде өткізетіндер (91-сурет).

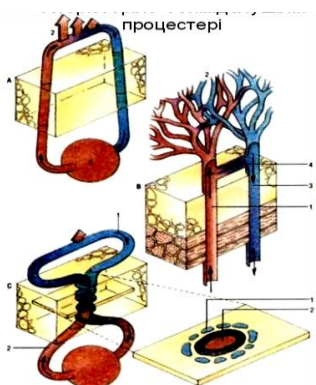


91-сурет. Үңгірлерде тіршілік ететін жануарлардың тобы

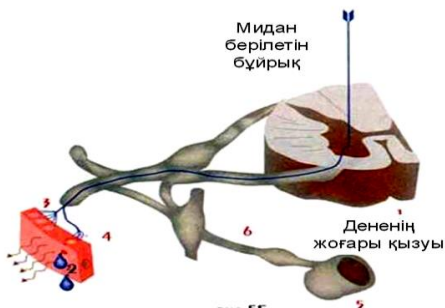
Үңгірдің ерекше жағдайына бейімделі стен пайда болатын өзгерістерді троглобионттардан жақсы байқауға болады. Жарықтың жеткіліксіздігінен олардың көру мүшелері мен дене пигменттері толық жойылған. Жарық жоқ жерде фотосинтездеуші организмдерде болмайтыны белгілі. Осыған байланысты органикалық заттар үңгірген есырттан келіп түседі (сумен бірге келетін өсімдік қалдықтары, онда еріген органикалық қосылыстар, жарқанатсаңғырығы, т.б.) немесе автотрофты хемосинтездеуші бактериялардың тіршілік әрекеті нәтижесінде түзіледі. Сонымен, эволюциялық даму барысында қалыптасқан регрессивті морфофункционалды және компенсаторлы өзгерістерге ологиялық немесе климаттық әсерлер негізінде пайда болған.

Егер жылы қанды организмдердің (гомойотермді) (92-сурет) сыртқы орта өзгерістеріне бейімделушілік процестері өз денелерінің температурасының тұрақтылығын сақтау (гомеостаз) бағытында жүрсе, суық қандыларда (пойкилотермді) ондай қасиеттер жоқ. Олар өздерінің физиологиялық тіршіліктерін реттеуге қабілеті жоқ организмдер қатарына жатады. Сондықтан олардың тіршілік әрекеттері түгелдей сыртқы орта температурасына тәуелді. Суыққандыларға (*грек.* – “өзгермелі”, “тұрақсыз”) құстар мен сүтқоректілерден басқа организмдердің бәрі жатады.

Суық қандылардың дене температурасының өзгерістері ондағы зат алмасу процесінің жылдамдығымен метаболизмдік реакциялардың қарқынды жүруіне қажетті оттегін пайдалану мөлшеріне тікелей әсер етеді. Омыртқасыздардың төменгі температура әсеріне бейімделушіліктерін тканьдік деңгейден анық байқауға болады. Мысалы, сыртқы орта температурасы күрт төмендегенде өзеншаянының (краб) еттерінде су мөлшері азайып, керісінше оттегін пайдалану мүмкіндігі артатындығы, ал бақалардың балтыр еттерінде “бос” және “байланысқан” судың көбейетіндігі байқалған (Слоним, 1971).



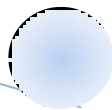
92-сурет. Жылы қанды организмдердің (гомотермді) сыртқы орта өзгерістеріне бейімделушілік процестері



93-сурет. Эфферентация- дене қызуы көтерілгенде гомеостаздың өздігінен реттелуі

Насекомдар дүниесінде бейімделушілік реакциялары тканьдер мен клеткалар деңгейінде жүреді және оларды қолайсыз жағдай өткенше уақытша активсіздендіріп отырады. Бұл – қолайсыз жағдайды бастан өткізудегі бейімделушіліктің бір түрі.

Көптеген микроорганизмдер, насекомдар мен өсімдіктер дүниесінің кейбір өкілдері қолайсыз жағдай туғанда анабиоздық күйге ауысады. Анабиоздық құбылыс оларды суық пен ыстықтан және құрғақшылықтан сақтайды. Анабиоздық құбылыс тек микроорганизмдер дүниесінде ғана емес, қысқы



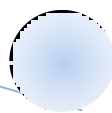
ұйқыға кететін жоғарғы сатыдағы жануарлар арасында да кездеседі.

*Анабиоз* – сыртқы ортаның қолайсыз жағдайларына эволюция бойына қалыптасқан физиологиялық бейімделушілік. Егер анабиоз барысында тіршілікке жауапты құрылымдық механизмдер бұзылмай, бүтіндей сақталатын болса, қажетті жағдай туа қалған күнде ондай организмдер қайтадан тіршілігін жалғастыра береді. Соңғы кезде анабиоздық механизмдерді зерттейтін ғылымның жаңа саласы – криобиология дамуда.

Экологиялық факторлардың әсер ету сипаты мен күшіне қарай табиғатта кездесетін жануарлардың активсіздік күйлерін бірнеше топтарға жіктейді:

- Насекомдар арасында кездесетін диапауза;
- Қостынысты балықтарда байқалатын жазғы ұйқы;
- Суыққандыларға тән сіресу;
- Құрғақшылыққа байланысты туатын ангидробиоз құбылысы (сусыздану);
- Гомойотермдік жануарлар арасында кездесетін ұйқыға кету құбылыстары.

*Ангидробиоз* – бейімделушіліктің қайтымды механизмдерінің бірі ретінде омыртқасыздардың түрлі систематикалық топтары мен бактериялар және сол сияқты кейбір өсімдік споралары арасында кең тараған. Ангидробиоз деп қоршаған ортада аса қолайсыз жағдайдың тууымен байланысты организмнің макромолекуласымен байланысқан сумен қатар клетка аралық және клетка ішілік судың да жоғалуы нәтижесінде пайда болатын бейімделушіліктің түрін айтады. Құрғақшылыққа байланысты сусыздану жолымен бейімделетін организмдерді екі топқа бөледі: бірінші топқа даму циклының бастапқы кезеңдерінде ғана сусыздану құбылысына ұшырайтын организмдер жатады. Оларға бактериялар мен саңырауқұлақ споралары, өсімдік тұқымдары, кейбір шаян тәрізділердің ұрықтары мен жұмыртқалары және сол сияқты көптеген насекомдардың личинкалары жатады. Екінші топқа даму циклының кез келген кезеңдерінде сусыздана алатын организмдер кіреді. Бұларға қарапайымдар, коловраткалар, нематодтар мен жай қозғалатындар жатады.



Құрғақшылық туған кезде бірінші топтың өкілдері цистаға айналу арқылы қолайсыз жағдайды бастан кешіреді. Циста – капсуламен қоршалған, мындаған клеткалары бар гастрюляцияның бастапқы кезеңінен тұратын ұрық. Циста өзінің құрамындағы суынан толық айырылса да өміршеңдігін жоғалтпайды. Егер қолайлы жағдай туа қалған күнде өздерінің тіршілік әрекетін одан әрі жалғастыра береді.

Екінші топтың өкілдері (нематодтар) құрғақшылық басталысымен қысқарып, ширатылып қалады. Соның нәтижесінде олардың денесіндегі метаболизмдік процестер кенет баяулап, оттегін пайдалану мүмкіндігінен айырылады.

Бейімделушіліктің осындай жолдарымен ангидробиоздық құбылыстарға ұшыраған нематодтар мен бірінші топқа жататын цисталарда глицерин мен трегалоздар концентрациясы көбейіп, бұлармен бір мезгілде гликоген мен липидтер мөлшері азаяды. Бұл өзгерістер – аталған заттар метаболизмінің өзара байланыстылығын көрсетеді. Глицерин мен трегалоздар макромолекулалардың құрылысын, мембраналардың бір тұтастығы мен тұрақтылығын (су орнына) сақтауға қатысады. Сонымен, ангидробиоз құбылысы құрғақшылық туған кезде организмдердің тіршілік қабілетін сақтай отырып, олардың таралуына мүмкіндік туғызады.

Сыртқы ортаның қолайсыз жағдайларына бейімделушілік мысалына насекомдар арасында кездесетін диапауза құбылысы жатады. Төменгі температурада насекомдардың өсуі мен дамуы мүлде тоқтайды, бірақ метаболизм деңгейі онша төмендемейді. Мұндай анабиоздық құбылысты диапауза деп атайды. Диапауза тіршілік циклының кез келген кезеңінде (жұмыртқа, личинка, куыршақ) пайда бола алады. Диапаузаның пайда болуы мен қалпына келу процестерінің негізгі реттеуші факторларының қатарына фотопериодизм, температура және коректік заттар жатады. Бірақ, қазіргі болжамдарға сәйкес диапаузаның дамуы мен қалпына келу процесін эндокриндік механизмдер қамтамасыз етеді деген пікірлер бар.

Диапауза кезінде клеткаларды төменгі температураның жарақаттаушы әсерлерінен қорғайтын арнайы механизмдер іске қосылады. Ондай механизмдердің қатарына глицерин мен сорбиттер биосинтезі жатады. Олар бір жағынан, денеде



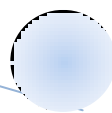
байланысқа түскен су мөлшерін көбейтсе, екінші жағынан, белоктармен қосылыса отырып, олардың денатурациялануына жол бермейді.

*Гемолимфа* – клеткадан тыс сұйық. Төменгі температура жағдайында оның мұзға айналуы насекомдардың өміріне қауіп төндірмейді, керісінше, олардың оттегін пайдалану процесі жалғаса береді.

Сонымен, қоршаған орта температурасының күрт төмендеуіне байланысты туындайтын биохимиялық және физиологиялық өзгерістер олардың тіршілік процесін сақтауға бағытталған. Диапаузальық тыныштықтан шығу – сыртқы орта факторларына тікелей байланысты.

Көптеген буынаяқтылардың суық түсе өліп қалатыны белгілі. Себебі дененің құрамындағы судың мұзға айналуы олар үшін аса қауіпті. Су өзінің кату температурасына жеткенде оның молекулаларының құрылысы мұз молекуласының құрылысына жақындайды. Одан әрі молекулалардың қозғалысы шектеліп, өзара бір-бірімен тартылысқа түсу арқылы бір жерге шоғырланып, топтасады, бірақ көлемдерінің өсуі жалғаса береді. Енді олар кеңістік бойынша көптеген аумақтарды қамтиды. Молекулалардың шоғырлану процесі белгілі бір деңгейге жетіп тоқтағанда олар кристалдық ядроларға айналады. Сыртқы орта температурасының одан әрі төмендеуі кристалдық ядролардың көлемін өсіре түседі. Егер ядролар бірыңғай су молекулаларынан түзілсе, ондай ядроларды гомогендік ядролар деп атайды. Бірақ, биологиялық жүйелер мен тканьдердің құрамына судан басқа да күрделі заттар кіретіні белгілі. Осы заттар кристалдық ядролардың құрамына кіре отырып, олардың түзілуі мен жылдам өсіп, тез таралуына ықпал етеді. Сумен бірге басқада заттардың қатысуымен түзілген ядроларды гетерогенді ядролар деп атайды. Кристалдық ядролардың құрамына енетін бөгде заттардың беттік аумағы неғұрлым үлкен болса, мұздың кристалдық торлылығы солғұрлым арта түседі және олардың ядроларды құруға әсерленістігі күштірек болады. Температураның күрт төмендеуімен байланысты насекомдар организмінде туындайтын осы тәріздес күрделі өзгерістер тканьдердің бұзылуына әкеп соғады. Сондықтан суық түсе көптеген





буынаяқтылардың өліп қалатындығын осы жолмен түсіндіруге болады.

Қостынысты балықтардың өкпесі бола тұра құрғақшылық кездерде ұзақ мерзімді ұйқыға кетіп отырады. Су көздерінің кебе бастаған алғашқы кезеңдерінің өзінде-ақ олар топырақтың терең қабатына бойлап кіріп, жібек көбелегі тәрізді кокон құрады. Кокон сыртқы ортамен арнайы “тыныс каналы” арқылы жалғасады. Коконның ішінде балық сыртқы ортада қолайлы жағдай туғанға дейін “ұйықтай” береді. Қалыпты жағдайда қостынысты балықтар аз қозғалып, активсіз тіршілік етулеріне байланысты олардағы зат алмасу процесі өте төменгі деңгейде қалыптасқан. Ұйқыға кеткен кезде зат алмасу қарқындылығы жүз есеге дейін төмендеп кетеді. Осы қалыпта олар табиғаттың қолайсыз кезеңдерін бастарынан өткізеді.

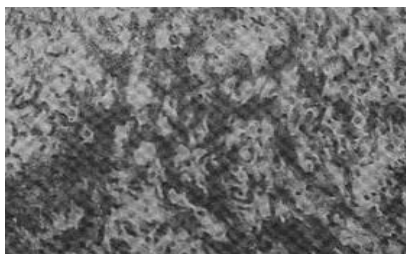
Қосмекенді жануарлардың сыртқы орта температурасының өзгерістеріне жауап реакциялары “сіресу” немесе “қатып қалу” сияқты формада жүреді. Бейімделушіліктің аталған екі түрі де дене температурасын реттеу механизмі ретінде қоршаған орта өзгерістеріне бейімделушілік процестерінің құрамды элементтерінің қатарына жатады. “Сіресу” кезінде жануарлар қозғалу қабілетінен айырылып, метаболизм деңгейі күрт төмендейді. Ал, сүтқоректілер болса, ұйқыға кетер алдында түрлі жерлерге тығылып, ыңғайлы орын іздеуге мәжбүр болады. Олар қысқы және жазғы ұйқыға кететіндер болып бөлінеді.

Қысқы ұйқы – жылы қанды жануарлар арасында көп тараған және табиғаттың қолайсыз жағдайына бейімделудің бір түрі болып есептеледі. Жануарлардың арасында кездесетін ұйқыны тәуліктік, маусымдық және мезгілсіз ұйқы деп бөледі. Маусымдық ұйқы қысқы және жазғы болып бөлінеді. Қысқы ұйқы жарқанат, кірпі және кеміргіштер сияқты сүтқоректілер арасында кездесе, жазғы ұйқы шөл және шөлейт жерлерде тіршілік ететін жануарлар арасында кеңінен тараған. Қарлығаш тәрізділер және кейбір кеміргіштер мен қалталылар маусымның кез келген қолайсыз кездерінде (температураның күрт төмендеуі, жаңбыр, т.б.) мезгілсіз ұйқыға кете береді.

Қысқы ұйқыға, көбіне, ұсақ сүтқоректілер кетеді. Бұл бірнеше себептерге байланысты. Біріншіден, олардағы зат алмасу деңгейі жоғары болса, екіншіден, олар қысқа дайындық



ретінде қоректік зат қорын жинамайды. Үшіншіден, суық түскен кезде мұндай жануарлар денедегі жылуды барынша көп жұмсайды. Суық түскен мезгілде зат алмасу қарқындылығын бірнеше рет арттыра отырып, дене температурасын жоғары деңгейде ұстау – бұл жануарлар үшін аса қымбатқа түсетін жол. Ұсақ жануарларда зат алмасу деңгейі әуел бастанақ жоғары болатыны белгілі, ал оны одан әрі көтеру – олар үшін үлкен шығын. Тығырықтан шығудың бір ғана жолы бар. Ол – дене температурасын барынша төмендету. Нәтижесінде денедегі жылу жасалу проблемасы шешіліп қана қоймай, салқында-тылған тканьдер мен физиологиялық жүйелер энергияны барынша үнемді жұмсайтын болады және организмде қажетті қуат қоры сақталады. Қысқы ұйқының немесе гибернация құбылысының негізгі мәні осы.



94- сурет. Өкпедегі қоңыр май ткані капиллярмен барынша жақсы жабдықталғаны байқалады

Қысқы ұйқыға кететін жануарларды екі топқа бөледі:

- Сергек кезінде өз денелерінде жеткілікті мөлшерде май қорын жинап алып, соның есебінен қысқы ұйқыны өткізу.
- Жаз бойы інде қоректік заттар қорын жасап, қысқы ұйқы кезінде сонымен қосымша қоректенетіндер.

Ұйқыға кетер алдында жануарлардың денесінде май қорлары жиналып, метаболизм деңгейі төмендейді. Қан айналысы баяулап, жүрек соғысы мен тыныс алу жиілігі бәсеңдейді, дене температурасы бірден салқындап, қыс бойы ұйқыға тән поза сақталады.

Кейбір зерттеушілердің пікірі бойынша қысқы ұйқыға кететін жануарлар организмінде дене температурасын реттейтін



механизм толық мағынасында жетілмеген. Осыған сәйкес, суық түсе жылуды реттейтін механизмнің уақытша істен шығуына байланысты организмде гипотермиялық құбылыс басталады. Аталған болжамға сүйенсек, қысқы ұйқыға кететін жануарлардың жылуды реттейтін механизмі онша күрделі емес, өте қарапайым және қандайда бір болмасын табиғаттың жіберген кемшілігі болуы әбден ықтимал деген ұғым қалыптасады.

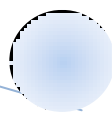
Бірақ, қысқы ұйқыға кетуге дейінгі қалыпты тіршілік ету жағдайында олардың денесінің температурасы тұрақсыз, үнемі ауытқып отыратындығы анықталды. Мысалы, кірпі, саршұнақ, борсық, т.б. сияқты сүтқоректілер денесінің температурасы тәулік бойы 2,5°C аралығында өзгеріп отырады. Қысқы ұйқыға кететін жануарлардың температурасын ұйқыға кетпейтін түрлерімен салыстырғанда төмен болатындығын мына кестеден көруге болады (20- кесте).

Егер саршұнақты жыл бойына қалыпты температура жағдайында ұстаса, ұйқыға кетер мезгіл жақындағанда зат алмасу деңгейімен дене температурасы төмендей бастайды. Бұдан, қысқы ұйқыға кететін жануарлардың жылуды реттеу тетігі жақсы реттелетін, жоғары деңгейде және астрономиялық дәлдікпен жұмыс атқаратын аса күрделі физиологиялық механизм екенін көреміз.

20 - кесте.

**Қысқы ұйқыға кететін және ұйықтамайтын сүтқоректілердің салыстырмалы температурасы (қалыпты жағдайда)**

<i>Қыста ұйықтайтындар</i>	<i>t<sup>0</sup> C</i>	<i>Ұйықтамайтындар</i>	<i>t<sup>0</sup> C</i>
Европалық кірпі	35,0	Европалық көртышқан	39,4
Альпі саршұнағы	36,0	Сұр егеуқұйрық	37,6
Үлкен саршұнақ	36,5	Қоян-русак	38,0
Атжалман	34,7	Дала тышқаны	38,5
Орман тышқаны	35,5	Теңіз шошқасы	38,6
Жаңғақ тышқаны	35,7	Ит	38,5
Борсық	37,8	Қорқау қасқыр	38,5
Аю	37,0	Түлкі	37,0
Енот тәрізді ит	37,8		



Жануарлар мезгілдік ұйқыға кету үшін көптеген сыртқы (температура, жарық, қоректік зат, т.б.) және ішкі (жылуды реттеу, эндокриндік және нервтік жүйелер) факторлар қажет. Эволюцияның дамуында аталған факторлар қолайсыз қыстың жақындап қалғанын хабарлайтын сенімді сигналға айналған.

Қысқы ұйқыға кететін жануарлар организмінде белок ыдырауының соңғы өнімі – мочеви́на кездеспейді. Қандағы аминқышқылдары мен белоктар, сілтілік тұздардың концентрациясы өзгеріссіз қалады. Нерв жүйесі мен клетка қабығы төменгі температура жағдайына сезімтал емес, қысқы ұйқы барысында өз активтіліктерін жоғалтпайды. Қысқы ұйқы кезінде дене температурасы қаншалықты төмендегенімен, ферменттер жүйесінің қатысуымен белоктар түзілуі тоқтаусыз жүріп жатады.

Қысқы ұйқыға кететін жануарлар жүрегінде морфологиялық және физиологиялық ерекшеліктер байқалады. Олардың жүрегі 0°C кезінде жиырылуға қабілетті келеді. Ал, ұйықтамайтын жануарлардың жүрегі 15°C тоқтап қалады. Мұнымен қатар, ұйқыдан оянар алдында олардың жүрек қарыншаларында фибриляция құбылысы байқалмайды. Ал, салқындату әдісімен ұйықтатылған кәдімгі жануарларды гипотермия жағдайынан шығарғанда олардың жүрегінде, керісінше фибриляция процесі пайда болып, жүрек қызметі бұзылады. Мұның себебін былай түсіндіруге болады: қысқы ұйқыға кетпейтін жануарлардың жүрек еттері тікелей адренэргиялық нерв талшықтарымен нервтенсе, қысқы ұйқыға кететін жануарларда аталған нерв талшықтары жүрек етін қанмен жабдықтайтын қан тамырларын нервтейтін көрінеді. Соның салдарынан қыста ұйықтамайтын жануарлар жасанды гипотермиядан шығу кезінде көптеп бөлінетін катехоламиндер жүрек еттерінде фибриляция құбылысын туындатады.

Ұйқы кезінде бөлінетін зәрдің концентрациясы тым жоғары, көлемі аз болады. Қысқы ұйқының барысында қоршаған орта температурасының күрт төмендеуіне организмнің сезімталдығы мен температураны реттеу механизмі сақталады. Егер ұйқыдағы жануарды одан әрі салқындата бастаса, ол оянып кетеді. Себебі ұйқының барысында жылуды реттейтін механизмнің қызметі тоқтағанымен орталық нерв



жүйесінде “күзет пункті” сақталуы мүмкін. Ұйқыдағы организмді тітіркендіргенде оған қайтаратын ояну реакциясы ОНЖ-дегі “күзет пункті” арқылы орындалады. Ұйқыдағы жануардың қуат көзі – денеде жиналған май. Аминқышқылдары есебінен жүретін глюконеогенез процесінде түзілетін гликоген мөлшері бір деңгейде сақталады. Бұл – қысқы ұйқыға кететін жануарлар организміндегі ерекшеліктердің бірі. Қысқы ұйқының барысында организмнің барлық қызметі төмендеп, қанның құрамы мен қасиеті өзгереді. Қанның құрамында оның ұюына жол бермейтін заттар түзіледі (гепарин). Ұйқы кезінде тромбоцитопения пайда болып, қан пластинкалары гипопункция жағдайына ауысады. Мұның протромбокиназа ферментінің түзілуінің реттелуінде маңызы зор. Денедегі қанның негізгі бөлігі көк бауырда жинақталып, тіршілік процесін қанағаттандыруға қажетті көлемі ғана айналысқа түседі.

Қысқы ұйқыны күшейтетін немесе тежейтін заттар тобы белгілі. Ондай заттарды кейбір мүшелер мен бездер бөледі, соған орай оларды қысқы ұйқы бездері немесе триггерлер деп атайды. Триггерлер қатарына қоңыр май ткані жатады және ол қысқы ұйқыға кететін жануарлардың бәрінде кездеседі.

Қоңыр май симпатикалық нерв жүйесінің бакылауында болады және қан тамырларымен барынша жақсы жабдықталған. Оның құрамында митохондрия мен цитохром мөлшері өте көп және төменгі температурада қатпайтын май қышқылдары болады. Жануарлар ұйқыдан оянар кезде қоңыр май тканінде қан айналысы жылдамдап, тотығу реакциясы күшейеді, жылу түзілуі артады. Түзілген жылу алдымен, оған таяу орналасқан мүшелерге – жүрекке, ОНЖ-не, аса ірі артериялар мен қан және лимфа тамырларына бағытталады. Нәтижесінде жануарлардың қысқы ұйқыдан ояну кезеңі басталады. Сонымен, қоңыр май – жануарлар қысқы ұйқыдан оянар алдында олардың оянуына қажетті жылудың түзілуін қамтамасыз ететін аса күрделі механизм.

Қысқы ұйқыға кету мен одан ояну процесінде қоңыр май тканінен кейінгі маңызды функциясы ұйқы безі мен оның гормоны атқарады. Қанына инсулин енгізілген жануарлардың қысқы ұйқыға мерзімнен бұрын кететіні туралы мағлұматтар



ертеден белгілі. Я. Киршенблаттың зерттеулері бойынша ұйқыға кетер алдында жануарлардың ұйқы безіндегі Лангерганс көпіршелерінің саны мен көлемі бірнеше рет артып, қанда инсулин гормоны мен  $\text{CO}_2$  көбейген. Бұл – қысқы ұйқының терең және үзіліссіз өтуін қамтамасыз ететін факторлардың бірі. Себебі, қалыпты жағдайда тіршілік әрекеті үшін энергия көзі болып есептелетін қандағы қанттың мөлшері гормон енгізгеннен кейін азайып кетуіне байланысты. Инсулинді Лангерганс көпіршелеріне енгізгеннен кейін де осындай құбылыс байқалған. Дененің шеткі қан тамырларындағы қан ішкі мүшелерге қарай ауысып (қан депосы), қан қысымы төмендеген. Бұлшық ет пен бауырдағы гликоген көбейіп, қандағы қант мөлшері азайып кеткен. Бауырда АТФ жинала бастағаны байқалған.

Қысқы ұйқы барысында жануарлардың бүйрекүсті бездерінің қыртысты қабатының функциясы әлсіреп, көлемі кішірейеді. Бездері алынып тасталған жануарлар қысқы ұйқыға кету қабілетінен айырылады.

Қалқанша бездің гормондары сүтқоректілер мен құстарда жылуды реттеу процесіне қатысады. Қысқы ұйқы кезінде бұл бездің қызметі әлсіреп, организмнің жылуды реттеу қабілетінің нашарлауына байланысты дене температурасы төмендейді. Қысқы ұйқыдан оянар алдында бездің қызметі күшейіп, негізгі зат алмасуы жоғарылай бастайды. Қанға тиреоидты гормондар бөлініп, нерв жүйесінің қозғыштығы жоғарылайды, жүректің жиырылу күші мен жиілігі артып, дененің температурасы көтеріледі. Егер ұйқыдағы жануарларға тироксин енгізсе ұйқыдан мезгілсіз оянып кету фактілері белгілі болған.

Осыған ұқсас тәжірибелер жыныс бездерімен де жүргізілген. Егер қанда жыныс бездерінің гормондары көбейіп кетсе, жануарлар қысқы ұйқыға жатпай қояды. Қысқы ұйқы кезінде жыныс мүшелерінде кейбір регрессивті өзгерістер байқалғанымен ұйқыдан оянар алдында тегістеліп кетеді. Қысқы ұйқыға дайындық және ұйқыға кету сияқты аса күрделі физиологиялық құбылыстар гипоталамус арқылы реттеледі деген болжамдар басым. Гипоталамус мидың басқа да құрылымдарымен бірге организмнің сыртқы орта құбылыстарына бейімделуін, ұйқы мен сергектіліктің кезектесуін және дене температурасын реттеуге қатысады. Сұр төмпешікті



зақымдағаннан кейін жануарлар организміндегі жылу түзілу және жылу бөліну процестері бұзылып, дене температурасы тұрақты деңгейде сақталмайды, салқын қанды жануарларға тән құбылыс байқалады. Ал, гипоталамустың артқы бөлімін зақымдаса жануарлар ұйықтау қабілетінен айырылады, алдыңғы бөлімін бұзса ұйқыдан оянбай қояды.

Қысқы ұйқы кезінде жануарлардың жоғарғы нерв әрекеті тежелген жағдайда болады. Дегенмен, сопақша мимен байланысты кейбір қимыл-әрекеттерді үйлестіретін орталықтар өздерінің физиологиялық активтіліктері мен функцияларды реттеу қабілеттерін жоғалтпайды. Осыған байланысты, жануарлар ұйқы кезінде белгілі бір позаны сақтайды (кірпілер жиырылады, жарқанаттар болса, артқы аяқтарымен субстратқа жабысып, салбырап тұрады, т.б.). Бұдан, қысқы ұйқы кезінде сопақша мидың кейбір бөлімдерінің қызметінің күшейе түсетіндігін аңғару қиын емес.

Қысқы ұйқының барысында таяу арада пайда болған рефлексстер жойылып, одан бұрынғы қалыптасқандары сақталады. Бұл – ертеректе пайда болған рефлексстердің нерв жүйесіндегі құрылымдық өзгерісінің, яғни жүйелер функциясының күшейюі ондағы құрылымдарда белок молекуласымен нуклеин қышқылдарының түзілуінің активтену принципі негізінде қалыптасқан процесс.

Жануарлар арасында кең тараған қысқы және жазғы ұйқының пайда болуы жөнінде бірнеше көзқарастар белгілі. Солардың бірі – “палеобейімделушілік”. “Палеобейімделушілік” принципі қазіргі кездегі кейбір жануарлардың сыртқы ортаның қолайсыз жағдайларының тууымен байланысты қысқы және жазғы ұйқыға кетулерін олардың ертеде тіршілік еткен тектерінің қарапайым белгілерін сақтап қалуымен байланыстырады. Екіншісі – жануарлардың ұйқыға кетулерін олардың эволюциясының жаңа сатысы ретінде қарайды. Өйткені, тап осы кезеңде планетада климаттың салқындауына байланысты жылы қанды жануарлар пайда болған. Эволюциялық даму барысында олардың арасында түрлі топтарға жіктелу процесі басталды: бір топқа дене температурасы тұрақты және жыл бойы активті тіршілік ететін жануарлар кірсе, екінші топқа дене температурасы тұрақсыз, қолайсыз жағдай туғанда ұйқыға кетіп отыратын





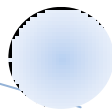
жануарлар тобы кірді. Соңғы топқа жататын жануарлар организмінде сыртқы ортаның қолайсыз, циклды өзгерістеріне бейімделудің ерекше механизмі пайда болып қалыптасты.

Тыныс алу жүйесіндегі өзгерістер организмдердің эволюциялық дамуымен тығыз байланысты жүрді және ол процесс судан құрлыққа қоныс аудару бағытында дамыған. Мысалы, омыртқасыздардың құрлыққа шығуымен байланысты кәдімгі суға бейімделген желбезектің орнына ауамен тыныс алуға икемделген желбезек аппаратының жаңа түрі пайда болды. Бұл – шаян тәрізділер класының өкілдерінде (краб) жақсы сақталған.

Суда тыныс алу функциясы диффуздық жолмен жүрді және оның қарқындылығы көбіне, клетка іші мен қоршаған орта арасындағы газдардың меншікті қысымдарының айырмашылықтарына байланысты болды.

Эволюциялық дамудың барысында денедегі оттегін тасымалдауға ықшамдалған арнайы пигменттік клеткалар пайда бола бастады. Ал, кейбір организмдердегі (*Annelidae*) тыныс алудың диффуздық жолы сыртқы тыныс алу функциясын (желбезек) қосымша атқаруына байланысты пайда болған прогрессивті өзгерістер біртіндеп барлық жануарлар дүниесін қамтиды. Филогенетикалық баспалдақта *Annelidae*-дан жоғары тұрған тіршілік иелеріндегі тыныстық өзгерістер бронхы деңгейіне дейін қамтып, олардың сыртқы ауаны сору (насосық) функциясын қосымша атқаруын қамтамасыз етті. Ал, құрлыққа тұрақты қоныс аударған түрлерінің желбезектері қасаңданып, судағы еріген оттегін пайдалану қабілетінен айырылды немесе мүлде жоғалып кетті. Оның есесіне оттегін тасымалдауға икемделген жаңа механизмдер жүйесі қалыптасып, сыртқы тері жабындылары су мен газды өткізбейтін қасиетке ие болды.

Құрлыққа бейімделе бастаған организмдердің өкпемен тыныс алуға көшуі қаншалықты тиімді болғанымен олардың кейбіреулерінде тері жабындылары арқылы бүкіл дененің қатынасуымен орындалады. Ал, насекомдар мен шаян тәрізділерде тыныс алудың ерекше түрі – түтікшелер жүйесі қалыптасты. Бұл түтікшелердегі ауа қоры арнаулы тыныс қимылдарының әсерімен алмасып отырды.



Суды мекендейтін жануарларда (балықтар) ерекше тыныс мүшесі – желбезек пайда болды. Бұл – жұқа қабатты жапырақшалардан тұратын дене өсінділері. Желбезектің тамырлары үздіксіз сумен шайылып отыратындықтан оның жапырақшаларынан өтетін қан мен сұйық заттан суға  $\text{CO}_2$  бөлініп, судан  $\text{O}_2$  сіңеді де ол бүкіл денеге тарайды.

Қосмекенділерде қарапайым өкпе пайда болады, бірақ газ алмасу процесі тері арқылы жүретін диффуздық жолмен толықтырылып отырды. Тыныс алуға өкпе мен терінің қатар қатысуының кейбір артықшылық жақтарының болуы мүмкін: біріншіден, ол суда жүзуді жеңілдететін гидростатикалық механизм ролін атқарса, екіншіден тыныс алу процесіне қатысады. Өкпенің ішкі бетінің альвеолдарға айналуы қосмекенділер класынан басталып, бауырмен жорғалаушылармен аяқталады.

Құстар мен сүтқоректілерде өкпе жақсы дамыған, оның құрылысы күрделене түскен, тері дененің сыртқы қабығына, қорғаныш мүшесіне айналған. Тыныстық газ алмасудың беттік жанасу көлемі үлкейіп, өкпе вентиляциясы артқан. Тыныс алу процесінің күрделірек түрі құстар класында кездеседі. Құстарда тыныс алуға өкпемен қатар ауа қапшықтары да қатысады. Өкпенің вентиляциясы циркуляция заңы бойынша қозғалыс жасайды. Өкпе вентиляциясының мұндай түрі сүтқоректілермен салыстырғанда ауадағы оттегін толық жұмсауға мүмкіндік береді.

Жануарлар дамуының эволюциясы мен тыныс алу жүйесінің оттегін тасымалдауға бейімделуі – көптеген морфологиялық және биохимиялық бейімделушілік өзгерістерін туғызып, гемопоэздық механизмдер мен гемоглобин молекуласын ерекше және арнайы функциялар атқаруға бағыттады.

Тыныс алу процесінің одан арғы дамуында қан плазмасы мен ондағы формалық элементтердің лабильділігі мен тұрақтылық қасиетінің қалыптасуы қабаттас жүрді. Жылықандылардың эритроциттерінің өмір сүру ұзақтығы суыққандылармен салыстырғанда төмен және олардың реттелу механизмдері тканьдердегі оттегі мөлшері мен тыныс алу процестерінің өзгерістеріне аса сезімтал және тәуелді болды. Тыныс алу жүйелеріндегі газ алмасу процестерінің күшейюіне байланысты эритроциттердің көлемі кішірейіп, саны көбейді және оның



құрамына кіретін гемоглобиндер концентрациясы артты. Мұнымен қатар гемоглобиндердің химиялық құрылымы да айтарлықтай өзгерістерге ұшырады. Аталған өзгерістердің барлығы организмдердің құрлыққа шығуына байланысты тыныс алу мүшелерінің күрделене түскендігін көрсетеді.

Сүтқоректі жануарлардың сыртқы ортаға бейімделушіліктері, негізінен морфологиялық өзгерістер бағытында дамыған. Кейбір мүшелердің морфологиялық, физиологиялық және функциональдық тұрғыдан бейімделістік процеске ұшырағандары соншалықты, бүтіндей жүйелердің қызметі мен өзгерістері солардың ықпалында болды. Мысалы, шөлді жерде тіршілік етуге бейімделген сүтқоректілердің бүйрегінің құрылысындағы морфо-функциональдық ерекшеліктері организмнің бүкіл шығару жүйесінің қызметі мен бағытын анықтайды. Мүшелерде пайда болған бейімделушілік реакциялар барлық жүйелерді қамтыған және олардың қызметтерін қоршаған орта өзгерістеріне сәйкестендіріп отырады. Мысалы, ас қорыту мүшелеріндегі бейімделушілік өзгерістерді ауыз қуысының күрделенуі мен ішекқарынның салыстырмалы ұзындықтарының ерекшеліктерінен байқауға болады. Бұлардан басқа, жануарлардың қоректену ерекшеліктеріне байланысты ферменттер активтілігінің өзгерулері және сол сияқты кемірушілердің ішектерінің жиырылу функциясы мен түйенің ішегінде жүретін су алмасу процестерінің ерекшеліктері физиологиялық бейімделушіліктің нағыз мысалы бола алады. Бейімделушіліктің осы тәріздес жүйелілік түрлері организмдердің әртүрлі табиғи ортада тіршілік етіп, қалыпты өрбулерін толық қамтамасыз ете алады.

Қан жүйесінде пайда болатын өзгерістер де организмдердің түрлі экологиялық ортаға бейімделушіліктерімен тығыз байланысты. Өйткені қан – тыныс алу процесіне қатысып, оның негізгі бағытын анықтайды. Осыған байланысты ол гипоксия мен қарқынды дене еңбегіне бейімделу барысында оттегін барынша көп сіңіріп, оны тканьдер мен жүйелерге тездеп жеткізіп отырады.

Сыртқа шығару мүшелерінің морфологиялық құрылысы мен функциясы жаңа экологиялық ортаның зат және су алмасу процесіне қоятын талабына сай өзгеріске ұшырап отырады.



Мұндай өзгерістерге бүйректің қыртысты және миы кабаттарының өзара арақатынастары мен нефрон түтікшелерінің салыстырмалы ұзындығы жөніндегі морфологиялық өзгерістер жатады. Мысалы, шөлді және шөлейтті жерлерге бейімделген жануарлар бүйрегінің қыртысты қабаты аумақты болып келеді. Соған байланысты ол арқылы өтетін түтікшелер ұзарып, олардың қабырғалары цилиндр тәрізді эпителийлі клеткалармен көмкерілген. Бұл айтылғандардың бәрі зәрді концентрациялап, денедегі суды үнемді пайдалануға бағытталған.

Шөлде тіршілік етуге бейімделген жануарлардың тері қабатында пайда болған морфо-функциональдық өзгерістердің нәтижесінде олардың жабынды тканьдері қоршаған ортаның талаптарына сай денедегі су шығынын тежеп, үнемдейтін қасиетке ие болған. Биік тауға бейімделген адамдар мен жануарлардың көкірек клеткасының көлемі ауқымды болатындығы ертеден белгілі. Алатау жағдайына бейімделген қой мен ешкілердің өкпесінің көлемі үлкейіп, бронхыларының диаметрі жуандаған және олардың бұлшық еттері де біршама күшті дамығандығы дәлелденіп отыр. Таулы аймақта тіршілік ететін қосмекенділердің өкпемен тыныс алу мүмкіндіктері жазықтағы түрлерімен салыстырғанда әлде қайда күшті дамыған.



## ХІ Т А Р А У

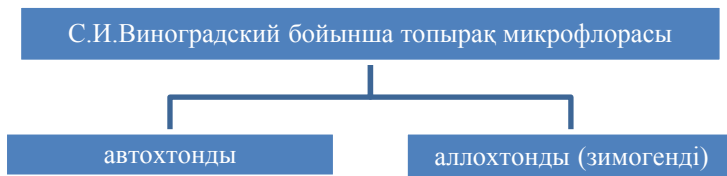
### МИКРООРГАНИЗМДЕР ЭКОЛОГИЯСЫ

**Микроорганизмдер экологиясы** – олардың өзара және қоршаған ортамен қарым-қатынасын зерттейтін микробиологияның бір саласы. Оның пайда болуына Л.Пастер, С.Н.Виноградский, М.Бейеринк, Т.Брок, т.б.ғалымдар өздерінің зор үлестерін қосты.

Л.Пастер өз кезінде аэробты және анаэробты жағдайда микроорганизмдер әсерінен химиялық заттардың бір түрі басқа түрге айналатынын байқады. Микроорганизмдердің қасиетімен түріне байланысты қанттар спиртке немесе сүт қышқылына, ал спирт сірке қышқылына айналатынын дәлелдеді. Сонымен қатар химиялық заттардың кеңістіктік оптикалық изомериясы олардың молекулаларының ассиметриялық құрылысымен байланыстылығын ашты. Айналы ассиметриялық қасиеті, яғни зат пен оның айналы кескінінің тепе-тең болмауы химияда хиральдылық деп, ал жалпы экологияда Пастердің хиральды тазалық заңы деп аталады.

С.И.Виноградский бактериялардың ерекше тобын – хемолитотрофтарды ашты және тұңғыш рет олардың биосферадағы рөлін көрсетті. Оны «Жалпы өмір айналымындағы микроорганизмдердің рөлі» деген еңбегінде табиғатта химиялық заттың түзілуі және ыдырауы жүретіндігін еске ала отырып, органикалық заттардың бейорганикалық заттарға айналу процесі микроорганизмдердің іс-әрекетімен байланысты екенін анықтады. С.И.Виноградский бұл процесті азот айналымы арқылы дәлелдеді. Сонымен қатар микробтар экологиясын зерттеу үшін қажетті элективті (тандамалы) қоректік ортаны жасау принципі және топырақтың құрамындағы бактериялар клеткасының санын тікелей микроскоптау арқылы анықтау тәсілін ұсынды. Бұған қоса С.И.Виноградский топырақтағы автохтонды және аллохтонды немесе зимогенді микроорганизмдер жөнінде концепция ұсынды. Бұл концепция бойынша топыраққа тән гумусты ыдыратуға қабілеті бар микроорганизмдер түрін автохтонды деп, ал кездейсоқ жағдайда сыртқы ортадан

топыраққа түскен тұрақты емес микроорганизмдерді аллохтонды (зимогенді) деп атаған.



М.Бейеринк табиғи субстраттан метаболизмі әр түрлі бактерия клеткаларын бөліп алу үшін қажетті жинағыш қоректік ортаны енгізді. М.Бейеринктің көзқарасы бойынша микроорганизмдер табиғатта кең таралуы жағынан космополит болғанымен, олар тек қана өсуі үшін қажетті субстраттар болған жерде ғана көбейіп өнеді. Бұл ереже М.Бейеринктің постулаты деп аталады. Өткен ғасырда табиғи субстраттағы микро-организмдер саны мен түрлерін анықтауға арналған әдістерге көп көңіл бөліне бастады. Алдымен С.И.Виноградскийдің ұсынған тікелей есептеу әдісі жаңартылды. Бактериялардың клеткасын анық көру үшін акридин оранж және т.б. флуоресценттік бояулар қолдана бастады.



Николай Григорьевич  
Холодный  
(1882-1953)

Сонымен қатар басқа да табиғи жағдайға жақын әдіс түрлері табыла бастады. Н.Г.Холодный (1930ж) заттық шыны бетінде қаптап өсу әдісін ұсынды. Бұл әдіс бойынша заттық шыныны топыраққа енгізіп, бірер уақыттан кейін оларды микроскоп арқылы микронтардың өсу пейзажын (көрінісін) сипаттайды.

Б.Ф. Перфильев пен Д.Р. Габбе (1963ж.) табиғаттағы ағын түтікше жүйелерге сәйкес келетін жайпақ параллельді қосылған түтікшелерден құрастырылған аспап жасады. Топыраққа немесе илге енгізгенде олардың ерітіндісінің ағысымен табиғи жағдайды сақтап, бактериялар түтікшелерге өтеді. Түтікшелер тік бұрышты болғандықтан, микроскоппен бактериялардың пішінін және орналасу тәртібін зерттеуге болады.

Микроорганизмдердің санын және олардың белсенділігін зерттеу үшін биохимиялық әдістерді де қолданады. Олардың ішінде кең қолданатын әдіс тыныс алу белсендігін анықтау. Оның көрсеткіші ретінде пайдаланатын оттектің мөлшері мен бөлініп шығатын көмір қышқыл газдың мөлшерін анықтайды. Универсалды биохимиялық көрсеткішке АУФ жатады. АУФ барлық тірі микроорганизмдерде болғандықтан, оның мөлшері микроорганизмдердің санын және белсенділігін анықтауға мүмкіндік туғызады.

XX ғ. соңғы кезеңіндегі үлкен жаңалық молекулярлы биологиямен байланысты. 1986ж. К.Б.Муллис полимеразды тізбекті реакция (ПТР) деп аталатын әдісті ұсынды, ал 1993ж. К.Муллис пен М.Смит осы әдіс үшін Нобель сыйлығына ие болды. Осы әдіс арқылы *E.coli*-дің термотұрақты ДНҚ-полимераза көмегімен бактериялардың ДНҚ-ның немесе РНҚ-ның керекті бөлшектерінің (фрагменттерінің) *in vitro* жағдайында репликацияланатын миллиондаған көшірмелерін алуға болады. Бұл процесс ДНҚ-ның денатурациясы (ДНҚ-ның жіпшелерін айыру); балқыту-олигонуклеотид ДНҚ зонды (праймер) өзіне комплементарлы ДНҚ жіпшесімен байланысуы; ДНҚ-түзілуі сияқты үш кезеңнен тұрады. Осы үш процесс бірнеше рет қайталанып отырады. Бұл әдіс арқылы әр түрлі табиғи субстраттардағы бактериалды РНҚ немесе ДНҚ-ны анықтауға болады. ПТР көмегімен лабораториялық жағдайларда өспейтін, тек табиғи ортада ғана өсетін бактериялардың алуан түрлілігін анықтайды.

Микроорганизмдер экологиясында, жалпы экологияда қалыптасқан түсініктерді пайдаланады:







## 11.1. Микроорганизмдердің табиғатта таралуы

Тірі организмдердің ішінде биосферада ең кең таралған микроорганизмдер, әсіресе бактериялар. Бұлар өсімдіктер мен жануарлар бар жерде міндетті түрде табылады. Сонымен қатар басқа организмдер жоқ жерде экстремалды жағдайда таралады. Мысалы, жанартаудың кратерлерінде, жанартау жарылғаннан кейін пайда болатын калдер көлдерде, жер қыртысының тереңінде (2500м), мұхиттар түбіндегі гидротермалды шығыстарда ( $H_2S$ ,  $t^0-100^0C$ ), өте қышқыл руда суларында, қалың мұздың тереңдігінде, органикалық заттар жоқ жерлерде, атом реакторларында, оттегі жоқ жерлерде адам, өсімдік, жануарлар организмінде. Барлық жерде кездесетіндігі микроорганизмдердің ерекше қасиеттерімен байланысты: алысқа себілетіндігі, қолайсыз жағдайға тұрақтылығы ерекше жерлерде мекендейтіндігі. 21-кестеде микроорганизмдердің таралуын қамтамасыз ететін, олардың кейбір құрамдық және физиологиялық қасиеттері көрсетілген.

21-кесте

### Бактериялардың таралуына мүмкіндік туғызатын кейбір қасиеттер

Белгілер, қасиеттер	Функциялар
Ұсақ	Ауа және су ағынымен таралуын жеңілдетеді.
Жүзгіштік	Судың беткі қабаттарында және фотосинтезге қолайлы қалықтауға мүмкіндік туғызды.
Қозғалу органдары	Белсенді түрінде орын ауыстырады.
Таксистің көп түрлері	Қозғалудың бағытына жауапты.
Инвазивті қасиеттері	Жоғары сатылы организмдердің мүшелеріне ену.
Адгезивтігі	Басқа организмдер көмегімен таралады.

Сонымен, микроорганизмдер белсенді және пассивті түрде таралады. Белсенді таралуы талшықтар арқылы қозғалуына байланысты. Прокариоттар мен эукариоттардың талшықтарының құрылысы мен қозғалыс жылдамдығы әр түрлі. Эукариотты микроорганизмдер тез қозғалады – 250 мкм/сек, прокариоттардың қозғалу жылдамдығы – 16,5-86,5 мкм/сек.



Кейбіреулерінде суда батпай, су қабатында қалқып жүруін қамтамасыз ететін газ вакуолдері болады. Инвазивті қасиеттеріне орай жоғары сатылы организмдерге енсе, адгезивті қасиеттері арқылы жаңа жерлерді мекендейді және тасымалдаушылар арқылы таралады.

Табиғи ортадағы өсімдіктер мен жануарлардың тіршілік ету жағдайлары жасанды орталардан ерекшеленетіні белгілі. Мұндай ерекшелік микроорганизмдерге де тән. Олардың табиғи мекен ету орталары мен арнайы таңдалып алынған жасанды (лабораториялық) жағдайлардағы өсуінің бірқатар белгілері бойынша айырмашылығы бар:

- олар табиғи жағдайда қолайлы субстраты жоқ немесе әр типті субстраттары бар жерлерде тіршілік ете алады;
- микроорганизмдер сирек жағдайда бір жеке түр болып тіршілік етеді, көбінесе әрбір түр басқа организмдермен бәсекелесіп не кооперация құрып өседі;
- кіші учаскелердің өзінде де олардың табиғи мекен ету орталары кеңістікті -гетерогенді болады;
- табиғи мекен ету ортасы өте сирек жағдайда тұрақты болады, ол уақыт сайын өзгеріп отырады (тәулікті, маусымды, жылдық);
- табиғи ортада көбею жылдамдығы төмен.

## 11.2. Микроорганизмдердің табиғатта мекен ету орталары

Микроорганизмдер жердің барлық геологиялық сфераларында – литосферада, гидросферада, атмосферада табылады. Бұлардың екеуі микроорганизмдер сақталатын және тіршілік ететін орталар, ал үшіншісі – уақытша мекендеу және таралу ортасы.

*Литосфера және оның беткі қабаты – топырақ.* Литосфера немесе жер қыртысы – Жердің сыртқы қатты қабаты. Ал топырақ – атмосферамен жанасатын литосфераның үстіңгі борпылдақ қабаты. Тіршілік осы қабатта шоғырланады. Топырақ абиотикалық және биотикалық факторлардың әсерінен тас жыныстардан пайда болған. Желдену, шіру, ыдырау, шаймалдау процестердің нәтижесінде пайда болатын өнімдер

беткі қабатынан топырақтың терең қабатына жылжып, оның тік (вертикаль) профилін тігінен кесілгендегі көрінісін құрастырды. Ол пайда болу уақыты, құрамы мен құрылысы бойынша ерекшеленетін бірнеше генетикалық горизонттардан тұрады (95-сурет).

Топырақ құрылысы күрделі әрі көп компонентті жүйе, ол қатты, сұйық, газ тәрізді үш фазадан тұрады. *Қатты фаза* – ол тау жыныстарының әр түрлі мөлшердегі қиыршықтардан және бөлшектерден құрылады: қиыршық тас (2-20мм), ірі түйіршікті құм (2мм), ұсақ құм (0,2-0,05мм), ірі бөлшекті шаң (0,05-0,01мм), саз (0,01мм одан төмен).

Ірі бөлшектердің арасында қуыстар қалады. Ұсақ бөлшектер бір-бірімен қосылып, ірі түйірлер (агрегаттар) түзеді. Агрегаттардың түзілуі өте маңызды, себебі олардың бетінде қоректік заттар жиналады, ал арасында қосымша микроқуыстар пайда болады. Топырақтың 1 см-дегі саңылауының көлемін саңылаулық немесе сіңіргіштік деп атайды. Саңылаулық арқылы топырақта көптеген *мезо- және микрзоналар* (микро-аймақтар) пайда болады. Бұл аймақтарды микроорганизмдер мекендейді.

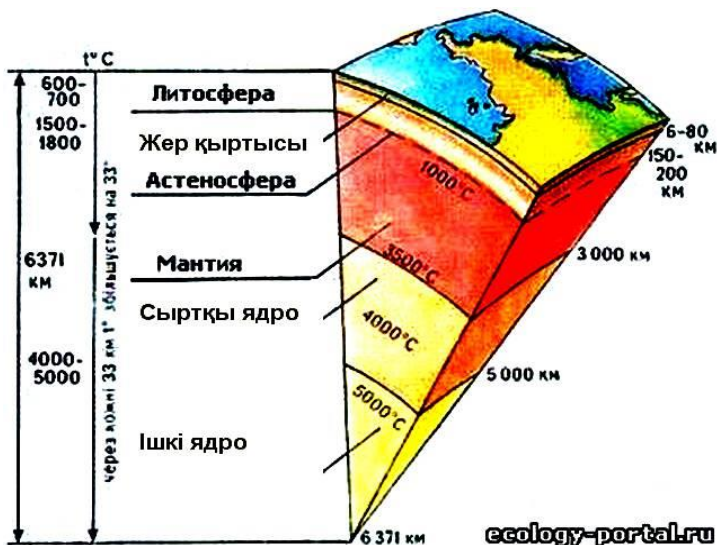
*Сұйық фаза (топырақ ерітіндісі)*. Топырақ пен жер беті организмдерді сумен қамтамасыз етеді. Топырақта су бу, бос және байланысқан күйде болады. Бу күйдегі су топырақтағы ауа қуыстарын қанықтырады және ауадағы су буымен жанартылып отырады. Бос су жағдайына қарай гравитациялық және капиллярлы деп бөлінеді. Гравитациялық су ірі қуыстар мен саңылауларды толтырады, ол күш салмағымен төменгі қабатқа өтіп, жер асты суларына дейін жетеді.

Капиллярлы су топырақ бөлшектерін капиллярлы аралық-



тарын толтырады. Капиллярдың мөлшері 1-100мкм, ал пленканың жуандығы 0,1-10мкм аралығында болады. Байланысқан су гидроскопиялық, жұқа қабатты (пленкалы) және химиялық байланысқан болып келеді. Топырақ ерітіндісінде еріген және коллоидты күйде минералды, органикалық, органоминералды қосылыстар болады. Ерігіш тұздардың түріне қарай ерітінді мен топырақтар қышқылды не сілтілі болып келеді.

*Газ фазасы (топырақ ауасы).* Топырақтағы тіршіліктер үшін өте маңызды. Топырақ ауасы жағдайына қарай 3 түрлі болады: бос, топырақ ерітіндісінде еріген, топырақтың қатты фазасымен байланысқан. Бос түрінде топырақ ауасы судан бос қуыстар мен саңылауларды толтырады. Топырақ ауасы құрамы жағынан атмосфера ауасымен бірдей, бірақ сан жағынан өзгеше. Топырақ ауасында көмірқышқыл газының мөлшері атмосфераға қарағанда көбірек (0,2- 6 %), ал оттектің мөлшері кем (15-20%). Органикалық заттар белсенді түрінде ыдырайтын жерлерде газ фазасының құрамында аммиак, күкіртті сутек, молекулалы сутек, метан, этан, азоттың тотығы табылады.



95-сурет. Топырақ қабатының горизонттары



Құрамы жағынан да топырақ біркелкі емес. Ол негізгі екі компоненттен тұрады: минералды және органикалық. Минералды тау жыныстардың бұзылуынан пайда болған өнімдерден тұрады. Органикалық компоненттерге өсімдіктердің құйылымдары, жануарлардың қалдықтары, микроорганизмдердің өлген клеткалары жатады. Олардың көбісі табиғатта өте баяу ыдырайды (22-кесте).

22-кесте

### Полимерлердің жартылай ыдырау уақыты

Полимер	Жартылай ыдырау уақыты	
Лигнин		20-2000 жыл
Кератин (жүн, шаш, тұяқ)		1-2000 жыл
Гумин қосындылары		2-200 жыл
Целлюлоза		0,01-2 жыл
Крахмал		1-10 тәулік
Глобулярлы белок		0,1-2 тәулік

Бірақ олардың бәрі микроорганизмдердің белсенділігіне байланысты, ақырында кара-қоңыр түсті қарашірікке айналады. Олар қалдықтардың құрамында ароматты және алифатты компоненттерді радикалдарға айналдырады, ал олардан қарашіріктің полимерлері құрылады- гумин мен фульфоқышқылдар.

Топырақ кеңістік жағынан да гетерогенді. Ол тігінен кесілген көрінісінде (профилінде) анық байқалады. П.А.Кожевин (2004ж.) орман топырағының 7 горизонтының сипаттамасын берді:

*О горизонт* – орман төсеніш не дала киіз түрінде әр түрлі деңгейдегі ыдыраған өсімдіктердің құйындылары.

*А горизонт* – кара түсті қарашірікті. Мұнда топырақтың минералды бөлшегі мен тығыз байланысқан қарашірік түріндегі

органикалық заттың жиналуы. Бұл горизонт қара топырақта дамыған. *Е горизонт* – подзолды, элювиалды (заттардың шығуы). Топырақтың минералды бөліміне қышқылдар әсерінен пайда болады. Түсі күл тәрізді борпылдақ қабат.

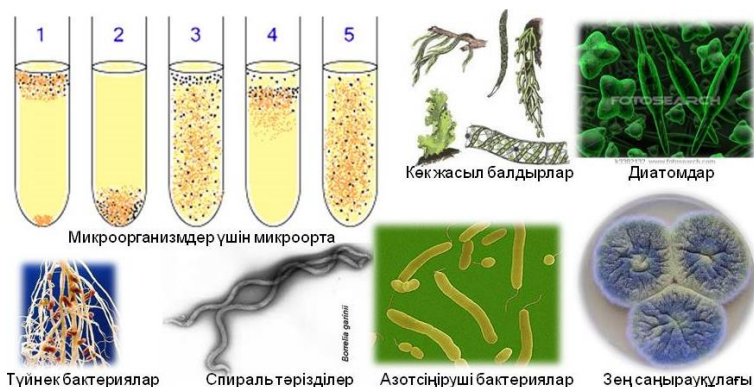
*В горизонт* – иллювиалды (заттардың шөгуі). Қызыл-қоңыр тығыздалған сазға, темір тотықтарына, алюминийге, коллоидты заттарға бай горизонт.

*Вк горизонт* – профилдің орта не төменгі жерінде орналасқан, карбонаттар жиналған (аккумуляцияланған) горизонт.

*Г горизонт* – глейлі қабат. Артық дымқылданған топыраққа тән. Анаэробты микроорганизмдер жүргізетін тотықсыздану процесінің нәтижесінде темір екі валентті түрге айналып, бөлініп шығады.

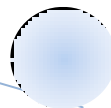
*С горизонт* – тау жыныстары.

Микроорганизмдердің тіршілік ету жағдайлары әрбір горизонт пен әр түрлі топырақтарда алуан түрлі. Топырақ профилінде микроорганизмдердің белсенді түрде көбейетін учаскелері табылады, олар топырақ ылғалдылығының миграциялануының басыңқы жолдары (ТМБЖ) мен макропорада және қуыстарда орналасады.



96-сурет. Микроорганизмдердің тіршілік ету жағдайлары

Микроорганизмдердің мекен ету ортасы болып саналатын топырақтың гетерогенділігі олардың түйіршіктерінде де байқалады. Облигатты анаэробтардың мекен етуіне түйіршіктің



(диаметрі 1см) ортасы қолайлы, ал оның бетінде аэробтар тіршілік етеді. Тамыр бетіндегі бактериялардың жұқабиопленкалары тамыр бөлінділерін ұстап қалып, топырақтың гетерогенділігіне әкеледі.

Топырақтағы органикалық және минералды заттар қорының мол болуы оның тірі организмдермен қаныққандылығын көрсетеді. Топырақта тіршілік ететін организмдердің мөлшері алуантүрлі, яғни микроскопиялықтан макроскопиялыққа дейін болады. Соған орай олардың алатын кеңістіктері де әртүрлі болады, оны *эдосфера* деп атайды. Микроорганизмдер экологиясында бұл *микроқоршаған* орта деген концепцияда өз орнын тапты. Оның негізгі мәні мынада: микроорганизмдер өздерінің микроскопиялық мөлшерімен микроскопиялық кеңістікті алады, ал олардың қоршаған ортасы микроорта деп аталады. Осыдан микробиологиялық тұрғыдан топырақ жай гетерогенді ортағана емес, микроаймақты болып табылады, яғни ол *микро-және мезоаймақтарға* жіктелген.



Топырақтың микроаймағының химиялық құрамы оның құрылысымен ғана емес, сонымен қатар органикалық заттардың сіңірілуі, тамыр бөлінділері және микроорганизмдердің тіршілік барысында түзетін өнімдерімен анықталады. Микроаймақтар оттегі мен басқа да газдардың концентрациясы, органикалық заттардың мөлшері, олардың күрделілігі, сумен қамтамасыз етілуі мен оның мөлшері және тотығу-тотықсыздану потенциалы бойынша жіктеледі. Соған орай осындай микроортада әр түрлі топқа жататын микроорганизмдер тіршілік ете алады, мысалы, анаэробтар мен аэробтар, автотрофтар мен гетеротрофтар. Микроорганизмдердің орналасуы микрошақты сипатқа ие, олар органикалық және минералды гелдерде (үйір) шоғыр не колониялар түрінде жиналады. Табиғи жағдайда көптеген микроорганизмдер адгезивті түрде болады. Микроор-



ганизмдер адгезиясын былай жіктейді: а) субстрат бетіне адгезиялану; б) микроорганизмдер клеткасы арасындағы коагрегация; в) планктонды және жабысқан клеткалар арасындағы коадгезия.

Табиғи жағдайдағы микроорганизмдердің адгезиясы



субстрат бетіне адгезиялану



микроорганизмдер клеткасы арасындағы коагрегация



планктонды және жабысқан клеткалар арасындағы коадгезия

Субстрат бетіне адгезиялану (топырақ бөлшектеріне, тамырға және өсімдік қалдықтарына) микроорганизмдерің өсуіне қолайлы жағдай туғызады. Адгезияланған клеткалар саны топырақ типіне және микроорганизмдер қасиеттеріне байланысты, яғни олардағы талшықтардың, жіпшелердің, өсінділердің, полисахаридтердің, адгезин типтес заттарды түзу қасиеттерінің болуы.



Дмитрий Григорьевич Звягинцев (1932)

Д.Звягинцевтің бақылауы бойынша ең жоғарғы адгезия (90% клеткалар) шаң тәрізді бөлшектері бар органикалық заттарға бай қарашірікті топырақта екені анықталған, ал қызыл-қоңыр және сұр топырақта (50 – 60%) орташа, ең төмен адгезия құмайтты (7 – 17,5%) топырақта байқалған. Адгезияланған клеткалар негізінен қатты дене мен сұйық арасында орналасады, нәтижесінде микроорганизмдердің өсуіне жағдай жасайды.

Ол әсіресе арнайы субстраттарды қажет ететін микророганизмдер үшін өте маңызды. Мысалы, целлюлозаны ыдыратушы бактериялар тек целлюлоза талшықтарымен жанасқан жағдайда ғана целлюлозаны ыдыратады; күкіртті қолданатындар оның кристалдарына орналасады; мұнайды ыдырататындар–май-сұйық шекараларында орналасады.

Микроорганизмдердің топыраққа таралуы біртекті емес жүреді. Бір шекарада клеткалар көп адгезияланса, ал басқа жерлерде олардың саны аз болады, кейде мүлдем болмайды. Бір ғана бөлшектің  $100 \text{ мкм}^2$  беткі ауданында бірнеше ондаған клеткадан бірнеше жүздеген клеткалар орналасады. Жабысқан клеткалардың басым бөлігі көбейе отырып, микроколониялар түзеді және ондағы клеткалар саны әр түрлі. Ересек, қозғалуға қабілетті клеткалар микроколониялардан ажырап, өз алдына жаңа колониялар түзеді. Кейбір микроорганизмдер топырақ бөлшегінің бетінде жеке клетка түрінде өсіп, клеткалар шоғырын түзеді, олар нағыз колониялар болып саналмайды.

Микроб клеткаларының топырақ бөлшектері мен өсімдік тамырларында шоғыр түзулері олардың агрегат түзуге қабілетті болуымен байланысты. Көпшілік микроорганизмдер топырақта адгезияланған немесе агрегацияланған жағдайда болады, әрқашанда қатты бөлшектермен байланыспаған еркін клеткалар табылады. Еркін клеткалар өздерінің белсенді немесе пассивті қозғалыстарына байланысты орын алмастырып, жаңа бос орындарға мекен етеді.

Эукариотты микроорганизмдерде бұл басқаша болады. Мысалы, саңырауқұлақтар бактерияларға қарағанда жинақты колониялар түзбейді, олардың өскен гифтері топырақтың бетін қаптап, олардың ішіне енеді. Топырақ балдырлары мен қарапайымдылардың өсуі олардың морфотиптеріне байланысты. Бір клеткалы балдырлар су пленкасында дамиды, ал филаментті түрлері колониялар түзеді. Сонымен қатар көптеген балдырлар мен қарапайымдыларда дамудың алғашқы сатысында қозғалғыш клеткалар пайда болатындықтан олар еркін орын алмастыра алады.

Тығыз қоректік ортаның бетіндегі микроорганизмдер колонияларының өсіп-шоғырлану сипаттамалары



Қанды агар бетіндегі микроорганизм колониясы



Екі колониялардың арасындағы бос аймақ



Бактерия колонияларының ерекшеліктері



ЕПА-ның бетінде колонияларының өсу сипаттамасы

**Гидросфера.** Жердің тұзды, тұщы және қатты судан тұратын қабаты. Жер бетінде тұзды сулар басым, олар мұхит, теңіз және тұзды көлдердің сулары. Тұщы суларға тұщы көлдердің, өзендердің сулары мен артезиан сулары, топырақ пен атмосфераның ылғалы жатады. Қатты су—ол қар мен мұздықтар.

Жер бетіндегі ащы, тұщы және қатты сулар



Су ерекше қасиеттерімен сипатталады:



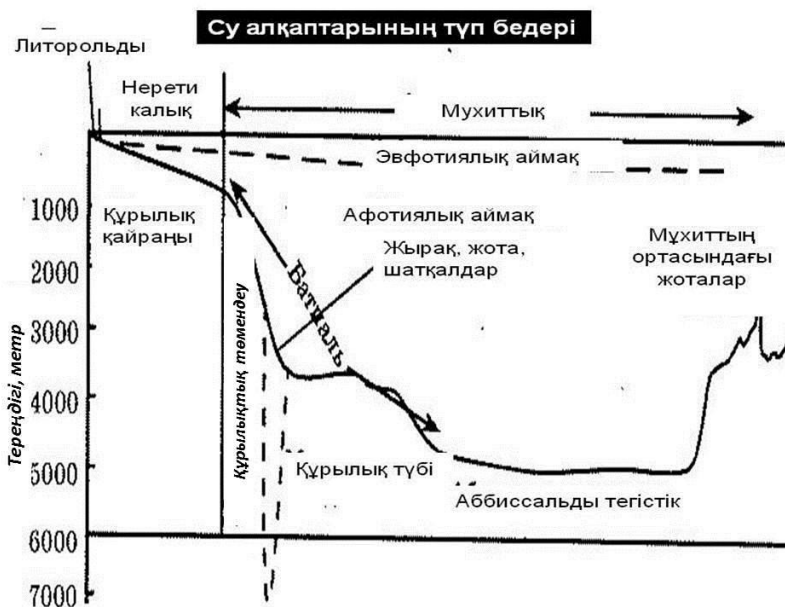
- полярлы қосылыстар ( $\text{CO}_2$ , минералды тұздар) суда жақсы ериді;

Барлық су алқаптары (табиғи мен жасанды) екі экологиялық аймақтардан тұрады: су қалыңдығы (пелагиаль) және түбі (бентос).

Молекуласының құрамына қарай судың ерекше қасиеттері бар.

*Су алқаптарының түп бедері.* Дүниежүзілік мұхиттың түбі бірнеше зоналардан (аймақтардан) тұрады:

- шельф немесе материктік плато, ол құрлықтың суасты жалғасы, оның тереңдігі 200-300м;
- материктік құлама (батыаль), төмен 3000-4000м тереңдікке дейінгі құлама;
- 600м тереңдіктегі мұхит арналары, кейбір аймақтарда арналардың тереңдігі 11000м жететін ойыстар мен науалар бар.



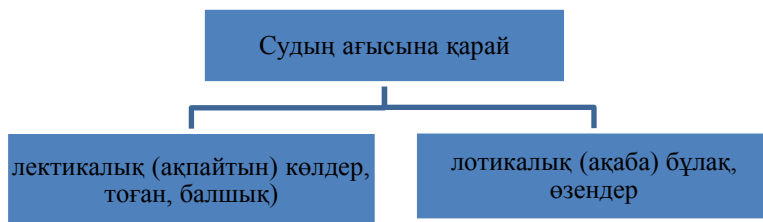
Материктік жағалар супралиторальға бөлінеді: су шашырандылары және сумен ылғалданатын жағаның бөлігі; литораль - құйылу және ағып өту аймақтары; sublитораль - фототүзуші өсімдіктер таралған шекара. Мұхиттық арна абиссаль мен ультраабиссальға жіктеледі. Су қабаты осыған орай мынандай зоналарға бөлінеді: эпипелагиаль, батипелагиаль, абиссопелагиаль, ультраабиссопелагиаль.

Континентальді сукоймалар құрлықтағы құламалар мен

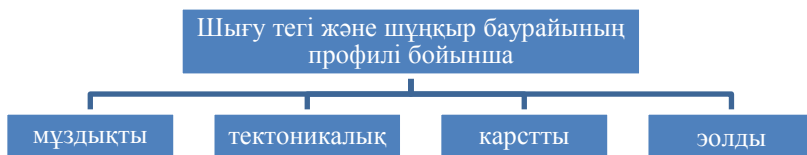
терең қазаншұңқырларда орналасады. Оларды шығу тегіне қарай табиғи және жасанды (суқоймалар, каналдар) деп бөледі.



Судың ағысына қарай олар: лектикалық (ақпайтын) – көлдер, тоған, балшық және лотикалық (ақаба) – бұлақ, өзендер.



Көлдердің шұңқыр баурайының профилі әр түрлі және олар шығу тегі бойынша анықталады.



Олар мұздықты, тектоникалық, карстты, эолды болып келеді. Алайда көлдер шұңқыр баурайын мынандай жалпы учаскелерге жіктеуге болады: біртіндеп төмендейтін су асты террасса, нағыз тік жар және шұңқыр. Соған сәйкес экологиялық аймақтар жіктеледі: литораль (жаға бөлігі), сублитораль (ауыспалы), профунгаль (түптік). Көлге жақын орналасқан құрлықты жаға бөлігі, сумен шайылатын жаға, сумен көмкерілетін жаға деп бөледі.

*Судың физикалық-химиялық қасиеттері.* Топырақ пен



ауаға қарағанда, судың маңызды қасиеті жылу тұрақтылығы болып саналады. Кенеттен болатын температура ауытқуларын реттеп отыратын судың қасиеттеріне мыналар жатады:

➤ Жоғары жылу сыйымдылығы, ол 1 кал/сағатқа тең, нәтижесінде келетін немесе жоғалатын жылу әсерінен болатын температура ауытқулары реттеліп отырады. Дүниежүзілік мұхиттағы темпеураның максималды ауытқуы  $30^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{C}$  тең болса, ал топырақ пен ауадағы ауытқу  $120^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{C}$  тең.

➤ Бу түзілуден пайда болатын жылу (539кал/г) мен балқу (80кал/г) жоғары. Қыздыру нәтижесінде булану жоғарылап, температураның күрт ауытқуына жол берілмейді;  $0^{\circ}\text{C}$ -ден төмен температурада мұз түзіліп, жоғары мөлшерде жылу бөлініп шығады да температураның күрт төмендеуі болмайды.

➤ Жылу өткізгіштігі салыстырмалы түрде төмен, ол басқа суқоймаларға температура өзгерістерінің таралуына жол бермейді. Нәтижесінде температуралы стратификация, яғни қабаттылық пайда болады. Ол судың тығыздығын азайта отырып, температурасын  $0^{\circ}\text{--}4^{\circ}\text{C}$ -ге дейін төмендетеді. Судың жылы және төменгі салқын қабаттарында температура ауытқитын аймақ болады, оны термоклин деп атайды.

Су қабатында тіршілік ететін пелагикалық организмдер үшін су тығыздығы өте маңызды. Судың тығыздығы онда тіршілік ететін қаңқасыз организмдердің ұсталып (қалқып) тұруына және оған тірелуіне толық жағдай жасайды. Судағы барлық қалқып тіршілік ететін организмдер белгілі бір экологиялық гидробионттар тобына топтасып, планктондар деп аталады. Фитопланктондар (бактериялар мен балдырлар) суда пассивті түрде тіршілік етсе, ал зоопланктондар белсенді жүзіп тіршілік етеді. Суда тез жүзіп, оның ағыстарына қарсы жүзе алатын жануарлар *нектон* деп аталатын экологиялық топты құрайды.

Судың тығыздығы организмдерге әсер ететін қысыммен тығыз байланысты. Судың тереңдігіне байланысты оның қысымы 100 м су қабатында 1 атм ( $1 \times 10^5 \text{Па}$ ) дейін көтеріле отырып, мұхиттарда олар 1100атм. жетеді. Өте терең су қабаттарында баротолерантты және барофилді микроорганизмдер тіршілік етеді.

Ұсақ организмдердің қозғалуына судың тұтқырлығы да



әсер етеді. Ол пуаза (пз) және сантипуазамен (спз) өлшенеді. Судың тұтқырлығы салыстырмалы түрде төмен болады, яғни  $10^{\circ}\text{C}$  ол 1,31 спз тең. Судың тұтқырлығы температура жоғарылаған сайын төмендейді де ал тұздылығы көп болған сайын жоғарылайды. Су тұтқырлығының өзгеруі организмдердің қозғалыс жылдамдығына әсер етеді.

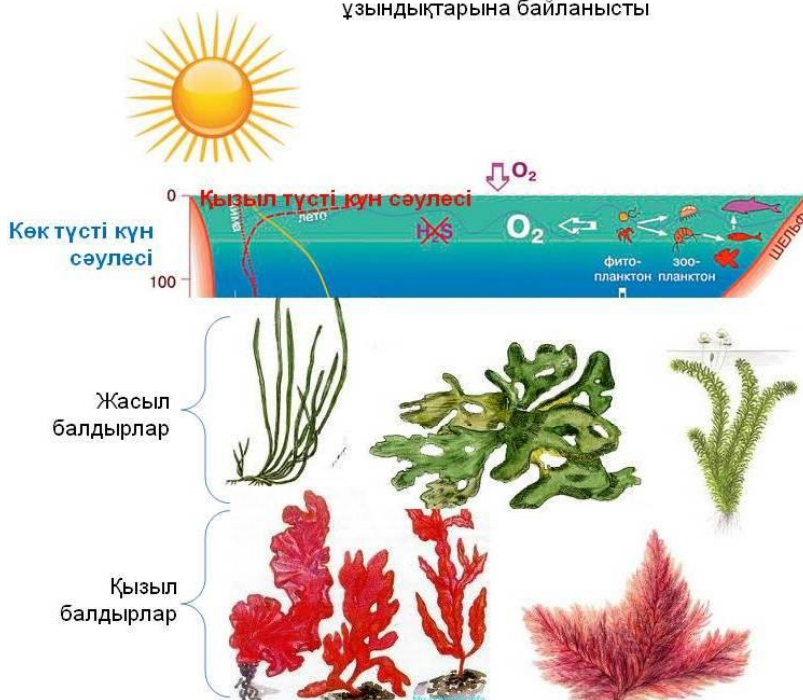
Суқоймалардағы температура режимі оған Күннен және планеталардан келіп түсетін жылумен анықталады, сонымен қатар ол географиялық орналасуына, тереңдігіне, су айналымының сипатына байланысты. Дүниежүзілік мұхит Жер бетіне келіп түсетін күн радиацияның 80%-ын сіңіреді. Жер үсті суларында маусымдық және тәуліктік температуралық өзгерістер болып тұрады. Температуралық жағдайлар мезофилді, факультативті және облигатты психрофилді микроорганизмдер үшін қолайлы. Термофилді микроорганизмдер, көбінесе мұхиттардың түптерінің спрединг (кеңейген) аймақтарында, ыстық бұлақтарда, кальдерлі көлдерде кездеседі.

Суқоймалардағы жарық режимі күн радиациясымен байланысты. Күн радиациясының су бетіне түсетін мөлшері сол жердің белдеуіне, атмосфера жағдайы мен маусымдық өзгерістерге байланысты. Жарықтың сіңірілуі *сіңіру коэффициентімен* көрсетіледі, ол судың мөлдірлігіне және әр түрлі толқынды сәулелер үшін алуан түрлі болады. Жарықтың спектрлік құрамы су тереңдеген сайын өзгереді. Фототүзуші организмдердің таралуы суқоймалардағы жарық режимімен байланысты. Ауаға карағанда суда жарық аз. Сіңірілу дәрежесі толқын ұзындықтарына байланысты. Мысалы, қызыл сәуле су бетінде ұсталып қалса, ал көк түсті сәуле 100м су қабатына дейін сіңіріле алады. Сәулелердің сіңірілу спектрлерінің өзгеруіне қарай фототүзуші организмдердің құрамы да өзгереді. Судың беткі қабатында жасыл және қоңыр балдырлар, ал тереңдеген сайын қызыл балдырлар мен фототүзуші бактериялармен алмасады.

*Судың құрамы.* Су организмдері үшін судағы еріген газдардың мөлшері мен құрамы маңызды рөл атқарады. Атмосферада оттегі көп болғанымен, олар суда нашар ериді. Тұщы суларда  $0^{\circ}\text{C}$  жағдайында оттегінің мөлшері 10мл/л тең, ол атмосферадағыдан 21 есе аз. Теңіздің тұзды суларында оттегінің мөлшері 8мл/л тең.



Суда жарық аз, оның сіңірілу дәрежесі толқын ұзындықтарына байланысты



Судың жоғары қабаттары оттегіне бай, себебі ауадан келіп түсетін оттегімен қоса фототүзуші балдырлар бөліп шығаратын биологиялық оттегі қосылады. Су терең деген сайын ондағы оттегінің мөлшері азаяды, кейде мүлде манаэробты жағдай туады, мұнда тек анаэробты микроорганизмдер тіршілік етеді.

Көмірқышқыл газы суда жақсы ериді. Олардың кейбір бөлігі сілтілі иондармен қосыла отырып, карбонаттар түзеді. Оларды, көбінесе фотосинтез үрдісін деп ланктонды балдырлар мен су өсімдіктері қолданады. Сондықтанда көмірқышқыл газының мөлшері көп болған жағдайда да олар организмдердің тіршілігін тежемейді. Мұхиттарда көмірқышқыл газының қоры мол, сондықтан олар көміртегінің айналымында үлкен рөл атқарады. Суда азда болса азот болады, бірақ оның ешбір

биологиялық маңызы жоқ, ал басқа газдар өте аз мөлшерде болады. Органикалық қалдықтарға бай суларда күкірт сутегі жиналады. Балшықтар мен кішкене көлдерде микроорганизмдердің тіршілік әрекеттері нәтижесінде метан түзіледі.

Тұздың мөлшері су қоймалардағы маңызды экологиялық фактор болып табылады. Тұз концентрациясына қарай құрамында 0,5г/л тұзы бар тұщы сулармен 35г/л тұзы бар теңіз сулары деп бөледі.

Су құрамындағы  $\text{Ca}^{2+}$  иондарының мөлшері бойынша жіктеледі. Кермек су құрамында 25мг/л кальций болса жұмсақ суда 9мг/л кальций болады. Кальций көптеген жануарлары үшін қажет, себебі олардың денесінің осмостық қысымы судың тұздылығымен анықталады. Соған орай кейбір түрлер тұщы суда, ал қалғандары тұзды суларда тіршілік етуге бейімделген.

Суда органикалық заттар екі түрлі болады: еріген (ЕОЗ) және қалқыған (ҚОЗ) түрдегі органикалық заттар. Судағы еріген органикалық заттардың мөлшері органиканың тотығуына жұмсалатын оттегінің мөлшерімен анықталады. Қолданылатын тотықтырғыш түріне байланысты перманганатты ( $\text{KMnO}_4$ ) және бихроматты ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) деп бөледі. Органикалық заттардың жалпы концентрациясын органикалық көміртегінің мөлшері бойынша анықтайды. Шығу тегіне қарай автохтонды органикалық заттар, яғни су қойманың өзінде түзілетін және аллохтонды, сырттан келіп түсетіндер деп бөледі. Автохтонды еріген органикалық заттар массасын су қарашірігі құрайды, ал ол жануарлар мен өсімдіктердің тіршілік әрекетінен түзілетін заттар мен өлі фитопланктонның шіруінен пайда болады. Онда су түбіндегі қышқыл мен организмдердің бөліп шығаратын заттары көп болса, ал қант, аминқышқылдары, витаминдер аз мөлшерде болады. Аллохтонды заттар су

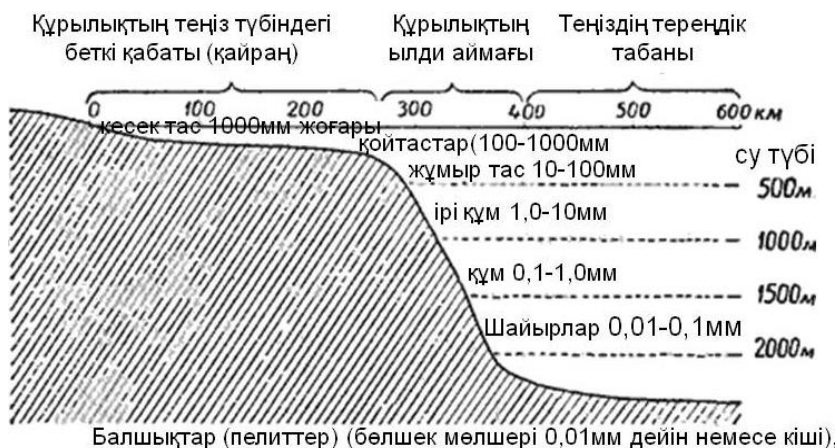
**Құрамындағы тұз концентрациясына қарай**



шайындылары мен топырақ арқылы келеді. Дүниежүзілік мұхиттағы органикалық көміртегінің концентрациясы 0,5–6мг/л, ал көлдерде 1–25,9мг/л болады. Органикалық заттар судағы гетеротрофты микрофлораның дамуы үшін маңызды. Микроб популяциясының саны мен құрамы органикалық заттардың құрамы мен мөлшеріне байланысты.

Судың белсенді қышқылдылығы әр түрлі. рН мәні 3,4-6,95 аралығында болатын табиғи сулар – қышқылды, рН мәні 6,95-7,3 аралығындағы сулар – бейтарап, ал рН мәні 7,3 тең сулар сілтілі деп аталады.

**Су түбінің физикалық-химиялық қасиеттері.** Грунттар үшін гранулометрикалық құрамның, яғни бөлшектердің мөлшерінің құрамы маңызды рөл атқарады. Сондықтан грунттарды балшықтарға не пелиттерге (бөлшек мөлшері 0,01мм дейін немесе кіші), илдер (0,01-0,1мм), құм (0,1-1,0мм), қиыршық тас немесе ірі құм(1,0-10мм), ұсақ жұмыр тас (10-100мм), валундар (100-1000мм), кесек тас (1000мм жоғары) деп жіктейді. Жағаның қасындағы жерлерде құм, гравий, галькалар және басқа да ірі бөлшектер болады.



Түп шөгінділер шығу тегі бойынша терригенді және биогенді деп бөлінеді. Терригенділер негізінен құрлықтан су мен жел арқылы келетін материалдардан түзіледі, биогенділер өсімдік пен жануарлар өнімдерінің ыдырауы мен қалдықтардан

түзіледі. Терригенді шөгінділер балшықтан, ал биогенділер карбонаттар мен аморфты кремнеземнен тұрады.

Органикалық негізінен лигнинді-гумусты комплекстен, целлюлозадан, хитиннен, өлі қалдықтардың ыдырау өнімдерінен тұрады. Органикалық заттарға бай көл илдерін *сапропелдер* деп атайды.

Су түбінде анаэробты жағдай басым болғандықтан, мұнда бактериялар тіршілік әрекеті нәтижесінде күкіртсутек пен метан түзіледі.

**Су қоймалардағы микроорганизмдердің мекен ету орталары мен таралуы.** Топырақ микроорганизмдері үшін жасақталған микроорта концепциясы суда тіршілік ететін организмдерге де тән. Су қабаттарында тіршілік ететін микроорганизмдерді *планктондар* деп атайды (97-сурет). Олар құрамы бойынша былай жіктеледі: *фитопланктон* (балдырлар), *бактериопланктон* және *зоопланктон*. Мөлшері бойынша планктондар макро-, микро-, нано- және пикопланктон деп жіктеледі.



97-сурет. Су қабаттарында тіршілік ететін микроорганизмдер

Э.Науманн су пленкасының бетінде (0–2см) тіршілік ететін микроорганизмдерді *нейстон* деп атаған. Ауа-су аралық қабатында микроорганизмдер саны мен құрамы судың терең қабаттарына қарағанда алуан түрлі болады. Пленканың бетінде әр түрлі органикалық заттар (майлы қышқылдар, липидтер, полисахаридтер, белоктар), микроэлементтер, фосфаттар, аммиак, күкірт қосылыстары болады. Органикалық заттардың мол және әр түрлі болуы гетеротрофты және хемолитотрофты микроорганизмдердің жақсы өсіп-өнуіне жағдай жасайды. Нейстонды бірлестіктердің ішінде бактериялардың *Pseudomo-*

*nas*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Achromobacter* туыстары, балдырлардың *Lamproedia*, *Naviculata* туыстары кездеседі. Тек Нева өзенінің беткі пленкасынан алғаш рет нейстонды организмдер ретінде *Nevstia ramosa* бактериялары табылған. Беттік пленка қатты субстрат тәрізді болғандықтан, бактерия клеткалары мен басқа микроорганизмдерді мықты ұстап тұрып, қандай өзгеріс болса да олардың санының азаюына ешбір жол бермейді. Бұған қоса желдің әсерінен пленка көпіршікке айналып, ондағы органикалық заттардың мөлшері көбейеді де нейстонның санын тұрақты ұстап тұрады.

Көптеген микроорганизмдер әр түрлі субстрат беттерінде алуан түрлі ерекше бірлестіктер құра отырып, колонизациялайды. Субстрат беттерінің түріне қарай бірлестіктерді былай бөледі: тастар мен үңгірлерде – *эпилитон*, су өсімдіктерінде – *эпифитон*, жануарлар денесінде – *эпизоотон*. Сонымен қатар жасанды заттардағы бірлестіктерді *перифитон* деп атайды. Кейбір бактериялар заттардың бетіне тез әрі мықты бекінеді, кейбіреулеріне өте ұзақ уақыт қажет, ал кейбіреулерінің аналық клеткалары бекініп тұратын болса, пайда болатын ұрпақ клеткалары босап отырады. Заттар бетіне ең бірінші болып бактериялар, одан соң диатомды балдырлар, одан кейін колониялы қозғалмалы диатомейлер, талшықтылар мен силикаттар бекінеді.



Биопленка түзілу бес кезеңнен тұрады (98-сурет):

– Бастапқыда микроорганизмдер қоршаған ортадан (әдетте сұйық заттардан) беткі қабатқа бекиді (*адгезия*, *сорбция*) Бұл кезең қайтымды.

– *Біржолата* (қайтымды емес) *беку немесе тиянақтау*. Бұл кезеңде микробтар бекем адгезиямен қамтамасыз ететін клеткадан тыс полимерлер бөледі.

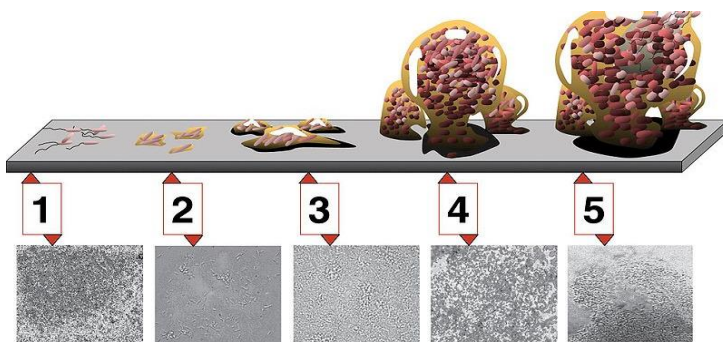
– *Жетілу*. Беткі қабатқа бекіген клеткалар келесі клеткалардың бекуіне оң әсер етеді. Клеткадан тыс матрикс



барлық клеткалардың бекінуін қамтамасыз етеді. Қоректік заттар жиналып, клеткалар бөліне бастайды.

– *Өсу*. Жетілген биопленка пайда болып, ол көлемі мен пішінін өзгертеді. Клеткадан тыс матрикс клетканы сыртқы орта факторларынан қорғайды.

– *Дисперсия*. (бактерияларды шығару): бөліну нәтижесінде биопленкадан ауық-ауық жеке дара клеткалар үзіледі.



98-сурет. Биопленка түзілу кезеңі

### ***Дүниежүзілік мұхиттың микробтық тұрғындары.***

Дүниежүзілік мұхит физикалық-химиялық қасиеттері, минералды және органикалық заттардың мөлшері жағынан гетерогенді болып келеді. Қор заттардың мөлшеріне қарай Дүниежүзілік мұхит олиго-, мезо-, евтрофты аймақтарға бөлінеді. Соған орай көптеген зерттеушілер теңіз бен мұхит суларын топыраққа ұқсас деп санап, оларды көптеген макро-, микроаймақты деп қарастырады. Мұхиттың ашық бөліктеріне қарағанда евтрофты аймақтарда микроорганизмдер саны жоғары болып келеді. Судың литоральді аймағында топыраққа қарағанда бактериялар саны аз, ал саңырауқұлақтар мен актиномицеттер өте сирек немесе мүлдем кездеспейді. Алайда бұл аймақ су өсімдіктерінің эпифитті микрофлорасына бай.

Дүниежүзілік мұхитты микробиологиялық тұрғыда толық зерттеген А.Е.Крисс (1976ж.) болды. Ол микроорганизмдердің таралуы топырақтағыдай географиялық белдеулерге байланыс-



ты деп көрсеткен. Микробтар тығыздығы экватордан полярлы аймақтарға қарай азаятынын көрсетті.

Сонымен, экваторлы-тропикалық белдеуде микроорганизмдер саны өте көп болса, ал арктикалық және антарктикалық белдеулерде олардың саны аз. Микроорганизмдердің экваторлы-тропиктік белдеулерінде санының көп болуы бұл сулардың құрамында аллохтонды органикалық заттардың мол болуымен түсіндіріледі. Микроорганизмдердің вертикальді таралуына қабаттылық тән, ол органикалық заттардың концентрациясына орай судың стратификациялануымен байланысты. Осыған орай беткі, аралық, түптік, түп үстіндегі қабаттар деп бөледі. Микроорганизмдердің осы қабаттарда таралуына гидрологиялық жағдайлар әсер етеді. Жоғары горизонттарда фототүзуші балдырлардан тұратын фитопланктондар көп, олардың саны 200 м тереңдікте азаяды. Аралық горизонтта анаэробты фототүзуші бактериялар мен олиготрофтар басым.



А.Е.Крисс (1908-1984 гг)

Түп тұнбасындағы микроорганизмдер санына органикалық заттардың табиғатына, құрлықтан бергі арақашықтығына, тереңдігіне әсер етеді. Сондықтан шельфі, материктік құлама және абиссалдар ценозы деп бөледі. Олардағы бактериялардың саны 1 г  $10-10^8$  клеткаларға дейін жетеді. Абиссалді тереңдікте 1г-дағы бактериялар саны бірнеше жүзден аспайды. Су қабаттарымен салыстырғанда спора түзуші бактериялар, метан түзуші және сульфатототықсыздандырушы бактериялар саны көбейеді.

Термалді су, метан және флюидтер шығатын жерде орналасатын тірі организмдер бірлестігі қалыптасады. Мұндай жерлерде хемолитотрофтар мен метанотрофтардың тіршілік әрекеттері нәтижесінде органикалық заттардың мол түзілу аймақтары пайда болады. Метанотрофты синтез үрдісі 1988 жылы ашылған. Гидротермалді аймақтарда тіршілік ететін микроорганизмдер дене мөлшері алып болып келетін





омыртқасыз жануарларды органикалық заттармен қамтамасыз етеді.

*Көлдердегі микробтық тұрғындар.* Көлдерге тән қасиеттерге аймақтылық пен стратификация жатады. Аймақтылық көлдердің географиялық орналасуы мен климаттық факторлар (жауын-шашын, температура, жарық, т.б.), аллохтонды және автохтонды органикалық заттар құрамымен анықталады. Солтүстіктегі көлдерде аллохтонды органика, ал оңтүстіктегі көлдерде автохтонды органика басым болады. Соған орай оңтүстікке қарағанда солтүстіктегі көлдерде бактериопланктондар саны аз. Әр түрлі географиялық белдеулерде орналасқан көлдер трофиялық жағынан да ерекшеленеді. Бұл белгілері бойынша көлдер 4 типке жіктеледі: автотрофты, олиготрофты, мезотрофты, дистрофты.

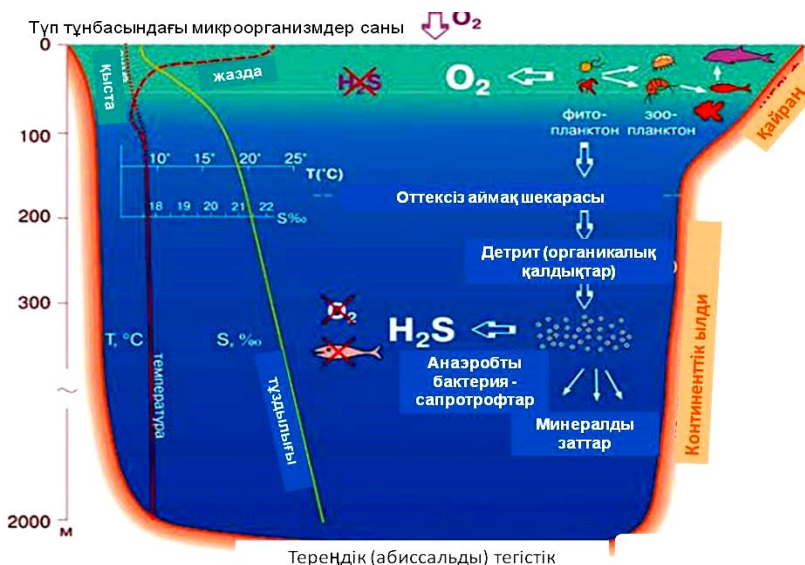
Стратификация (температуралық және химиялық) мына жағдайда көрінеді, яғни тығыз, салқын немесе тұзды қабаттар тығыздығы аз жылы, тұздылығы төмен қабаттарда орналасады. Көптеген көлдерде бұл қабаттар бір-бірімен араласпайды, нәтижесінде олардың арасында аралық қабаттар түзіледі. Сондықтан көлдерде 3 қабат пайда болады: эпилимнион, термо-немесе хемоклин, гиполимнион. Стратификация 10 метрден жоғары тереңдіктегі көлдерде байқалады. Маусымдық жылыну мен салқындау нәтижесінде мұндай көл суларында стратификация қабат болып жаз бен қыста көрініс береді. Әртүрлі қабаттар өздерінің жарықтану дәрежесі, химиялық құрамы, оттегінің мөлшері, микроорганизмдердің сандық және сапалық құрамы бойынша ерекшеленеді. В.М.Горленко (1977ж.) оттегінің мөлшеріне қарай көлдерде мынандай экологиялық аймақтарды жіктеген: аэробты, микроаэрофильді, анаэробты, илдер қалыптасқан аймақтар.



В.М.Горленко

Аэробты аймақ су қабаттарымен қоса термоклин қабатын да қамтиды. Мұнда бірнеше экологиялық нишалар бар. Бұл аймақ органикалық заттар мен микроорганизмдер санына бай. Төмендеу қабатта (20-25см дейін) фитопланктон мен

цианобактериялар тіршілік етеді. Одан төменгі қабатта детриттер мол жерде гетеротрофтар биомассасы жинақталады, сонымен қатар еріген органикалық заттардың деструкциясы жүреді.



Аэробты аймақтағы термоклин қабатында судың тығыздығы жоғары болады, мұнда органикалық заттар қалдығы ұсталып қалып, бактериялар саны көбейеді. Микроаэрофильді аймақта оттегі аз (1,0-1,5мг/л), бірақ тотықсызданған өнімдер пайда болады (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>4</sub>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>). Мұндай жағдайда сутек, метан тотықтырушы, тионды және темір бактериялары дамиды. Анаэробты аймақта органикалық заттардың анаэробты деструкция процесі жүріп, олардың өнімдері микроаэрофилді аймақты байытады.

Лайлы шөгінділердің экологиялық аймағы өз алдына ерекше болып келеді. Лайлы шөгінділердің сипаты көлдердің типтеріне байланысты. Лайдың ең жоғарғы қабаты 2мм дейін болады, оның құрылысы жұқа ярусты болып келеді. Перфильев өзі жасақтаған құрал – телоскоп арқылы оны 8 микроаймаққа бөлген, оның әрқайсысында белгілі бір микроорганизмдер

орналасады: 1—диатомей аймағы; 2—*Gallionella ochrobium* және *Gallionella testum* темір тотықтырушылар орналасады; 3—темір бактерияларымен қоректенетін *Dictiobacter rapex* Перфжыртқыш бактериялар; 4—азотобактерлерге ұқсас бактериялар; 5—сапрофитті жіпшелі бактериялар; 6—жыртқыш *Cyclobacter* бактерияларының жіпшесі, сақинасы, тұзағы орналасады; 7—*Lieskeella bifida* клеткасы; 8—*Thiospira* бактерия туысы орналасады.

Экстремалды жағдайлар содасы көп көлдерде кездеседі, судың рН мәні 9-10 аралығында болады. Бұған минерализациясы жоғары экваторлы Магади көлі мен минерализация дәрежесі төмен Орталық Азия мен Прибайкал көлдері жатады. Мұндай көлдерде эукариоттар болмайды, бірақ цианобактериялар жақсы дамиды. Прокариоттардан аэробты және анаэробты архебактериялар (*Haloanaerobiales*, *Thermotogales*), протеобактериялар, спирохеттер, грам-оң бактериялар табылады.

**Өзендер экожүйесі.** Өзендер дүниежүзілік мұхит пен құрлық арасындағы су алмасудағы аралықшы болып келеді. Мұхит пен теңіздерге 37 мың км<sup>3</sup> су құйылады, өзен мен көлдерден буланған сулар дүниежүзілік мұхиттарға жауын-шашын ретінде қайта оралады. Сонымен қатар қатты ағып өту түрінде де жүзеге асырылады, яғни қатты компоненттер мен әр түрлі организмдердің ағып өтуі. Өзендер негізінен қар, жаңбыр, мұз суларымен толтырылады. Теңіз климат аймағындағы өзендер – жаңбыр суымен, континенталді климат аймағындағы өзендер – қар суымен, ал таулы аймақтағы өзендер мұз суларымен толтырылады. Құрғақшылық уақытта және қыс мезгілінде өзендер жер асты суларымен толтырылып отырылады. Мысалы, Ертіс өзені қар, жаңбыр суымен толтырылады.



Ертіс өзені (Павлодар, Қазақстан)



Перфильев Б.В.  
(1891-1969жж.)



Химиялық құрамы бойынша суды кермекті немесе карбонатты, жұмсақ немесе хлоридті деп бөледі. Өзендердегі микроорганизмдердің тіршілігін бақылайтын және шектейтін факторларға еріген оттегі мен органикалық заттардан басқа өзен ағыстары жатады. Сондықтан да өзендердің әрбір учаскелерінде микроорганизмдер саны мен құрамы әр түрлі болып келеді. Бұған уақытша өзгерістер де өз әсерін тигізеді. Мысалы, Ертіс өзенінің суында таңертеңгі уақытта микроорганнизмдер саны аз болса, күндіз саны жоғарылайды, ал түнде қайта азаяды. Көктемгі су тасқындары кезінде микроорганизмдердің саны жоғарылайды. Тұрғылықты жерлерде микроорганизмдер саны әрқашанда жоғары болады. Өзендерде су массасы, түптік шөгінділері мен нейстондар бірлестіктері қалыптасады. Өзендердің сандық және түрлік құрамы олардың трофтылығына байланысты. Олиготрофты таулы өзендерде микроорганизмдер түрі мен саны аз, ондағы кездесетін бациллалар, актиноциеттер мен ашытқы саңырауқұлақтары жауын-шашын немесе қар арқылы сырттан келіп түседі. Топырақта кездесетін микроорганизмдердің барлығы да өзендерде кездеседі, себебі топырақ олардың негізгі көздері болып табылады. Бұлақтарда арнайы бекіну мүшелері бар немесе оңай адгезиялана алатын микроорганизмдер жақсы тіршілік етеді. Ал толық бекінбеген организмдер ағыс арқылы шайылып кетеді.

**Атмосфера.** Қалыңдығы 700 км болатын Жердің газ тәрізді қабаты. Физикалық қасиеттері бойынша бірнеше қабаттарға немесе сфераларға жіктейді: тропосфера, оның қалыңдығы географиялық ендікке байланысты 7-13 км, стратосфера (80 км және жоғары). Тропосфера мен стратосфера аралығында аралық қабат – тропопауза бар. Жер атмосферасының негізгі бөлігіне тропосфера жатады, онда атмосфераның барлық массасының 79%-ы шоғырланған.

Атмосфера газ құрамы бойынша көп компонентті. Олар химиялық, ядролық, физикалық реакциялар нәтижесінде пайда болады. Газдардың шығу тегіне биогенді үрдістердің де қосар үлесі зор.

Газдардың ең көп мөлшерін молекулярлы азот құрайды ( $N_2$ ), оның мөлшері 78,084 көлемдік пайызға тең. Азот тірі организмдер үшін қажетті және маңызды элементтер қатарына



кіреді, оның атмосферадағы жоғары мөлшері химиялық инерттілігімен байланысты. Атмосферада аз мөлшерде болса да, азоттың газ тәрізді басқа түрлері болады. Мысалы, азот тотығының ( $N_2O$ ) мөлшері  $5 \times 10^{-5}$  көлемдік пайызға тең. Оның пайда болуының негізгі көзі бактериалды денитрификация болып табылады, оның нәтижесінде  $N_2$  және  $N_2O$  түзіледі. Азотты тыңайтқыштарды көп мөлшерде қолданатын болса, онда  $N_2O$  мөлшері жоғарылап, азот балансын бұзады. Атмосферада азоттың шала тотықтарының ( $NO_x$ ), ( $NO_2$ ) мөлшері одан да аз, олардың мөлшері  $2,6 \times 10^{-6}$  көлемдік пайызға тең. Азоттың шала тотықтары биогенді жолмен түзіледі. Оның негізгі көзі нитрит болып табылады, бұл микроорганизмдер мен өсімдіктер түзетін өнім. Алайда нитритті тірі организмдер жеңіл игеретіндіктен, көп концентрацияда жинақталмайды, сондықтан ауадағы деңгейі көтерілмейді. Ал техногенді жолмен пайда болатын (зымыран, ұшақ, автомобиль двигателдері)  $NO_2$  әлдеқайда қауіпті.

Массасы бойынша екінші орын алатын газға оттегі жатады. Атмосфераға келіп түсетін оттегінің негізгі көзі болып жер беті өсімдіктері мен мұхит балдырлары саналады. Оттегі биотикалық үрдістерге қатысады және тіршілік үшін өте қажет. Сондықтан оның жұмсалуды деңгейі 90% құрайды, оның ішінде 40% бактериялар сіңіреді.

Экологиялық тұрғыдан алып қарағанда оттегінің газ тәрізді түрлерінің ішінен ең маңыздысы озон болып есептеледі. Алайда оның атмосферадағы мөлшері  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  көлемдік пайызға тең. Озонның максималды концентрациясы 15-24 км қабатында болады, бұл Жердің озон белдеуі деп аталады. Озон қабаты Күннің ультракүлгін сәулелерінің көп мөлшерін сіңіріп, биосфераны радиацияның жойқын әсерінен қорғайды.

Көлемі бойынша үшінші орындағы газ – аргон (0,934 көлемдік пайызға), бірақ ол биогенді белсенділікке ие емес және биологиялық айналымдарға қатыспайды.

Химиялық белсенді ауа газына көмірқышқыл газы ( $CO_2$ ) жатады, оның көлемі 0,03%.  $CO_2$  көп бөлігі мұхит сулары мен топырақ ауасында болады.  $CO_2$  атмосфераға жер бетіндегі өсімдіктер мен топырақ микроорганизмдерінің тыныс алуы нәтижесінде келіп түседі. Атмосферадағы оның мөлшерінің



жоғарылауы жылу балансын өзгертіп, «парникті» эффектiге әкелiп соқтыруы мүмкiн.

Атмосфераның тұрақты компоненттерiне жанғыш газдар жатады:  $H_2$  ( $5 \times 10^{-5}$  көлемдiк пайыз),  $CH_4$  ( $1,5 \times 10^{-4}$  көлем пайыз),  $CO$  ( $10^{-4}$ - $10^{-6}$  көлем пайыз). Осы газдардың түзiлуiнде микро-орагнизмдердiң рөлi зор. Метан түзушi бактериялардың тiршiлiк әрекеттерi нәтижесiнде метан түзiлсе, ал оларды ығыстыру метан тотықтырушы бактериялар жұмысына байланысты. Бұған  $CO$  (иiстi улы газ) түзiлуiне де анаэробты үрдiстердi тудырушы бактериялар жауапты болуы мүмкiн деген тұжырым бар.

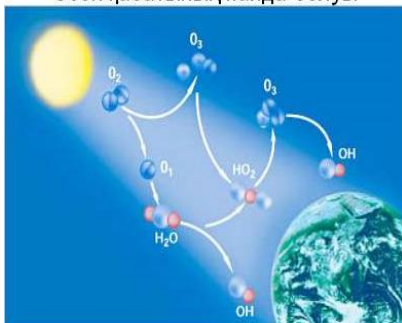
Күкiрт қосылыстарының iшiнен атмосферада күкiрт тотығы ( $SO_2$ )  $1 \times 10^{-4}$  көлемдiк пайыз мөлшерде болады. Бұл газдың шығу тегi техногендi және жанартаулардың атқылауы нәтижесiнде пайда болады.  $SO_2$  көп мөлшерде атмосфераға шығарылуы «қышқылды», күкiрт қышқыл қалдықтары бар, жаңбырлардың жаууына әкеп соқтырады. Күкiрт қышқылы  $SO_2$  тотығуының фотохимиялық өнiмi болып табылатын күкiрт тотығынан ( $SO_3$ ) түзiледi.

Атмосфера мен топырақ арасында үнемі газ алмасу үрдiстерi жүредi. Топырақ ауасы 20 см қабатта атмосферамен сағат сайын алмасып отырады.

Атмосфераның ең жұқа қабаты – тропосфера, оның қалыңдығы 10-18км аралығында болады, онда тiрi организмдер үшiн қажеттi ауаның негiзгi массасы шоғырланған. Тропосфераның маңызды қасиетiнiң бiрi – ауа температурасының төмендеуi, әрбiр 100 м сайын температура шамамен  $1^{\circ}C$  төмендейдi. Сондықтан да жаз мезгiлiнiң өзiнде де тропосфераның жоғарғы қабаттарында температура  $0^{\circ}C$  төмен болады. Жоғарылаған сайын температураның төмендеуi ауаның Жер бет қызуы мен атмосфераның турбуленттiлiгiне байланысты. Тропосфера арқылы Күннiң радиациясы мен Жерден жылу сәулелерi өтедi, бiрақ тропосфера негiзiнен жер бетiнен жылынады. Сонымен қатар тропосферада термикалық және динамикалық конверсия мен турбуленттiлiктiң әсерiнен ауа бiртектi және бiртексiз қозғалады, ал ол өз алдына тропосфераның жоғарғы және төменгi қабаттары арасындағы ауаның қозғалысы мен ауа алмасуды қамтамсыз етедi. Соның нәтижесiнде тропосфераның температурасы жоғарылаған сайын төмендеп отырады. Жерге

жақын тропосфераның төменгі қабаттарында температуралық инверсия байқалады, яғни температура керісінше көтеріледі. Бұл жер беті мен оған жақын орналасқан ауа қабаты ашық түндерде өте салқындағанда пайда болады.

Озон қабатының пайда болуы



Тропосфера тек температурасы жағынан ғана емес, сонымен қатар басқада қасиеттері бойынша біртекті емес. Сондықтанда бірнеше қабаттарды жіктейді: *ламинарлы, локальді-құйынды, турбулентті, ауыспалы және конвекционды*.

Ламинарлы қабат – тропосфераның ең төменгі қабаты. Бұл жерге жанасатын микроскопиялы ауаның жұқа қозғалмайтын қабат, оны тығыз молекулааралық күш ұстап тұрады.

Локальді-құйынды қабат кез келген қыраттардың жергілікті стационарлы үйірілу түрінде түзіледі. Бұл ауа қабатының өсімдік массивінің бетінде орналасқан бөлігін белсенді беті деп, ал орман үстіндегі бөлігін шындықабаты депатайды.

Турбулентті қабат – ондаған метрден 1 км-ге дейін созылатын қабат, мұнда ауа мен субөлшектері ретсіз қозғалады. Турбуленттіліктің ауыспалы немесе сыртқы қабаты – мұнда жел құлымы жартылай бетке үйкелуімен немесе Жердің айналуымен анықталады. Бұл біртект қабат.

Конвекциялықабат – тропосфераның 1 км-нен ең жоғарғы шекарасына дейін созылады. Бұл қабатта температура биіктік жоғарылаған сайын төмендейді, ал тәуліктік температура өзгермейді. Жербеті күн сәулесімен жылынған кезде оның





бетіндегі микроорганизмдер конвекциялы қабатқа жылы ауа ағынымен келуі мүмкін.

*Атмосфера микрофлорасы.* Ауадағы микроорганизмдер клеткасының бар-жоқтығы жөніндегі мәліметтерді алғаш рет Л.Пастер (1860 ж) алған. Ол теңіз деңгейінің әртүрлі биіктігінде (Юратауының етегінде 850м және Монблан шатқалында 2000м) қоректік орталары бар қолбаларды ашып, одан соң өсіп шыққан колониялар санына қарай ауаның ластану дәрежесіне баға берген. Соған орай ауадағы микроорганизмдер саны теңіз деңгейінен биіктігіне байланысты деп тұжырымдаған. Кейін ол нитроцеллюлозды сүзгіші бар құрал жасаған, ол құрал арқылы ауаны үрлеген кезде ондағы қалқып жүрген бөлшектер сүзгіш бетінде ұсталып қалатынын дәлелдеген. Қазіргі кезде осындай бірнеше жаңа түрдегі құралдар гигиеналық-санитарлық мақсаттарда қолданылады.

1920 жылы Молиш ауада табылатын микроорганизмдерді аэропланктондар деген терминмен атаған. Бұл термин ауада кездесетін барлық микроорганнизмдерге қатысты айтылады: вирустар, бактериялар, саңырауқұлақтар, мицелиалдысаңырауқұлақтардың споралары, балдырлар, қарапайымдылар. Олардың мөлшері 0,01 мкм шамасында болады.

Атмосферада микроорганизмдер негізінен тропосферада кездеседі, мұнда тек аллохтонды микроорганизмдер болады. Олар топырақтан шаң бөлшектері мен өсімдік тозандары арқылы, су тамшылары арқылы, ағаш діндері мен сабақтары арқылы жел ағыны мен ауаға келіп түседі. Атмосферадағы микроорганизмдердің саны жыл мезгіліне байланысты. Мысалы, жаз мезгілінде қоңыр жай климат жағдайында микроорганизмдер концентрациясы жоғары болса, ал қыс мезгілінде олардың концентрациясы төмен болады. Сонымен қатар микроорганизмдер саны метеорологиялық жағдайларға, желжылдамдығы, жауын-шашынға байланысты. Егер жел жылдамдығы 4-6 м/сек болса, онда микроорганизмдер саны 5-16 есе көбейеді. Материктер мен мұхиттар, қала мен ауыл атмосферасындағы микроорганизмдер саны да әр түрлі болып келеді. Материк пен қала атмосфераларында микроорганизмдер саны жоғары болған, оның себебі транспорт санына және жасыл-желектену дәрежесіне байланысты. Бөлме атмосфера-



сына микроорганизмдердің келіп түсуі адамның іс-әрекетіне байланысты. Әртүрлі аймақтардағы климат және маусымдық жағдайлардың микроорганизмдер санына әсерін зерттеу нәтижесінде олардың таралуы жөнінде мынадай заңдылық байқалған:

- құрлыққа қарағанда теңіз үстіндегі атмосферада микроорганизмдер саны жоғары;
- ауылдық жерлерге қарағанда қалалық жерлердің атмосферасында микроорганизмдер саны көп болады;
- 300-2900 м биіктікте микроорганизмдер саны 70-72% -ға төмендейді;
- атмосфераның 84 км жоғарғы шекарасында микроорганизмдер табылған;
- атмосферадағы микроорганизмдер саны климат пен метеорологиялық жағдайларға байланысты;
- антропогендік факторлар атмосферадағы микроорганизмдер санының көбеюіне жағдай жасайды.

Атмосферада аэрозолдер құрылады. Олар – газды ортада қалқымалы жағдайда болатын қатты немесе сұйық бөлшекті жүйе. Қалқымалы бөлшектер аэрозолдың дисперсті фазасын, ал газдар немесе газ қоспалары дисперсті ортаны құрайды. Дисперсті фазаның мөлшері  $10^{-7}$ - $10^{-3}$  см шамасында болады. Әдетте, аэрозолдарды 3 топқа жіктейді: шаң, түгін (газ конденсаттар), тұман (дисперсті фаза-сұйық тамшылар). Ауада болатын бактериялар ерекше бактериалды аэрозолдар тобын құрайды. *Бактериалды аэрозолдардың* дисперсті фазасы биологиялық объектілерден тұрады. Олардың мөлшері объектісіне байланысты: вирустарда 0,01 мкм, микроорганизмдердің ірі клеткалары 50 мкм болады. Бактериялар мен вирустар атмосферадағы аэрозоль құрамындақатты бөлшектер түрінде қатысады. Бактериалды аэрозолдардың пайда болуын 3 фазаға бөледі(99-сурет): тамшы, шаң, тамшы-ядролы (немесе кептірілген бактериалды тамшылар деп атайды).

Тамшы фазасында бактериялардың еріген заттары тұзды су қабықшасының ішінде болады. Құрғау дәрежесіне қарай тамшыдағы заттар концентрациясы жоғарылап, клетканың бетіне жинақталады. Бұл фазаны кептірілген бактериалды тамшылар деп атайды. Шаңды фаза – бактериялар шаң

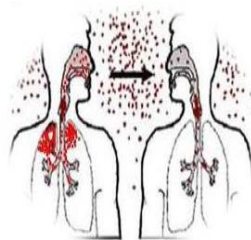
бөлшектерімен бірге ауада қалқымалы түрде болады. Бұл фазада бактериялар ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді келеді.



тамшы



шаң



Тамшы -ядролы

99-сурет. Бактериалды аэрозолдардың пайда болуы

Қолайлы жағдай болғанда аэрозолдар құрамындағы бактериялар мен вирустар көбейеді. Бактериялардың аэрозолға айналуының алдындағы жағдайы өте маңызды. Мысалы, қатты ортадан бактериялардың аэрозолдарға айналуы ешбір қиындықсыз жүзеге асады, себебі олар бірден шаң фазасына түседі. Су суспензиясынан аэрозольға айналу қиынға соғады. Бұл жағдайда олар тамшылы фазада дисперсті фазаға түседі. Алайда алғашқы минутта көпшілік клеткалар өліп, тек грам-оң коккалар мен грам-теріс таяқшалар тіршіліктерін сақтап қалады. Шығу тегіне қарай аэрозольдар табиғи және жасанды деп бөлінеді. Табиғи аэрозольдар табиғи жағдайда құрамында микроорганизмдері бар топырақ және су бөлшектерінің дисперсиялануы үрдісінде түзіледі. Жасанды аэрозольдар бактериалды суспензия мен бактериалды шаңның дисперсиялануынан түзіледі.

Бактериалды аэрозольдардың негізгі көзі адам мен жануарлар болуы мүмкін. Олар түшкіру, жөтелу кезінде және жануарлар сілекейінің кебуі кезінде түзіледі. Аэрозольдардың түзілуіне әр түрлі антропогендік жағдайлар да әсер етеді: бактериалды және вирусты препараттар шығаратын өнеркәсіптер, сонымен қатар микроорганизмдері бар өсімдік және жануарлар қалдықтарын өңдейтін зауыттар.

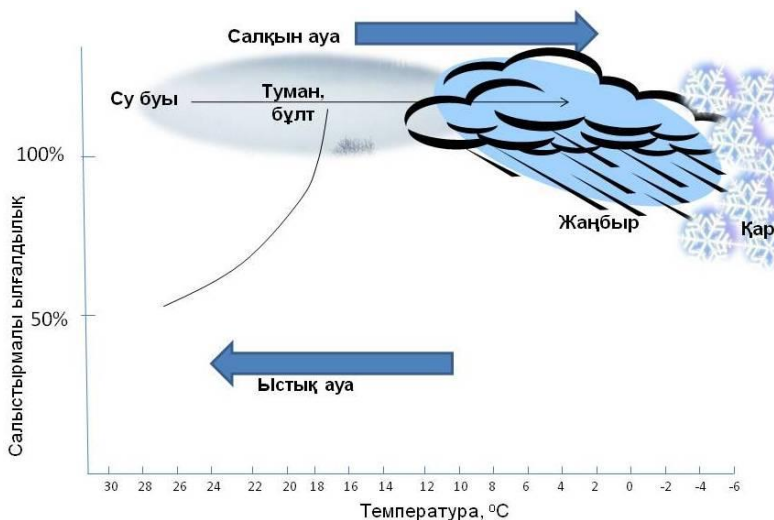


### 11.3. Қоршаған ортаның биотикалық және абиотикалық факторларының микроорганизмдерге әсері

Табиғатта микроорганизмдерге абиотикалық факторлармен қатар олармен бірге тіршілік ететін организмдер, биотикалық факторлар да әсер етеді.

**Абиотикалық факторлар** – бұл организмдерді қоршаған тіршіліксіз орта, яғни оларға организмдер тіршілік ететін табиғи ортаның жағдайларын жатқызады. Микроорганизмдерге климаттық факторлар (температура, жарық, ылғал) мен ортаның физикалық-химиялық жағдайлары (рН, оттег, осмостық қысым, еріген қор заттарының концентрациясы, сұйық-сұйық және сұйық-қатты фаза шекарасы) әсер етеді. Биосфераның абиотикалық компоненттері организмдер тіршілігін тежеп немесе реттеп отырады. Ортаның нақты компоненттерінің жетіспейтін немесе артық мөлшері организмнің өсуін тежейді немесе лимиттейді. Сондықтан организмдердің орта факторларына қатынасын олардың минималды және максималды көрсеткіштері бойынша сипаттайды. Бұл көрсеткіштерден тірі организмдердің қолайлы өсуі үшін қажетті оптимум зонасын бөліп алуға болады. Ауытқу оптимум зонасынан неғұрлым алшақ байқалса, соғұрлым олардың организмге тежегіш әсерлері айқын байқалады. Минимум және максимум арасындағы диапазон организмдердің тіршілік ету немесе толеранттылық (төзімділік) шегін анықтайды.

Әр организмдер бір-бірінен толеранттылығы (төзімділігі) мен оптималды көрсеткіштері бойынша ерекшеленеді. Кейбір организмдер ортаның өзгеріс шегі аз болғанда тіршілік етсе, ал екіншілері алуан түрлі өзгеріс жағдайында тіршілік ете алады. Төзімділіктің салыстырмалы дәрежесі әсер ететін фактор атауына *стено* не *еври* деген жұрнақ қосылады, *стено* – тар деген мағына берсе, ал *еври* – кең деген мағына береді. Мысалы, температураға қатысты стенотермді және эвритермді, тұзға қатысты стеногалинді және эвригалинді деп атайды. Толеранттылық (төзімділік) дәрежесі түрлердің таралуын анықтайды. Кең экологиялық спектріне ие түрлер, яғни көптеген факторларға толеранттылық диапазоны кең түрлер табиғатта кеңінен таралған.



Әдетте, организмдерге бір ғана емес, бірнеше факторлар әсер етеді. Сондықтан бір факторға толеранттылық дәрежесі басқа факторлардың әсер етуші күшімен байланысты. Организмдер экологиялық факторларға ұшырауымен қатар оларға бейімделіп, сол факторлардың әсерін әлсірете алады. Мысалы, гетеротрофты термофилді микроорганизмдер жоғары температура мен ылғалдылық жағдайында кездеседі.

*Температура.* Температура – микроорганизмдердің таралуына әсер етуші басты факторлардың бірі. Микроорганизмдер температураға қатысына байланысты *мезофилді, термофилді және психрофилді* деп бөлінеді. Көпшілік микроорганизмдер мезофилді болып табылады. Олар 10<sup>0</sup>С-тан 50-55<sup>0</sup>С температура аралығында өсе алады және де табиғатта кең тараған, оларды биологиялық белсенділігі төмендейтін экстремалды жағдайларда да кездестіруге болады.

Келесі бір кең таралған топ – бұл психрофилді организмдер. Жер бетінде тұрақты немесе уақытша төмен температуралы жерлер көп. Теңіз бен мұхит суларының көп бөлігіндегі температура 5<sup>0</sup>С төмен (-1,5<sup>0</sup>С-тан 4,5<sup>0</sup>С-қа дейін), ал мұхит түбінде одан да салқынырақ (3<sup>0</sup>С-дейін). Жердің беткі қабатында 2<sup>0</sup>С аспайтын жерлер 14%-ды құрайды. Жоғары

белдеулердегі топырақтың жаз мезгіліндегі температурасы  $10^{\circ}\text{C}$ , ортаңғы белдеулерінде олардың температурасы  $20^{\circ}\text{C}$  аспайды, тау үңгірлеріндегі топырақтың температурасы  $5-6^{\circ}\text{C}$  деңгейінде болады. Атмосфераның жоғары қабаты – стратосферада да температура төмен.



Мекен ету орталарына қарай  $5^{\circ}\text{C}$  температурада тіршілік ете алатын микроорганизмдерді 2 топқа жіктейді:

– салқын орта жағдайында тіршілік ететін (салқын теңіз бен мұхит сулары, тау үңгірлері мен орталық Антарктидағы мұз айдындары) облигатты психрофилдер.

– тұрақты емес салқын орталарда мекен ететін және өсу температураларының диапозондары ауқымды жағдайда өсетін организмдер (континентальді климатты аймақтар мен тундра топырағы).

Тұрақты салқын орта жағдайларында вибриондар мен грам-теріс таяқшалар басым болады. Тұрақты емес температурасы бар аймақтарда грам-оң таяқшалар және микромицеттер басым. Психрофилдер балдырлар арасында да сипатталған. Кейбір балдыр үшін қолайлы температура жағдайы  $+5^{\circ}\text{C}$  және одан төмен.

Термофилдер бірнеше түрге жіктеледі: *экстремалды термофилдер*, *стенотермофилдер*, *эвритермофилдер*, *термотолеранттылар*. Ыстық бұлақтан бөлініп алынған бактерияларды 1968 жылдан бастап экстремалды термофилді микроорган-низмдер тобына топтастыратын болды, ал 1980 жылдардан кейін  $80-90^{\circ}\text{C}$  температура жағдайында тіршілік ете алатын гипертермофилді бактериялар тобы бөліне бастады. Стенотермофилдер үнемі жоғары температура жағдайындағы орталарда тіршілік етеді. Эвритермофилдердің өсу температурасының шекарасы өте кең. Термофилдер барлық



микроорганизмдер тобынан табылған: бактериялар, микромицеттер, балдырлар, қарапайымдылар.

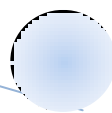
Термотолерантты микроорганизмдер ерекше топты құрайды. Температура шекаралары бойынша олар эвритермофилдер мен мезофилдерге ұқсас. Олардың термотолеранттылығының ерекше белгісі бар: салыстырмалы түрде мезофилдер үшін қолайлы болып табылатын температура бірқатар ( $4-8^{\circ}\text{C}$ ) жоғарылаған жағдайдың өзінде де толерантты микроорганизмдердің өсу жылдамдығы ешбір өзгермейді, яғни не жоғарыламайды, не кемімейді.

*Ылғал.* Су–барлық тірі организмдер үшін алмастырылмайтын орта. Организмдердің ортаның ылғалдылығына қажеттілігін судың белсенділігі ( $a_w$ ), салыстырмалы ылғалдылығы (%) және су потенциалымен ( $\phi$ ) белгілейді.

Судың белсенділігі дегеніміз–ол субстрат немесе ерітінді үстіндегі ауаның су буының қысымы. Ол салыстырмалы ылғалдылықпен байланысты. Су потенциалы организмнің суды сіңіруге жұмсаған термодинамикалық жұмысын көрсетеді (көбінесе бар бірлігімен өлшенеді). Көпшілік микроорганизмдердің өсуі үшін қолайлы судың белсенділігі 0,99-0,98 аралығында болады. 0,65-0,6 төмен болған кезде тек кейбіреулері ғана белсенділік танытады. Топырақ микроорганизмдер үшін топырақтың жалпы ылғал сыйымдылығы үлкен рөл атқарады, ол 60%-ға жуық болуы керек. Ылғал жетіспеген жағдайда микроорганизмдердің белсенділігі төмендейді, ал топырақ құрғақшылық жағдайға ұшыраған кезде мүлдем тежеледі. Алайда көптеген микроорганизмдер мұндай жағдайда тыныштық клеткаларды спора, артроспора, циста, конидия түзу арқылы тіршілік қабілеттіліктерін сақтап қалады.

*Осмостық және гидростатикалық қысым.* Микроорганизмдердің тіршілігінде олардың маңызы зор. Осмостық қысымның мөлшері ортадағы еріген заттардың құрамына байланысты. Барлық микроорганизмдер натрий иондарын қажетсінуі мен осмостық төзімділігінің дәрежесі бойынша ерекшеленеді. Көпшілік микроорганизмдер натрийді онша көп қажет етпейді, сондықтан олар NaCl-дің төмен концентрациясында жақсы өседі. Кейбір организмдер тұздың жоғары концентрацияларына төзімді болып келеді. Оларды





осмофилді деп атайды. Мысалы, теңіз бактериялары тұздардың 15%-ға дейінгі концентрациясына төзімді болып келеді, жалпы олар үшін қолайлы NaCl-дің концентрациясы 3,5%-ға тең. Бактериялар негізінен тұздардың өте жоғары концентрацияларына бейімделгені белгілі. Бұлар галофилді организмдер болып табылады. Бірқалыпты галофилдер (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Paracoccus* кейбір түрлері) 2,3-20,5% NaCl концентрацияларында өседі, ал 12-36% NaCl концентрацияларында өсетін бактериялар галобактерияларға жатады. Табиғатта экстремалды галофилді жағдайлар Үлкен тұзды теңіз (Большое соленое море) мен Өлі теңіздерге (Мертвое море) сай, онда тұздың концентрациясы 32,2%-ға дейін жетеді. Мұндай теңіздерде аса галофилді организмдер тіршілік етеді, ал бірқалыпты және әлсіз галофилдер сырттан әкелінген болып саналады. Аса галофилдер балықтарды тұздауда қолданылатын қаныққан тұз ерітінділерінде де өседі.

Жер бетінде гидростатикалық қысымның ауқымы кең. Ол негізінен дүниежүзілік мұхиттың терең қабаттарында болады, онда гидростатикалық қысым 300-500 атм тең, ал үлкен тереңдікте ол 1100 атм көтеріледі. Гидростатикалық қысымға микроорганизмдер төзімді, яғни баротолерантты. Олардың ішінде төменгі қысымнан гөрі жоғары қысымда жақсы өсетін организмдер басымдырақ болады, ондай микроорганизмдерді барофилді деп атайды.

*Күн радиациясы немесе жарық.* Бұл күрделі спектрлі құрамы бар электромагнитті сәулелер. Спектрдің қысқа толқынды бөлігі (космосты, гамма, рентген және ультракүлгін сәулелер) микроорганизмдерге жойқын түрде әсер етеді, әсіресе осы сәулелердің үлкен дозалары. Сонымен қатар кейбір бактериялар ультракүлгін және иондаушы (гамма және рентген) сәулелерге төзімді болып келеді. Радиацияға төзімді көптеген бактериялар пигменттелген және олар *Deinococcus* туысына жатады. Олардың көпшілігі жоғары температураға төзімді. Радиацияға төзімді бактериялар атом реакторларынан, родонды және ыстық бұлақ көздерінен бөлініп алынған. Олардың барлығының клеткасында қызыл немесе қызыл-қоңыр пигмент бар. Күн жарығының 30%-ы атмосферада шашырайды, 20%-ы биосферадан өткенде абсорбцияланады, қалған 50%-ы Жер мен



мұхиттарға дейін жетеді. Оның көбісі жылулық беретін сәулесіне келеді, кішігірім бөлшегі фотосинтез арқылы биологиялық әлем пайдаланады. Биосферада жарық пен энергия тығыз байланысты.

Спектрдің көзге көрінетін бөлігі (380-790 нм) мен инфрақызыл сәулелер (700-1000 нм) фотосинтездеуші микроорганизмдерге энергия көзі ретінде қажет. Олар фотосинтез үшін қажет және фототаксистің пайда болуына себепші болады. Фотосинтез бен фототаксис процесінің жүруіне қажетті толқындар ұзындығының диапазоны балдырлар мен өсімдіктерге қарағанда бактерияларда кең, прокариоттар 300-1100 нм, ал эукариоттар 300-800 нм аралығындағы сәулені пайдаланады. Сондықтан бактериялар балдырларға қарағанда судың тереңдеу қабаттарында тіршілік етеді.

*Оттегі.* Тірі организмдер үшін маңыздылығы ерекше. Оттегіне қатысына қарай микроорганизмдерді былай жіктейді: аэробты, микроаэрофилді, факультативті мен облигатты анаэробты, азотолерантты. Микроорганизмдердің тіршілігінде үшін мекен ету ортасының тотығу дәрежесі мен тотығу-тотықсыздану потенциалы үлкен рөл атқарады. Тотығу-тотықсыздану потенциалы ортадағы тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштың қатынасын көрсетеді. Ол сутектің парциалды қысымының теріс логарифмі түрінде, сандық түрде, газ тәрізді ( $\text{rH}_2$ ) немесе берілетін не алынатын электрондар саны ( $E_h$ ) түрінде белгіленеді. Микроорганизмдер тотығу-тотықсыздану потенциалының кең диапазоны мен оттектің әр түрлі мөлшерінде (максималдыдан мүлдем жоқ болу кезінде) тіршілік ете алады. Микроорганизмдердің оттегі мен тотығу-тотықсыздану потенциалына қатысты әр түрлі реакциясы олардың физиологиялық-биохимиялық ерекшеліктеріне байланысты. Соған орай олар өздерінің талаптарына жауап беретін экологиялық орта жағдайларында тіршілік ете алады. Аэробты жағдай табиғатта кеңінен таралған. Анаэробты микроорганизмдер теңіз, мұхиттардың терең қабаттары мен түптерінде, балшық пен ылғалдылығы жоғары топырақта, жердің беткі астының терең қабатында (1500-3000 м тереңдік), жер үсті суларында, мұнайлы қабаттарда, жануарлардың ішек-қарын өзегінде таралған.

*Орта қышқылдығы (рН).* Барлық иондардың ішінен сутегі мен гидроксилді иондар ең қозғалғыш болып келеді. Олардың концентрациясы ортаның қышқылдылығын және сілтілігін көрсетеді, сонымен қатар микроорганизмдерге тікелей және жанама түрде әсер ете отырып, оларға қажетті көптеген қосылыстардың иондық жағдайын өзгертеді. Микроорганизмдер бейтарап, қышқылды және сілтілі орта жағдайында тіршілік ете алады. Олар рН мәні 0,6-11,0 аралығына дейінгі орталарда өседі. Қышқылды ортада тіршілік етуші ацидофилді организмдер қышқылды топырақта, көмір шахталарында, қышқыл руда қалдықтарында, дренажды және руда суларында, ыстық бұлақ көздері мен олардың айналасындағы топырақта тіршілік етеді. Алколофилді микроорганизмдер сілтілі жағдайларда, топырақта, содалы көлдерде, минералдарға бай жерлер мен жануарлар қалдықтары (экскременттері) бар жерлерде тіршілік етеді.

**Биотикалық факторлар.** Микробтарға физикалық және химиялық факторлармен қатар биологиялық факторларда әсер етеді. Табиғатта олар өзара байланысты және бір-біріне тәуелді. Тұрақты экологиялық жүйеге біріккен тірі организмдерді биоценоз деп атайды. Олардың әрбіреуіне популяцияның түрлік және сандық қарым-қатынасы тән. Әртүрлі ценоздардың ішінде (фитоценоз, зооценоз) табиғатта үлкен орын алатыны – микробиоценоз-микроорганизмдер бірлестігі. Эволюция процесі нәтижесінде микроорганизмдер және олармен жоғары сатылы организмдер арасында белгілі бір түр ішінде топ аралық қарым-қатынастар қалыптасқан. Организмдердің бір-бірімен әрекеттесуінің 4 негізгі түрлерін ажыратады:





*Микроорганизмдер қарым-қатынасы.* Эволюциялық даму барысында табиғи ортада микроорганизмдер тобы мен түрлер арасында күрделі әрі алуан түрлі қарым-қатынастар қалыптасқан. Табиғи жағдайда кооперативті қарым-қатынастарды жиі кездестіреді. Олардың бірнеше түрлері белгілі:

*Метабиоз* – бір организм өзінің тіршілік ету барысында екінші бір организмге қолайлы жағдай жасайтын қарым-қатынас. Мысалы, аммонификациялаушы бактериялар, органикалық азоты бар қосылыстар аммиакқа дейін ыдырата отырып, соған орай нитрификаторлардың дамуына қажетті субстрат болады. *Нитрификаторлар* аммиакты нитриттер мен нитраттарға дейін ыдыратып, денитрификациялаушы бактериялардың энергетикалық метаболизмі үшін қажетті электрон акцепторы болып табылады. Мортмассаны (өсімдік пен жануарлар денелерін), алдымен гидролаза ферменті бар бактериялар ыдыратады, пайда болған өнімдерді басқалар пайдаланады. Сондықтан да тек микроорганизмдердің метабиотикалық қарым-қатынастары негізінде табиғатта биоенді элементтердің алмасуы жүреді.

*Симбиоз.* Микроорганизмдердің бір-бірін күшейтетін және қолдап тұратын ассоциациялық қарым-қатынас түрлері болып саналады. Симбионттар жекеленген жағдайдан гөрі әрқашанда бірігіп жақсы дамиды. Кей жағдайда симбионттар бір-бірімен өте тығыз байланысқаны сонша, олар жеке өз алдына организм ретінде дами алмайды. Мысалы, қына – саңырауқұлақтар мен фототүзуші организмдердің (жасыл балдырлар не циан бактериялар) симбиозы. Бұлардың арасындағы симбиозды мутуализм деп атайды. Себебі симбиоз облигатты организмдер бір-бірінсіз тіршілік ете алмайды. Симбиоздық қарым-қатынас түрінің қарапайым мысалы ретінде аэробты және анаэробты микроорганизмдер бірлестігін келтіруге болады, мысалы, еркін тіршілік ететін *Azotobacter* азотсіңіруші бактериялар (облигатты аэробтар) мен *Clostridium* туысының бактериялары (облигатты анаэробтар).

Ассоциациялық қатынастың келесі бір түрі – *комменсализм*. Бұл кезде өзара бірігіп тіршілік ететін микроорганизмдердің біреуі пайда табады, бірақ екіншіге зиян келтірмейді. Сульфат тотықсыздандырушы *Desulfovibrio* бакте-



риялары судың оттегі жоқ терең қабаттарында тіршілік етеді. Олар энергияны сульфаттарды тотықсыздандыра отырып, анаэробты тыныс алу арқылы энергия алады. Пайда болған күкіртсутек су бетіне көтеріліп, одан соң оны фотосинтездеуші бактериялар қолданады. Целлюлоза ыдыратушы саңырауқұлақтар мен азот тұтқыш бактериялар бірігіп тіршілік ете отырып, өздеріне пайдалы жағдай жасайды. Метилотрофтар көмірсулар мен метанды тотықтыра отырып, токсинді өнімдер түзеді. Метилбактериялар осы токсинді заттарды ыдырата отырып, метан тотықтырушы бірлестіктер үшін қолайлы тұрақты жағдай жасайды.

*Саттеллизм.* Бір микроорганизмнің екінші бір микроорганизмді күшейтетін ассоциациялық қарым-қатынас түрі. Мысалы, ашытқы саңырауқұлақтары мен сарциналар әр түрлі аминқышқылдары мен витаминдерді түзе отырып, сүт қышқыл және сірке қышқыл бактериялардың өсуі мен дамуына өте қажетті жағдай жасайды.

*Синергизм.* Физиологиялық үрдістері бірдей микроб бірлестіктері олардан алынатын соңғы өнімнің шығымын арттырады. Мысалы, азотобактер мен *Vac.mycoides* бірге өсірген жағдайда гетероауксин көп мөлшерде түзіледі.

Микроорганизмдер арасында *бәсекелестік қатынас* әр түрлі көрініс береді, соның нәтижесінде әр түрлі салдар пайда болады. Бұл негізінен *антагонизмге*, яғни бір микроорганизм өзінің тіршілік барысында екінші бір микроорганизмнің тіршілігін тежейді.

Табиғатта микроорганизмдер арасында антагонистік қатынастар көп кездеседі: топырақта, суқоймаларда, адам мен жануарлар организмінде. Антагонизм мынандай себеп -салдардан пайда болуы мүмкін: 1) қоректік заттар үшін бәсекелестік; 2) кейбір микроорганизмдер түзетін антибиотиктер әсерінен; 3) бір микроорганизмдердің екінші бір микроорганизмдерді жоюы.

*Жыртқыштық пен паразитизм.* 1947 жылы Б.В.Перфильев *Cyclobacter*, *Desmobacter*, *Trigonobacter*, *Teratobacter* туысына жататын жыртқыш-бактерияларды сипаттаған. Бұл бактериялардың жемтік-клеткаларды «жұтуға», «орап алуға», шабуыл жасауға «ұстауға» қабілеттіліктері бар.



Микроорганизмдер арасында кеңінен таралған бәсекелестік қатынастарға *паразитизм* жатады. Паразиттік қатынаста бір микроорганизм екінші бір микроорганизмді субстрат ретінде қолдана отырып, көбінесе оның тіршілігін тежейді. Әдетте, прокариоттар әлеміндегі қарапайым паразиттік қатынасқа мысал ретінде бактериялар мен фагтардың арасындағы қатынасты айтуға болады. 1963 жылы Г.Штольп пен М.Старро алғаш рет *Bdellovibrio bacteriovorum* паразитті бактерияны (бактерияны жейтін сүлгі-вибрион) сипаттаған. Бұл микроб көптеген грам-оң және грам-теріс бактериялардың паразиті болып табылады. Осы микроб өзінің жемтік-бактериясының клетка қабықшасын бұрғылап, ішіне еніп, 3-5 сағаттан соң бактерия клеткасының ішінде 20-50 паразит-клеткалар түзеді. Осының нәтижесінде бактерия лизиске ұшырап, паразит ұрпақтары ортаға бөлініп шығады. Бұл бактерия туысы табиғатта кеңінен таралған: топырақта, теңіз және тұщы суқоймаларда. Алайда паразитизм жағдайында әрқашанда паразит-микроб және оның жемтігі тікелей байланысқа түсе бермейді. Мысалы, миксобактериялар ортаға литикалық ферменттер бөле отырып, саңырауқұлақ мицелийін лизиске ұшыратып, одан әрі ыдыраған мицелий компоненттерімен қоректеніп отырып, жедел дамиды.

*Микроорганизмдердің өсімдіктермен қарым-қатынасы.* Өсімдіктер қоршаған ортаға алуан түрлі органикалық қосылыстар бөлетіні белгілі, яғни қанттар, органикалық қышқылдар, нуклеотидтер, аминқышқылдар, витаминдер бөле отырып, микроорганизмдердің қоректенуі үшін жеңіл игерілетін субстрат болады. Соған орай, өсімдіктердің тамыр жүйесі мен жер бетіндегі мүшелерінде әрқашанда микроорганизмдер қоныстанған. Ризосфера микрофлорасы топырақтағы органикалық заттардың трансформациясына қатыса отырып, өсімдікті қажетті минералды және биологиялық белсенді элементтермен қамтамасыз етеді. Сонымен қатар ризосфера микроорганизмдері өсімдіктер үшін токсинді көптеген қосылыстарды ыдырата отырып, топырақты залалсыздандырады. Тамыр микрофлорасының аймақтарын ризоплан микрофлорасы– микроорганизмдер тамырдың бетінде тіршілік етеді, ризосфера микрофлорасы тамырмен жанасатын топырақты мекен ететін микроорганизмдер деп бөледі. Ризоплан мен ризосферада



микроорганизмдер саны өте көп және қарапайым топырақпен салыстырғанда олардың саны бірнеше есе артық болады. Ризоплан мен ризосферадағы микроорганизмдердің саны топырақ типіне, климаттық жағдайларға, өсімдік жамылғысының түріне және олардың даму сатыларына байланысты. Жас тамыр жүйесінің айналасында спора түзбейтін *Pseudomonas* туысының бактериялары мен кейбір микроскопиялық саңырауқұлақтар басым болады. Өсімдік гүлдену барысында оларды бациллалар, актиномицеттер, клетчатка ыдыратушы бактериялар алмастырады. Өсімдіктердің тамыр бөлінділері ризосфераның микробты бірлестігін қалыптастыруда селективті фактор болып табылады. Мысалы, бидай ризосферасында басты рөлді микобактериялар атқарады, ал беденің ризосферасында флюоресцирлеуші *Pseudomonas* бактерияларының туысы басым болады.

Бактериялар бөлетін көптеген көміртекті және басқа да минералды, органикалық қышқылдар өсімдіктер үшін қиын игерілетін қосылыстарды (фосфаттар, кальций, калий мен магний) ерітуге жағдай жасайды. Микроорганизмдер түзетін витаминдер (тиамин, В<sub>12</sub> витамині, пиридоксин, рибофлавин, пантотен қышқылы және т.б.) және өсу заттары (гиббереллин, гетероауксин) өсімдіктердің өсуіне күшейтуші әсер етеді. Ризосферадағы көптеген сапрофитті бактериялар фитопатогенді микробтарға қарсы антагонистер болып табылады және топырақ санитарлары қызметін атқарады.

Ризосферада жүретін заттар тасымалдануына қатысты микробиологиялық үрдістер нәтижесінде өсімдіктер қоректенуіне қажет суда еритін минералды элементтермен, ең алдымен азотпен қамтамасыз етеді. Өсімдіктердің азотпен қамтамасыз етілуінің басты жолы— *азотсіңіру*, азот көзі ретінде газ тәрізді молекулярлы азот қолданылады. Өсімдіктер молекулярлы азотты игере алмайды, оны бактериялар ғана игере алады. Азот сіңіруші бактериялар ауадан N<sub>2</sub> игере отырып, клеткаларға қажетті әр түрлі азоты бар қосылыстар түзеді. Бұл микроорганизмдер топырақтың өнімділігін арттырады және оларды зерттеуге үлкен көңіл бөлінуде. Азот сіңірушілер еркін тіршілік етуші (аэробтар мен анаэробтар) және селбесіп, яғни



бұршақ немесе бұршақ тұқымдас емес өсімдіктермен селбесіп тіршілік ететіндер деп бөлінеді.

С.Н.Виноградский алғаш рет еркін тіршілік етуші анаэробты азотфиксаторлардың (1893 ж.) таза культурасын бөліп алып, оларды Л.Пастердің құрметіне *Clostridium pasterinum* деп атаған. Кейінірек М.Бейеринк (1901 ж.) *Azotobacter chroococcum* – аэробты еркін тіршілік етуші азотфиксаторларды ашқан. Уақыт өте осы азотты сіңіру әр түрлі систематикалық топқа жататын (бактериялар, цианобактериялар, актиномицеттер) микробтарға да тән екені анықталды. Еркін тіршілік ететін азот сіңірушілер топырақты азотпен байыта отырып, өсімдіктерге әсер етеді.



Виноградский С.Н.  
(1856-1953)



Пастер Л.  
(1822-1895)



Бейеринк М.  
(1890-1931)



Воронин М.С.  
(1938-1938)



Гельригель Г.  
(1831-1895)

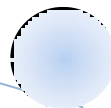


Кох Р.  
(1843-1910)



Геккель И.Я.  
(1790-1857)

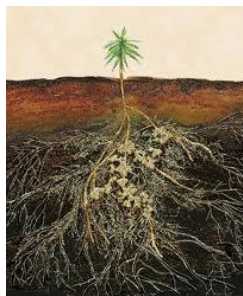
Бұршақ тұқымдас өсімдіктердің түйнек тамырларында бактериялар селбесіп тіршілік ететіндіктен, олар азотты сіңіруге қабілетті болады, сондықтан олар «түйнек бактериялар» деп аталады. Бактериялар мен өсімдіктер арасында симбиозды қатынастар қалыптасып, нәтижесінде бактериялар өсімдіктер түзетін органикалық заттармен қоректеніп, ал өсімдіктер бактериялар көмегімен азотты қосылыстарды сіңіреді. 1866 жылы М.С.Воронин түйнектерде болатын микроскопиялық денешік-



терді сипаттаған. Кейінірек Г.Гельригель мен Г.Вильфарт (1886-1888 жж.) түйнектер мен азотсіңірудің арасындағы байланысты анықтаған. 1888 жылы М.Бейеринк түйнек бактерияларының таза дақылдарын бөліп алған. Ол *Rhizobium* туысының бактериялары түйнектердің түзілуіне қатысып, азоттың сіңірілуіне жағдай жасайды. Көптеген зерттеушілер ағаш тектес және талды өсімдіктердің түйнектерінде азотсіңіруші актиномицеттер (көбінесе *Frankia* туысы), ал шөптесін өсімдіктерде бактериялар болатыны анықталған. Қазіргі кезде *Frankia* актиномицеттерімен бірге түйнек түзетін 20-ға жуық ағаш тектес және талды жабық тұқымды өсімдіктер туысы белгілі. Кейбір өсімдіктердің жапырақтарында да түйнектердің болатыны анықталған. Оларда молекулярлы азотты игеретін *Klebsiellатуысының* бактериялары болады.

Цианобактериялар таза культурада атмосфералық азотты сіңіре алады. Табиғатта олар саңырауқұлақтармен, мүктермен селбесіп тіршілік етеді. Кейбір жағдайларда симбионт-микроб өсімдік ұлпаларына (эндосимбиоз) енеді, ал басқаларытығыз бірігіп тіршілік етеді (эктосимбиоз).

Өсімдік тамырларымен саңырауқұлақтар да бірлестік құрып тіршілік етеді. Бұл *микориза* деп аталады. Микориза түзуші саңырауқұлақтар тамырға ене отырып, өсімдіктерден жай көмірсуларды алады. Саңырауқұлақтардың арқасында өсімдіктер сумен және минералды заттармен қамтамасыз етіледі. Өсімдіктердің сабақтары мен жапырақтарында дамидың микроорганизмдер *эпифитті* микрофлора деп аталады. Мұндай микроорганизмдер өсімдіктер бөлегін заттардың минималды мөлшерімен ғана қоректенеді. Сондықтан эпифитті микрофлора құрамы алуан түрлі емес.



Penicillium-spp



Mucor miehei

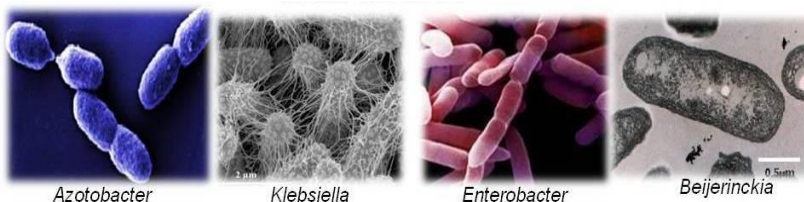


Fusarium species

100-сурет.  
Әр  
түрлісаңырауқұл  
ақ  
таңды мүнә

Эпифитті микрофлораның жалпы 80%-ын *Erwinia herbicola* бактериялары құрайды. Сандық жағынан екінші орында әр түрлі саңырауқұлақтар (*Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*) алады (100-сурет).

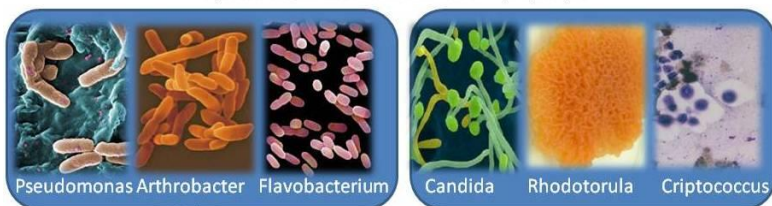
Эпифитті микрофлора вегетациялаушы өсімдіктерде азоттың жинақталуында маңызды рөл атқарады. Өсімдік бетінде тіршілік етуші 50-60% микрофлораны азотсіңіруші бактериялар (*Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Beijerinckia* және т.б.) құрайды (101-сурет).



101-сурет. Азотсіңіруші бактериялар

Тұқымның бетінде микрофлора алуан түрлі болады. Мысалы, 1г қара бидай тұқымында 2500 мың микроб клеткалары болса, бидай тұқымында – 1500 мың, күріштің тұқымында – 250 мың микроб клеткалары болады.

Тұқымның бетінде кездесетін микрофлора



спора түзбейтін бактериялар

ашытқы саңырауқұлақтары



саңырауқұлақтар



Тұқым микрофлорасының құрамында спора түзбейтін бактериялар (*Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium*), ашытқы саңырау-құлақтары (*Candida*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*), саңырауқұлақтар (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor*) болады. Тұқым бетінде микроорганизмдердің дамуы ылғалдылық пен температураға байланысты. Мысалы, 15-20<sup>0</sup>С пен 14,5-15% ылғалдылықта бидай тұқымында саңырауқұлақтар дамыса, ал 17,5-18% ылғалдылықта бактериялар дамиды.

Эпифитті микрофлора өсімдік ұлпаларының фитопатогенді микробтармен зақымдануына қарсы белгілі бір биологиялық кедергі болады.

*Фитопатогенді микроорганизмдер.* Барлық микроорганизмдер тобында өсімдіктерде ауру қоздырушылар болады. Фитопатогенді микробтардың ішінен бірінші орын алатын саңырауқұлақтар болып табылады, екінші орында – вирустар мен бактериялар, тек аз жағдайда ғана ауру қоздырушылар қатарына актиномицеттер жатады.

Көптеген фитопатогенді микроорганизмдер белсенді түрде гидролитикалық ферменттер (пектиназа, целлюлоза, протеаза және т.б.) түзіп, өсімдік ұлпаларында мацерация мен клетка қабықшасын бұзылуына әкеп соқтырады да, нәтижесінде қоздырушы клетка ішіне енеді. Фитопатогенді микробтар клетка ішіне ене отырып, фотосинтез бен тыныс алу сияқты маңызды физиологиялық үрдістердің жүруіне кедергі жасайды. Ауру қоздырушылар түзетін токсиндер өсімдік клеткаларындағы ферменттердің белсенділігін тежеп, соңында оның тіршілігін жоюына әкеп соқтырады.

Өсімдіктердің фитопатогенді микроорганизмдермен зақымдануының көзі болып топырақ, су және көптеген бунақденелілер саналады. Ең көп қауіп тудырушылар ауру өсімдіктер қалдығы мен зақымданған тұқым материалы болып табылады. Фитопатогенді микробтар тудыратын өсімдік аурулары алынатын өнімнің азаюына және өнімнің сапасының төмендеуіне әкеледі. Сондықтан да олармен қарсы күресу үшін антибиотикалық заттар қолданады.

*Микроорганизмдердің адаммен және жануарлармен қатынасы.* Эволюция процесі нәтижесінде микро- және макроорганизмдердің өзара бейімделуінің нәтижесінде адам мен



жануарлар микрофлорасы қалыптасты. Бұл микрофлоралардың сандық және сапалық құрамына көптеген факторлар, яғни жасы, жынысы, қоректену ерекшелігі, климат пен өмір сүру жағдайлары әсер етеді.

*Адам мен жануарлардың қалыпты микрофлорасы.* Адам мен жануарлардың организміне бейімделген әрі макроорганизмнің физиологиялық функцияларын бұзбайтын микроорганизмдер жиынтығын *қалыпты микрофлора* деп атайды.

Адам мен жануарлардың қалыпты микрофлорасын облигатты және факультативті деп бөледі. Облигатты микрофлораға организмде үнемі тіршілік ететін сапрофитті және шартты – патогенді микроорганизмдер жатады. Факультативті микрофлора кездейсоқ және уақытша болады. Ол қоршаған ортадан келіп түсетін микроорганизмдер түрімен анықталады және макроорганизмнің иммундық жүйесімен анықталады.

Адам мен жануарлардың ауыз қуысында бактериялардың басым көпшілігі тіс өңезінде шоғырланған. Мысалы, тіс өңезінің 1г құрғақ массасында 250 млн микроб клеткалары болады. Ауыз қуысының тұрақты мекен етушілеріне стрептококктар, лактобацилдер, коринебактериялар, бактериодтар, ашытқы саңырауқұлақтары, актиномицеттер, микоплазмалар жатады. Факультативті мекен етушілерге энтеробактериялар, споратүзуші бактериялар жатады. Ауыз қуысындағы микроорганизмдердің сандық және сапалық құрамына жағдай жасайтын сілекей болып табылады, ол антибактериалды белсенділікке ие әр түрлі ферменттер бөледі.

Адам қарынында микроорганизмдер мүлдем болмайды, ол қарындағы бактерицидтік әсері бар қарын сөлі мен қышқыл реакциясына байланысты. Егер қарында рН бейтарап немесе сілтілі жағдайға қарай патологиялық ауытқиса, онда қарында *Sarcina ventriculi*, *Bacillus subtilis* пен кейбір саңырауқұлақтар кездеседі.

Ащы ішекте салыстырмалы түрде бактериялар аз болады ( $10^2-10^3$ ), көбінесе аэробтар. Ал тоқ ішекте микробтар саны көп, 260 түр кездеседі, олар көбінесе факультативті және облигатты анаэробтар. Тәулігіне адамның организмінен  $17 \times 10^{12}$  бактериялар бөлініп шығады. Тоқ ішекте, көбінесе бактериодтар,



бифидобактериялар, фекальді стрептококк, ішек таяқшасы, сүт қышқыл бактериялар және т.б.тіршілік етеді. Осының ішінде соңғылары ішекте шіріткіш микрофлора мен кейбір патогенді микробтарға қарсы антагонистер болып табылады.

Қоршаған орта ауасынан шаң арқылы адам мен жануарлардың тыныс алу жолдарына көптеген микробтар келіп түседі. Танау қуысындағы эпителийдің қорғаныштық функциясы мен лизоцим мен муцинаның бактериоцидтік әсеріне байланысты көптеген микроорганизмдер ұсталып қалады. Бронхы мен өкпе альвеолдары залалсызданған. Тыныс алу жолының жоғарғы жолдарында үнемі стафилококтар, коринебактериялар, стрептококтар, бактероидтар, капсулалы грамтеріс бактериялар тіршілік етеді. Бактериялардан басқа вирустар мен аденовирустар болады. Егер организмнің иммундық жүйесі әлсіреген жағдайда шартты–патогенді микроорганизмдер саны артып, ангина, бронхит және пневмония ауруларына шалдығады.

Тері бетіне тер мен май бездерінен бөлінетін бөлінділер бактериялар үшін субстрат болып табылады. Адам бетінде, қолында, мұрында микроорганизмдер саны көп болады. Көбінесе сапрофитті – стафилококтар, бациллалар, микобактериялар, коринебактериялар және ашытқы саңырауқұлақтары болады. Тек 5% шартты-патогенді микробсары стафилококк табылады. Санитарлы-бактериологиялық талдау жасағанда *Escherichia coli* пайдаланады, бұл ортаның ластану дәрежесін көрсетеді.

Патогенді микроорганизмдер адамда, жануар мен өсімдіктерде ауру тудырады. Олардың басты ерекшелігі – жоғары сатылы организмдердің мүшелер мен ұлпаларында шоғырланып, инфекциялық үрдістер тудыруы.

#### **11.4. Микроорганизмдердің заттар айналымындағы рөлі**

Топырақ, өсімдік, жануарлар мен микроорганизмдер арасындағы заттардың айналымы биологиялық заттар айналымын құрайды, олар Жердегі тіршілікті қамтамасыз етеді. Өлі денелер микроорганизмдер көмегімен минерализацияланып (ыдырап),





пайда болатын элементтер қайтадан заттар айналымына оралады.

Биосфераның кез келген компонентінен органикалық және минералды заттардың қоры жасақталады. Олардың сақталу ұзақтығы қозғалыс жылдамдығы мен мөлшеріне байланысты. Соған орай резервті фонд – баяу қозғалатын заттардың үлкен массасы (қарашірік, торф, тау жыныстары, т.б.) және қозғалмалы фонд-көлемі бойынша аз алмасу үрдістеріне оңай түсетін масса (Одум, 1986). Қорлардың қалыптасуы мен олардың қолданылуы, ең алдымен микроорганизмдердің геохимиялық әрекеттеріне байланысты.

Микроорганизмдер көмегімен жүретін биогеохимиялық үрдістерді былай жіктейді:

1. Органикалық заттардың бейорганикалық қосылыстарға дейін минерализациялануы;

2. Бейорганикалық элементтердің клетка протоплазмасының органикалық заттарына айналуы;

3. Элементтерді энергия көзі ретінде қолдана отырып, тотығуы;

4. Энергетикалық метаболизммен байланысты болатын тотықсыздану;

5. Газ күйдегі элементтердің (фотосинтез,  $N_2$  фикациясы,  $H_2S$  тотығуы) газ емес элементтерге айналуы мен сіңірілуі;

6. Геологиялық шөгінділердің қалыптасуы. Рудалардың түзілуі (күкіртті, сульфидті, темір, марганецті), әк пен торф, т.б.

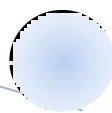
7. Ерімейтін заттарды ерітетін не оларды еріген күйде ұстап тұратын комплексті немесе органикалық хелатотүзуші қосылыстардың бөлінуі;

8. Микроб клеткаларына бейорганикалық заттардың Fe, Mn (шөгінділер) енуі;

9. Күкірт, көміртегі және басқа да элементтердің сульфат тотықтырушы, тионды және метантүзуші бактериялармен фракциялануы.

Биосферада элементтердің айналымында прокариоттардың басты рөл атқаруының себебі микроорганизмдердің санының көптігіне, олардың табиғатта кеңінен таралуына, кез келген заттарды ыдыратуға қабілеті бар микроб клеткаларының әмбебап ферментативті аппаратының болуына байланысты.





Көбінесе, субстраттағы белгілі бір затты физиологиялық функциялары жағынан ұқсас микроорганизмдер тобы өңдейді. Мұндай микроорганизмдер тобын *физиологиялық топ* деп атайды.

Биологиялық айналымға барлық химиялық элементтер атомы қатысады, әсіресе негізгі органогендер айналымдары, яғни көміртегі және азот, сонымен қатар тірі организмдер үшін маңызды фосфор, күкірт сияқты минералды элементтердің айналымы ерекше қызығушылық тудырады.

**Көміртегі мен оттегінің айналымы.** Көміртегі айналымы барлық биогеохимиялық циклдердің ішіндегі ең маңыздысы болып табылады. Көміртегі тірі организмдегі маңызды компоненттерге жатады, барлық органикалық құрғақ заттың 50% мөлшері осы көміртегінің үлесіне тиеді. Көміртегі айналымында көмірқышқыл газының алатын рөлі зор, ол ауа арқылы топырақ пен суқоймаларға келіп түседі.

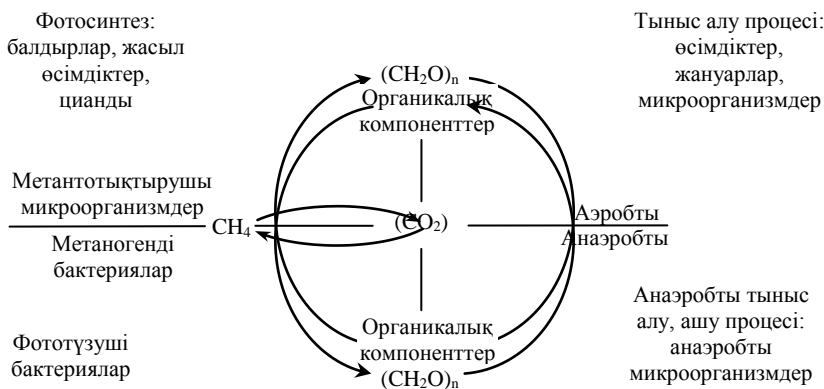
Биосфераның әрбір бөлігіндегі көміртегінің жалпы көлемі әр түрлі. Ең көп мөлшері мұхит пен тұнбаларда болғанымен, онда олар айналымға түспей, тек тау жыныстарының карбонаттары мен тотықсызданған органикалық компонент түрінде мұнай мен көмірде резервті фонд ретінде сақталады. Бұл фонд тірі организмдер қатысымен жасалады. Карбонаттарды балдырлар, коралдар және әктасты панцирі не қаңқасы бар жануарлар тұнбаға түсіреді. Көмір мен мұнай – микроорганизмдер көмегімен қиын ыдырайтын органикалық заттардан пайда болған өнім. Өсімдіктер мен жануарлардың өлген қалдықтарында да көміртегі біршама мөлшерде болады, алайда олар айналымға тек микроорганизмдер іс-әрекеті нәтижесінде ғана түседі. Атмосфера мен алғашқы продуценттердегі көміртек мөлшері азырақ болады, себебі олар алмасу үрдістеріне оңай түсетін қозғалмалы фондқа жатады.

Көміртегінің дүниежүзілік айналымы  $\text{CO}_2$  арқылы жүзеге асырылады және де оның айналымына өсімдіктер, жануарлар, микроорганизмдер қатысады, яғни биогеохимиялық айналымға биологиялық айналым үлкен үлес қосады.

Бұл айналым аэробты және анаэробты жағдайда жүреді. Аэробты жағдайда өсімдіктер мен оксигенді фототүзуші бактериялар  $\text{CO}_2$ -ні сіңіріп, органикалық қосылыстарға айналдырады.



Пайда болған органикалық заттарды жануарлар мен аэробты гетеротрофтар энергия ретінде пайдаланып, ақырында  $\text{CO}_2$  тыныс алудың соңғы өнімі ретінде атмосфераға қайта оралады. Анаэробты жағдайда көміртегі айналымына аноксигенді фототүзуші бактериялар мен анаэробты тыныс алу және ашу үрдісі арқылы энергияны алатын бактериялар қатысады (102-сурет).



102-

сурет. Көміртегінің биологиялық циклі және оған қатысатын организмдер

Органикалық заттар жануарлар мен аэробты микроорганизмдердің энергетикалық метаболизміне қатысып, одан соңғы өнім ретінде бөлініп шығатын  $\text{CO}_2$  атмосфераға қайта оралады. Анаэробты жағдайда  $\text{CO}_2$  аноксигенді фотосинтезді жүзеге асыратын бактериялар (гелиобактериялар, қоңыр, жасыл бактериялар) арқылы органикалық заттарға айналады. Органикалық заттарды анаэробты микроорганизмдер қолданып, анаэробты тыныс алу мен ашу үрдістерінде түзілген  $\text{CO}_2$  айналымға қайта оралады.

Көміртегі айналымындағы мөлшері жағынан ең аз компонентке метан жатады. Ол шығу тегіне қарай биогенді және биогенді емес (табиғи газ, көмір шахталары) деп бөлінеді. Оның жылдық өнімі  $1 \times 10^5$  г/жыл, оның 65%-ы биогенді, ал 45%-ы биогенді емес газ үлесіне тиеді. Биогенді метан - балшықтарда, тұщы өзен суының терең қабатында, ішек-қарын өзегінде



тіршілік ететін анаэробты метаногенді бактериялардың метаболизмінен шығатын өнім. Метаногенді бактериялар энергетикалық метаболизмінде  $\text{CO}_2$  электрон акцепторы ретінде қолдана отырып, метан түзеді. Метанды метантотықтырушы бактериялар пайдалану нәтижесінде  $\text{CO}_2$  қайта оралады. Олар топырақта, суда өте кең таралған.

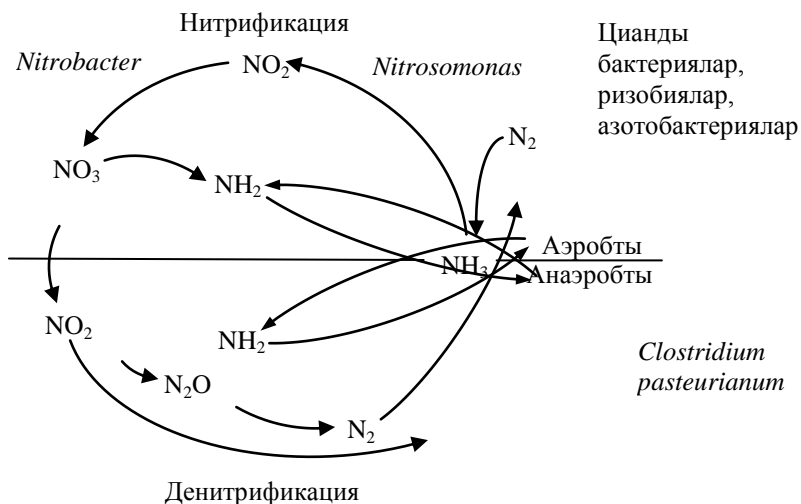
Оттектің айналымы көміртегі айналымымен тығыз байланысты. Оттек тіршілік үшін өте маңызды. Атмосферадағы оттектің мөлшері тұрақты деңгейде сақталуы өсімдіктерге байланысты. Олар оттекті фотосинтез барысында судың тотықсызданған оттегін молекулалы оттекке ( $\text{O}_2$ ) дейін тотықтырады.

**Азот айналымы.** Табиғаттағы азоттың негізгі қоры атмосфера мен литосфераның геохимиялық қорларында шоғырланған. Атмосферадағы газ тәрізді молекулалы азоттың мөлшері 75-80%-ды құрайды.

Алмасу үрдістеріне, ең алдымен атмосферадағы молекулалы азот қатысады. Молекулалы азот химиялық жағынан инертті және жоғары сатыдағы организмдер оны қолдана алмайды. Қоректену заттар ретінде олар, көбінесе байланысқан түрдегі азотты пайдаланады. Молекулярлы азоттың тірі организмдер қолдана алатын түрге айналуының екі жолы бар: 1-фотохимиялық сіңіру және еритін оксидтердің түзілуі; 2-биологиялық сіңіру. Газды разряд пен ультракүлгін сәулелер арқылы байланысатын молекулалы азоттың мөлшері өте аз, 0,5%-ға тең. Сондықтан да биологиялық сіңірудің маңызы зор, ол толығымен микроорганизмдер әрекетімен байланысты.

Азот айналымы өзара байланысты бірқатар үрдістерден тұрады: молекулярлы азоттың биологиялық сіңіруі, *аммонификация*, *нитрификация*, *денитрификация* (103-сурет).

Тірі организмдердің ішінен тек бактериялар ғана молекулалы азотты сіңіруге қабілетті. Бактериялардың азотты сіңіруін екіге бөледі: симбиозды және симбиозды емес. Симбиозды емес азот сіңіруін еркін тіршілік ететін аэробты және анаэробты бактериялар жүзеге асырады. Аэробты белсенді түрлер *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Azospirillum* туысына жатады.



103-сурет. Азоттың биологиялық айналымының сызбанұсқасы

Олардың негізгі тіршілік ету ортасы- топырақ және өсімдік ризосферасы. Анаэробты азот сіңіруін суқоймаларда аноксигенді фотосинтездеуші бактериялар, ал топырақта анаэробты клостридиялар - *Clostridium pasteurianum* жүзеге асырады. Негізгі симбиозды азотсіңірушілерге *Rhizobium* туысының бактериялары жатады, олар бұршақ тұқымдас өсімдіктермен селбесіп тіршілік етеді. Азоттың көп мөлшері (60%) жер беті экожүйесінде шоғырланған: жайылымдық, орман және шөлейт жерлерде, су экожүйесінде 40% молекулярлы азот сіңіріледі.





Трофикалық тізбек арқылы органикалық азот жануарларға беріледі. Жануарлар тіршілік барысында азотты аммиак (омыртқасыздар), несеп қышқылы және зәр (омыртқалылар) түрінде бөледі, оларды уробактериялар ыдыратады. Ал азоттың көп мөлшері тек өсімдік пен жануарлар өлгеннен соң бөлінеді. Өлі органика көптеген амминификациялаушы микроорганизмдер көмегімен деградацияланады.

Азоты бар органикалық заттарды микроорганизмдер минерализациялап, аммиакқа дейін ыдыратады. Бұл процестер *аммонификация* деп аталады. Оларды әр түрлі микроорганизмдер тобы жүзеге асырады. Микроорганизмдер тіршілігі барысында органикалық азот қосылыстарының көп мөлшері қарашірік күйінде топырақта сақталады. Аммонификация үрдісі нәтижесінде планета өсімдік, жануарлар және микроорганизмдер қалдықтарынан тазартылады.

Азоттың өзгеруінің келесі бір маңызды сатысына *нитрификация* жатады. Мұнда аммиак нитратқа айналады. Нитрификация үрдісін екі арнайы хемолитоавтотрофты нитрификациялаушы бактериялар тобы жүзеге асырады. *Nitrosomonas Nitrosococcus* туысына жататын бактериялар аммиакты нитритке дейін, ал *Nitrobacter* туысының бактериялары нитритті нитратқа дейін тотықтырады.

*Денитрификация* – нитриттер мен нитраттардың молекулярлы азотқа дейін тотықсыздануы, бұл азот айналымындағы экологиялық маңызды үрдіс. Денитрификацияны көптеген бактериялар жүзеге асырады. Денитрификация үрдісі кезінде нитрат молекулярлы азотқа айналады да, молекулалы азот қайтадан атмосфераға оралады.

Сонымен, азоттың атмосфера, гидро- және литосфера арасындағы трансформациясы молекулярлы азот арқылы жүреді. Азоттың топырақ және су компоненттері арасындағы тасымалдануы органикалық азот, аммоний ионы мен нитрат арқылы жүреді. Алайда молекулярлы азоттың тек 3%-ы ғана биологиялық айналымға қатысқанымен, экологиялық тұрғыда оның микроорганизмдер, өсімдіктер және жануарлар үшін маңызы зор.

**Күкірт айналымы.** Күкірт - бұл валенттілігі ауыспалы (-2-ден +6-ға дейін), табиғатта бос күйінде ( $S^0$ ) және байланысқан



түрде кездесетін элемент. Табиғи күкірт тұрақты изотоптардың қоспасы кең таралғаны:  $S^{32}$  және  $S^{34}$ . Органикалық қосылыстар құрамына енетіндіктен (аминқышқылы, белок, витаминдер, гликозидтер), күкірт тірі организмдер үшін маңызды. Күкірттің табиғатта таралуы атмосфера не тау жыныстарының шаймалдануы арқылы жүреді. Атмосферада күкірт  $SO_2$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2S$  түрінде болады. Олар атмосфераға жанартаулардың атқылауы-нан, жанар майларды жағудан және өнеркәсіптерден келіп түседі.  $SO_2$  түзілуіне бактериялар қатыспайды, ал күкірттің тотықсыздануы толық микробиологиялық жолмен жүреді. Күкіртті сутектің 90%-ы шіріткіш микроорганизмдер көмегімен түзіледі. Газ тәрізді күкірттің биосферадағы заттар айналымында маңызды орын алады.

Күкірт айналымы тотығу және тотықсыздану үрдістерінен тұрады (104-сурет).

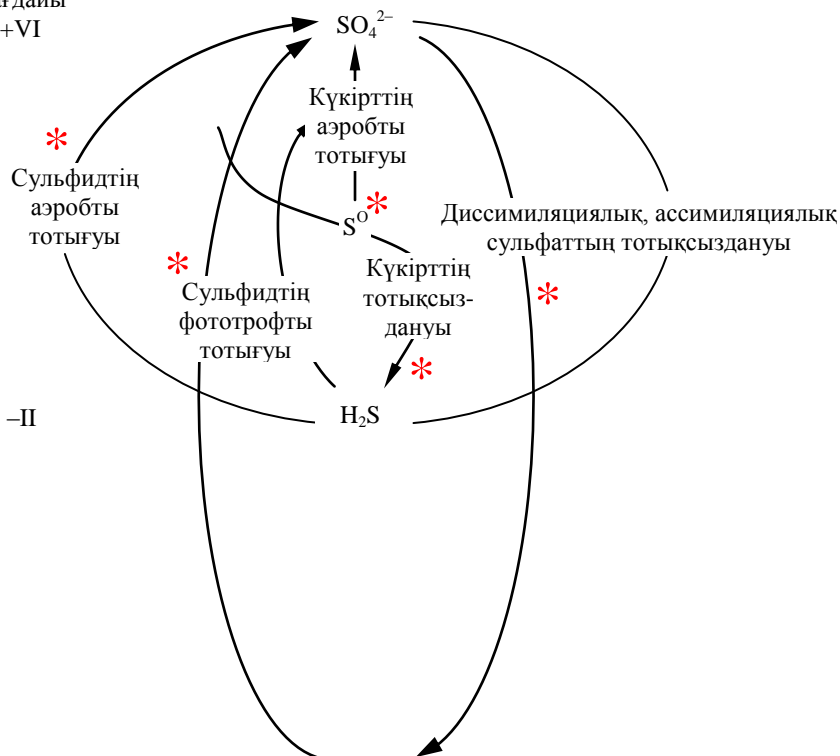
Өсімдіктердің, жануарлардың және микроорганизмдердің органикалық қалдықтары күкірті бар қосылыстарға өте бай. Күкірттің органикалық қосылыстарының минерализациялануын протеолитикалық қасиетке ие гетеротрофты микроорганизмдер жүзеге асырады. Олардың ішіндегі ең белсенділері *Proteus*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, т.б. және мицелиалды саңырауқұлақтар жатады. Аэробты жағдайда белоктар минерализацияланған жағдайда тек қана  $H_2S$  бөлініп қоймай, сонымен бірге молекулярлы азот пен сульфаттар, ал анаэробты жағдайда  $H_2S$ -пен қатар меркаптан типтес ұшқыш қосылыстар түзіледі.

Органикалық қосылыстардың минерализациялануы кезінде күкірттің жартысы игеріліп, микроорганизмдер цитоплазмасымен байланысады. Осылайша, күкірттің бекіну үрдісі *иммобилизация* деп аталады. Микроорганизмдер бейорганикалық күкірт қосылыстары ретінде молекулярлы күкіртті, сульфаттарды, сульфиттерді қолданады, ал олар өз алдына электрон доноры не акцепторлар ретінде энергия алуда жұмсалады.

Күкірт қосылыстарының трансформациясының тотығу кезендері, күкіртсутектің, элементарлы күкірттің және де бірқатар тотығып үлгермеген күкірт қосылыстарының тотығуы *сульфофикация* деп аталады. Бұл үрдісті арнайы автотрофты микроорганизмдер тобы жүргізеді: аэробты жағдайда – түссіз

күкірт бактериялары мен тионды бактериялары, анаэробты жағдайда – фотосинтездеуші қошқыл күкірт бактериялары мен жасыл бактериялар. Түссіз күкірт бактериялары суқоймаларда тіршілік етіп,  $H_2S$  элементарлы күкіртке дейін тотықтырады да клеткада қор заттары ретінде жинақтайды.

Редокс жағдайы +VI



104-сурет. Күкірттіңбиологиялықциклініңсызбанұсқасы

\* – айналымныңкілттіреакциялары

Күкірт бактерияларына қарағанда тионды бактериялар күкіртті сутектің молекуласын, күкіртті, мсульфидтерді, тиосульфатты және тетраионатты тотықтыра отырып, күкіртті клеткадан тыс ортада жинақтайды. Бактериялар тотығу үрдісі кезінде алған энергияны көмірқышқыл газынан органикалық





заттар түзу үшін қолданады. Сутегі акцепторы ретінде молекулярлы оттегі қолданылса, ал анаэробты жағдайда нитрат қолданылады. Фотосинтездеуші қошқыл күкірт бактериялары мен жасыл бактериялар анаэробты суқоймаларда тіршілік ете отырып, фотосинтез үрдісі кезінде күкіртсутекті тотықтыра отырып, анаэробты циклді аяқтайды.

Тотығу үрдісі нәтижесінде түзілген сульфатты микроорганизмдер мен өсімдіктер ыдыратып, сульфгидрилді SH-тобы ретінде клетка белогына айналып, трофикалық тізбек арқылы жануарлар организмне енеді. Өсімдіктер мен жануарлардың өлі қалдықтарындағы белок минерализация және сульфатредукция үрдісі нәтижесінде  $H_2S$  айналады.

*Сульфаттотықсыздану* (десульфофикация) – сульфаттар мен сульфидтердің күкіртті сутекке дейін тотықсыздануы, ол анаэробты жағдайда микроорганизмдер көмегімен жүзеге асады. Бұл кезде микроорганизмдер соңғы электрон акцепторлары ретінде сульфаттар мен сульфидтерді қолдана отырып,  $H_2S$  дейін тотықсыздандырады. Жер астындағы құбырлардың 50%-ы болатын коррозиялар осы бактериялар тобына байланысты екені анықталды.  $H_2S$ -тің топырақта, суқоймаларда көп мөлшерде жиналуы тірі организмдерге токсинді әсер етіп, олардың өлуіне әкеледі. Бірақ та сульфаттотықтыру үрдісі сульфид рудалары мен күкірт кен орындарында маңызды рөл атқарады.

**Фосфор айналымы.** Фосфор жеңіл тотығады әрі табиғатта бос күйінде кездеспейді. Табиғи субстраттарда ол фосфор қышқылының эфирі не тұздар күйінде, ал Жер қабығында минерал түрінде кездеседі. Фосфордың негізгі көзі топырақ пен жауын-шашындар болып табылады.

Фосфор көміртегі мен азот сияқты тірі организмдер үшін қажетті маңызды элементтер қатарына жатады. Ол фосфолипидтер, АҮФ, нуклеин қышқылы мен клетка үшін маңызды макромолекулалар құрамында болады.



105-сурет. Фосфор айналымы

Тірі клеткадағы С:N:P арақатынасы 106:16:1, яғни Либих заңы бойынша фосфор шектеуші факторға жатады. Оған қоса көптеген фосфордың минералды қосылыстары нашар ериді. Сондықтан микроорганизмдер мен өсімдіктердің өсуі фосформен бақыланады. Фосфордың мобилизациялануында микроорганизмдердің маңызы зор. Олар фосфордың органикалық қосылыстарын бейорганикалық түріне айналдырады және олардың ерігіштігін жоғарылатады (105-сурет).

Органикалық және бейорганикалық түрдегі фосфор балшықтар мен қарашіріктер бөлшектерінде адсорбцияланады. Сондықтан да фосфордың мобилизация және иммобилизация үрдістері экожүйедегі биологиялық компоненттерді қалпында ұстап тұруда үлкен қызмет атқарады.

Соңғы кездегі мәліметтер бойынша, топырақта 1% органикалық фосфор фосфолипидті фракцияда, 5-10% нуклеин қышқылы немесе ыдыраған өнімдерде нуклеотид пен олигонуклеотидтер және 60% полифосфат фракциясы түрінде кездеседі.

Топырақтағы орғанофосфаттардың ыдырауы (нуклеотид, нуклеин қышқылы, фосфолипидтер) фосфотаза, нуклеаза және фосфолипаза белсенділікке ие микроорганизмдер көмегімен ферментативті жолмен жүреді.

Топырақтағы фосфоорганикалық қосылыстардың минерализациялану үрдісіне әр түрлі микроорганизмдер



катысады: *Pseudomonas*, *Bacillus* туысына жататын бактериялар мен кейбір актиномицеттер, саңырауқұлақтар, ашытқы саңырауқұлақтары. Бейорганикалық фосфордың негізгі бөлігі тау жыныстарын түзуші минералдардың құрамына кірсе, кейде топырақ пен суда ерімейтін кальций, алюминий, темір фосфаттары түрінде болады. Бұл қосылыстарды өсімдіктер игере алмайды. Алайда кейбір микроорганизмдер ерімейтін түрдегі қосылыстарды еритін түрге айналдыра алады. Оларға: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcist* туысының бактериялары мен актиномицеттер және саңырауқұлақтары жатады. Микроорганизмдер ерімейтін фосфор қосылыстарын еритін түрге айналдыру кезінде органикалық және минералды қышқылдар түзеді де, оларды қарапайым құмырсқа, сірке, сүт, майлы қышқылдарға және күрделі гумин қышқылдарына дейін айналдырады. Олар жалпы минералдардан фосфорды шаймалдауға қабілетті.

Минералды қышқылдардан, көбінесе көмір қышқылы түзіледі. Ол әлсіз қышқыл болса да фосфаттарды ерітеді. Нитрификациялаушы және тионды бактериялар түзетін азот және күкірт қышқылдары күшті қышқыл болғандықтан, ерімейтін кальций фосфатын белсенді түрде еритін қосылыстарға айналдырады.

Еритін фосфаттарды микроорганизмдер қолданады, өсімдіктер игереді, жартылай теңіз бен мұхит суларына шайылады.

**Темір миграциясы.** Темір мөлшеріне қарай Жер қыртысындағы төртінші элемент болып саналады. Ол ауыспалы валентті металл, оның геохимиялық үрдістер мен тіршіліктегі алатын орны зор. Аз мөлшерде (0,01%) темір кезкелген тірі организмге қажет, себебі ол тіршілік ету үшін маңызды клетка компоненттеріне кіреді: каталаза, пероксидаза, цитохром, гемоглобин және леггемоглобин. Көптеген органикалық қосылыстар – аминқышқылдары, оксиқышқылдар, спирттер темірмен қосылып, хелатты жүйелер түзеді. Биологиялық маңызды реакцияларға  $Fe^{2+}$  мен  $Fe^{3+}$  бір-біріне ауысуы ( $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$ ) жатады. Бұл реакциялармен цитохромдардың және темір-күкіртті протеиндердің белсенділіктері байланысты.

Суда анаэробты жағдайда карбонаттың мөлшеріне байланысты бос  $Fe^{2+}$  тірі организмдерге жеткілікті 0,1–1 М



аралығында болады. Кейбір жағдайда (сульфиді бар және оттегі көп бейтарап рН-та) темір  $\text{FeS}$  немесе  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  түрінде тұнбаға түседі. Ол тірі организмдерге жарамсыз. Сондықтан да аэробты бактериялар арнайы, сидорофорлар деп аталатын өнім түзеді.

Топырақта темір әр түрлі органикалық және бейорганикалық қосылыстар түрінде кездеседі. Ол минералдар құрамында болады; қарашірікпен күрделі комплекстер түзеді; лигнин және белоктармен әсерлесіп, күрделі қосылыстар түзіп, топырақтың физикалық-химиялық қасиеттеріне әсер етеді.

Топырақтағы темірдің миграциясына қоршаған ортаның рН мәні үлкен әсер етеді, сонымен қатар темірдің қозғалуын тотығу-тотықсыздану үрдістері өзгертеді. Темір қосылыстарының тасымалдану үрдістеріне темір бактериялары мен көптеген микроорганизмдер қатысады.

Темір бактериялары өте кең таралған, олар маңызды геохимиялық әрекеттері арқылы тек темір ғана емес, сонымен қатар марганецті тотықтырушы катализаторлар болып табылады. Сонымен қатар олар клетка бетінде осы элементтерді  $10^{-6}$  М мөлшерінде болғанда ғана тотықтырады және химиялық тотығу болмайды. Темір мен марганецтің биогенді тотығу жылдамдығы химиялық тотығудан бірнеше есе артық. Темір бактериялары түзетін марганец пен темір суқоймаларға түскен бойда бірден тотығып, марганецті немесе темірлі микроаймақтар немесе темір - марганецті рудалар түзіледі.

Сонымен, темір бактерияларының басты қызметі геологиялық агенттер ретінде олар темір рудаларының қалыптасуына қатысады.

## 11.5 Микроорганизмдердің трофикалық тізбектегі орны

Қоректік тізбек концепциясын 1927 жылы Ч.Элтон ұсынған, оның негізгі мәні – биологиялық бірлестіктің мүшелері арасында қоректік заттар мен энергия алу үрдісі кезінде өзара тығыз байланыс тудыруында. Экожүйеге энергия күн сәулесі түрінде енеді және оны алғашқы продуценттер, фототүзуші организмдер (өсімдіктер, балдырлар, бактериялар) тотыққан түрдегі көміртекті ( $\text{CO}_2$ ) тотықсызданған түрдегі органикалық қосылыстарға айналдыру үшін пайдаланады. Сондықтан да



фотосинтездеуші организмдер органика-лық заттарды сыртқы ортадан алмайды, олар өздері күн сәулесінің энергиясы арқылы түзе алады.

Жарық түспейтін жерлерде қоректік тізбектің негізін хемолитотрофты микро-организмдер құрайды. Олар сыртқы энергияны мұхит түбінің 3000 м, гидротермалды сулар мен газдардың ( $H_2S$ ,  $H_2$ ) шығатын жерлерінен алады. Алғашқы продуценттер энергияның жартысын өздері қолданса, қалған бөлігін тыныс алу кезінде жылу түрінде шығарады. Алғашқы продуценттер алғашқы консументтерге (шөп қоректі жануарлар), ал соңғылары өз алдына екінші реттік консументтерге жемтік болады. Осылайша, қоректік энергияның бірқатар организмдер арқылы берілуін қоректік тізбек деп атайды. Қоректік тізбектің екі түрі бар: жайылымдық және детритті.

Жайылымдық тізбек күн энергиясын сіңіретін автотрофты организмдер мен бейорганикалық қосылыстардың энергиясын пайдаланатын хемолитотрофты бактериялардан басталады. Тізбектің басында органикалық заттар түзуші бастапқы организмдер тұрса, одан әрі қоректік энергия шөпқоректілерге беріледі. Бірлестіктердегі организмдер трофикалық тізбекте белгілі бір орын алады және де иерархиялық трофикалық деңгей құрады. Барлық алғашқы продуценттер бірінші трофикалық деңгейді құрса, ал қалған бірінші реттік консументтер екінші трофикалық деңгейді құрады. Энергия бір бағытта трофикалық деңгей бойымен таралады, сондықтан да тыныс алу кезінде жоғалуына байланысты әрбір алынатын немесе берілетін энергия мөлшері азайып отырады, соған орай биомасса мен особтар саны азаяды. Осы сипатталған жайылымдық тізбек детритті тізбекпен тығыз байланысты. Детрит терминімен табиғи жағдайда әр түрлі себеп салдарынан болатын жағдай-ларға байланысты жануарлар мен өсімдіктер қалдықтарының өлі дене бөліктерінің механикалық бұзылуға немесе желденуге ұшырауына байланысты пайда болатын өнімдерді сипаттайды.

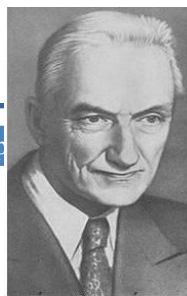


Чарльз Элтон (1900–1991)

Сонымен қатар детриттерге еріген органикалық заттар: өсімдіктер мен жануарлардың бөліп шығаратын заттары, өлген ұлпалардың ыдырау өнімдері, экожүйеге сырттан келіп түсетін аллохтонды органикалық заттар жатады. Осылардың деструктивті қызметіне байланысты химиялық заттар мен элементтер экожүйеден шықпайды және де қайтадан жайылымдық қоректік тізбекке түсіп отырады.

**Микробты сукцессия.** Сукцессия деп биоценоздағы бірлестіктердің (фито-, зоо-, микробиоценоздар) тіршілік әрекеті нәтижесінде популяцияның алмасуын айтады.

Кез келген тірі организмдер бірлестіктері өздерінің тіршілік барысында мекен ету ортасын, қоректену ресурстарын алмастырып отырады. Нәтижесінде физикалық-химиялық жағдайлары өзгереді. Олардың жаңа игерген орталарындағы бұрынғы бірлестіктер ығыстырылады.



Леонтий Григорьевич  
Раменский  
(1884—1953)

Сукцессияның негізгі екі типі белгілі – *экожүйелі* және *деструктивті*. Экожүйелі сукцессияның бастапқы сатысында бірлестіктер тұрақты болмайды, түрлердің алуандылығы мен биохимиялық реакциялары төмен болады. Соңғы сатыда алуан түрлі түрлері бар ересек климаксті бірлестіктер қалыптасады.

Деструктивті сукцессия экожүйедегі органикалық заттардың ыдырауымен байланысты. Деструктивті сукцессия ортадағы экожүйелік сукцессия органикалық заттарға байыған жағдайда көрінеді. Ол экожүйеге органикалық заттар әр түрлі әдіспен түскен жағдайда қалыптасады: табиғи, антропогенді, жасанды. Бұл екі сукцессия түрлері өзара байланысты. Ол мекен ету ортасы мен сукцессия орнына байланысты екенін анықтап, Л.Г.Раменский 1938 жылы өсімдіктер популяциясына қатысты адаптацияның 3 стратегиясын жасақтаған: г-, К, L- іріктеу (сұрыпталу).



*r-тіршілік стратегиясы* (r – сұрып-тау). Мұндай типтің стратегиясы тұрақсыз болады. Ол жылдам өсумен, жоғары жылдам-дықпен және өнімділікпен ерекшеленеді. Бұл кезде олардың бәсекеге түсу дәрежелері төмен болғандықтан, осы сатыны *эксплуатация* сатысы деп атайды.

*K-тіршілік стратегиясы* (K-сұрыптау). Мұндай стратегияға жататын организмдер баяу өседі, өнімділік-тері онша жоғары емес. Олардың бәсекелесу дәрежелері жоғары және ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді болуына байланысты бұл сукцессия сатысын *климакс* стадиясы деп атайды. Популяция саны тұрақты болғандықтан, бұл сатыны кейде қаныққан сұрыптау деп те атайды.

*L-тіршілік стратегиясы* (L-сұрыптау). Бұл тип сұрыптауы қолайсыз жағдайларда жүреді. Организмдер стрестерге төзімді, экстремалды жағдайларда тіршілік етіп, тұрақсыз ортада доминантты болады. Соңғы қасиеті жағынан олар r-сұрыптауға ұқсас, алайда олар токсинді заттар ыдырауы кезінде тіршіліктерін сақтап, тұрақты дәрежелерін ұстап тұрады.

Экожүйелі сукцессияда микроорганизмдер ортаның алғашқы мекен етушілері болып табылады. Алғашқы автотрофты сукцессия цианобактериалды бірлестіктерден басталса, гетеротрофты сукцессия заттарда тірі организмдердің бірлестіктерінің қалыптасуынан басталады. 1924 жылы А.Бенинг су асты заттарда тіршілік ететін организмдер бірлестіктерін перифитондар деп атаған. Олар судағы заттардың бетін ең бірінші мекендеген бактериялар болып саналады, олардың максимум саны 16–20 тәулікте жоғары деңгейге жетеді. Сонымен қатар ішек микрофлорасының микробты сукцессиясы жақсы зерттелген. Жаңа туған сәбидің ішек-қарын жолы заласызданған түрде болады, ең алғашқы болып мекендейтін бактерияларға анасының сүті арқылы бифидобактериялар қалыптасады. Адам есейген сайын оның ішек микрофлорасының құрамы өзгеріске ұшырайды, анаэробты стрептококктар мен бактериодтар саны көбейеді.

Деструктивті сукцессияға мысал ретінде жер бетіндегі өсімдіктер қалдықтарының деградациясы жатады.

**Орман төсенішінің сукцессиясы.** Осындай жамылғының қалыптасуына көптеген микроорганизмдер қатысады.





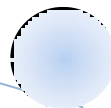
Оларға микромицеттер жатады. Қоректік қажеттіліктеріне байланысты саңырауқұлақтар 3 функционалды топқа бөлінеді: 1-қарапайым қанттарды қолданатын саңырауқұлақтар немесе қантты саңырауқұлақтар; 2-гемицеллюлозаны, пектинді, целлюлозаны, хитин мен кератинді ыдыратуға қабілеті бар гидролитикалық белсенділікке ие саңырауқұлақтар; 3-лигнин ыдыратушы бактериялар. Сонымен, саңырауқұлақтар популяциясының өсімдіктер төсенішіндегі орналасу реті: эпифиттер - тез өсуші целлюлоза ыдыратушылар—«қантты» саңырауқұлақтар - баяу өсетін целлюлоза ыдыратушылар мен пектин ыдыратушылар – лигнин ыдыратушылар. Егер де жерге түскен жапырақтарда факультативті патогендер басым болса, онда мынандай түрдегі алмасулар жүреді: факультативті патогендер – «қантты» саңырауқұлақтар – лигнин ыдыратушылар. Ормандағы жаңа түскен жапырақтар бірнеше айдан соң орман төсеніштеріне айналады да, қабаттар пайда болады. Олар тік қабаттарға бөлінеді. Осы қабаттарды латын әріптерімен белгілейді: жоғары қабат L-түскен жапырақтар; ортаңғы F – ферментативті, мұнда қалдықтар белсенді түрде ыдырайды; төменгі H – қарашірікті.

*L – қабат* өсімдік қалдықтарынан тұрады, мұнда микроорганизмдер саны мен түрлері алуан түрлі. Эпифитті микроорганизмдер басым болады: микромицеттер, макромицеттер, нематодтар, коллембулалар, панцирлі кенелер. Осы қабатта қарапайым көмірсулар, белоктар, пектиндер ыдырайды.

*F – қабат.* Жапырақ массаларынан тұрады. Бұл қабатта базидиалды және жетілмеген саңырауқұлақтар, бактериялар мен ашытқы саңырауқұлақтар басым болады. Мұнда органикалық заттар мен қарашірікті заттардың түзілуі жүреді.

*H – қабат* (қарашірікті). Механикалық құрамы жағынан біртекті, аморфты массадан тұратын қабат. Микроорганизмдер саны аз. Олар –споралы бактериялар, целлюлоза және лигнин ыдыратушы саңырауқұлақтар.

**Шөптесін өсімдіктердегі сукцессия.** Оны далалық киіз деп атайды. Сукцессия орман жамылғы қалдықтары сияқты эпифитті микроорганизмдерден басталады. Ең бірінші болып споралары төмен ылғалдылықта өсетін саңырауқұлақтар мекен етеді. Одан соң жоғары ылғалдылықта дамиды саңырау-



құлақтар дамиды. Одан соң қалталы және жетілмеген саңырауқұлақтар дамиды. Шөптесін өсімдіктер сукцессиясында лигнин ыдыратушы базидиалды саңырауқұлақтар болмайды.

Жануарлар текті субстраттардағы сукцессия. Онда фекалды пиллеттер, шөпкөректі жануарлар шымтезегі, мүйіз, тұяқ түріндегі кератиндер болады.

Фекалды пиллеталарда саңырауқұлақтар, одан соң жетілмеген саңырауқұлақтармен, аскомицеттерменкейін базидиомицеттермен алмастырылады. Шымтезекте микроорганизмдер жақсы өседі, онда ішек-қарын өзегіндегі бактериялар мен топырақ микроорганизмдері өседі. Ондағы сапрофитті саңырауқұлақтарды копрофилдер деп атайды. Олардың ішінен бірінші болып мукор саңырауқұлақтары өседі.

## Глоссарий

**Биохимиялық айналым** – тіршілікпен тығыз байланысты, негізінен көміртек, су, азот, фосфор, күкірт және биогенді катиондар сияқты химиялық заттардың алмасуы циклдерінен тұратын биологиялық айналымның бөлігі.

**Биокосты зат** – бір мезгілде атмосферадан тірі организмдермен және өлі табиғаттың әсерінен пайда болады, әр жүйенің динамикалық тепе-теңдігін көрсетеді (топырақ, үрлену қабыршақ, табиғи су, бұлардың қасиеттері жер бетіндегі тіршіліктің әрекеттерімен байланысты).

**Биом** – табиғи климаттық зона шегіндегі біріккен экожүйелер (тундра, тайга, дала, шөл дала, тропиктік ылғалды орман).

**Биосфера** – жер планетасының тірі организмдер жайылатын бөлігі, еңүлкен экожүйе.

**Биота** – қандай да бір нақты аумақта мекендейтін тірі организмдердің (өсімдіктедің, жануарлар мен микроорганизмдердің) тарихи қалыптасқан жиынтығы.

**Биотикалық(биологиялық) айналым** – экожүйедегі органикалық заттектердің синтезі мен ыдырауына сүйенген биогенді элементтердің айналымы.



**Биотикалық фактор** – бір организм тіршілігінің екінші организм тіршілігіне сондай-ақ өлі мекен ортасына тигізетін әсер ықпалының жиынтығы.

**Биотоп** – экологиялық көзқарастан бірқалыпты, бірбиоценозбен мекендеген жер бетінің бөлшегі (аумақ немесе акватории).

**Биоценоз** – биотопты мекендейтін продуценттердің, консументтердің және редуценттердің қауымдастығы, яғни осы тірі экологиялық құрауыштардың нақты тепе-теңдігімен сипатталатын жүйелі жиынтық.

**Гидросфера** – құрлықтағы (тереңдегі, топырақтағы, жер бетіндегі), мұхиттағы және атмосферадағы, яғни жер шарындағы барлық сулардың жиынтығы.

**Гумус** (қарашірік жиынтығы) – крахмал, целлюлоза, белок қосылыстарын ыдырататын микроорганизмдер әсерінен пайда болған өсімдіктекті мен жануартекті қалдықтар.

**Демэкология** – экологияның бір бөлігі, популяцияның ортамен тікелей және кері байланыстары мен ішкі популяциялық процестерін қарастырады.

**Детрит** – су ортасындағы органикалық тұнба мен организмдердің қалдықтары.

**Тірі зат** –В.И.Вернадский бойынша, қазіргі биосферадағы барлық тірі ағзалардың жиынтығы.

**Экология заңы** (Б.Коммонер): 1. Бәрі барлығымен байланысты. 2. Бәрі де бір жаққа жойылуы тиіс. 3. Табиғат бізден артық біледі. 4. Ештеңе құрдан – құр істелмейді.

**Конкуренция** –әрбір түр басқа бір тіршілік түріне кері әсерін көрсетеді, әрбір тіршілік түрі қорек үшін күрес жүргізеді. Мысалы: тағам, жататын орын, және т.б.

**Комменсализм** – организмдердің қарым-қатынасы бір-біріне зақым келтірмей екі түрдің бірі екіншіден пайда көру жағдайы.

**Консумент** – бұлар гетеротрофты организмдер продуценттер немесе басқа консументтер өндірген органикалық заттектерді қорек көзі ретінде пайдаланатын, оларды жаңа түрге трансформациялайтын организмдер.

**Қостық зат** (тірі емес заттар) – олардың түзілуіне биосферадағы тірі организмдердің қатынасы жоқ.



**Литосфера** – Жердің қатты бөлігінің сыртқы қабығы, ол біртін- деп заттектердің беріктілігі азаятын суларға өтеді және оның құрамына Жер қыртысы мен Жердің беткі мантиясы кіреді.

**Мутуализм** – организмдер арасындағы қарым-қатынастың басқа түрлерінің ішінде жұртқа жақсы таныс болып, организмдер арасындағы тиімді қатынас.

**Нейтрализм** – жалпы бір жерде мекендейтін бірнеше түрлердің бір-біріне байланыссыз қарым-қатынаста болуы.

**Паразитизм** – әр түрлі организмдер арасындағы арақатынас түрі. Организмдердің біреуі (паразит) екіншісінің (иесі) есебінен қоректенеді.

**Патоген**– организмде патологиялық жүйе туғызатын агент.

**Биомасса пирамидасы** – продуценттер мен консументтердің арасындағы қатысты биомассалары бірлігімен график арқылы суреттеу.

**Ноосфера** – биосфераның дамуының ең жоғарғы сатысы – «сана сферасы», мұнда негізгі дамуды анықтайтын фактор – саналы адам әрекеті.

**Сандық пирамида** – (сандық көрсеткіш) продуценттер мен консументтердің арасындағы әртүрлі сатылық қатынастарды график арқылы суреттеу, особьтардың (түрлердің) саны арқылы көрсетіледі.

**Экологиялық пирамида** – продуценттер мен консументтердің арасындағы әртүрлі сатылық қатынастарды график арқылы суреттеу, биомассалық бірлікпен көрсетіледі (биомасса пирамидасы), особьтар саны (сандық пирамида) ие болмаса тіршіліктің массасындағы энергия (энергия пирамидасы).

**Энергия пирамидасы** – продуценттер мен консументтердің арасындағы әртүрлі сатылық қатынастарды график арқылы суреттеу, тіршіліктердің массасының энергиялық бірлік көрсеткіші арқылы келтіреді.

**Азық жолдары** – бұл организмдердің басқа бір түрлерге энергия беру механизмдері.

**Азықтық (қоректік) жол** (трофическая цепь) – экожүйедегі энергия көздерінің берілу жолдары.



**Планктон** – пелагиялық организмдердің қоршаған орта жағдайына тез қалыптаса алмайтын түрлердің жиынтығы. Бұлар ұсақ организмдер – зоопланктондар мен өсімдіктер – соның ішінде судың ағысына төтеп бере алмайтын фитопланктондар.

**Азық** – қорек

**Популяция** – (түрлер) – организмнің белгілі бір түрлерінің қарапайым жиынтығы, олар қоршаған ортаның белгілі – бір жағдайында өздерінің тән осы түрдің қасиетін белгілі – бір уақытта сақтайды.

**Радионуклидтер** – тұрақсыз атом ядролары (нуклеидтер) радиоактивтік ыдырауға ұшыраған радиоактивтік элементтердің жалпы атауы.

**Редуценттер** – өлі органикалық заттектермен қоректену, оларды ыдыратып қайтадан бейорганикалық қосылыстарға айналдыру. Өліктерді мекен- деп, оларды біртін- деп ыдырататын микроорганизмдер (бактериялар, ашытқы микроорганизмдері, саңырауқұлақтар – сапрофиттер) жатады.

**Симбиоз** – екі түрдің бір-біріне пайдалы айырылмас қарым – қатынасы, міндетті түрде организмдердің тығыз байланысы болуы қажет, кей жағдайларды тіпті паразиттері де ортақ болуы мүмкін.

**Синэкология** – экологияның бөлімшесі, экожүйе мен қоғам бірлігінің арасындағы қарым – қатынастарды зерттейді. «Қарым-қатынас» - екі түрдің бірлік қоғам құруы. Бұл жағдай міндетті емес, өйткені әр түр өзімен-өзі өмірсүре алады, байланыссыз, қарым-қатынастық жағдайдағы өмір екеуіне де пайда береді.

**Орта** – тірі организмдердің қоршаған ортада тіршілік етуі.

**Сукцессия** – бір биоценоздың басқа биоценозға өту реті.

**Толеранттылық (төзімділік)** – организмнің белгілі бір орта факторының жағымсыз әсер ықпалына төзімділік қабілетін шыдамдылық (толеранттылық) дейді.

**Трофикалық байланыс** – (ағзалы қатынастар) – бұл тірі организмдердің басқа тірі организмдермен қоректенуінде байқалады немесе олардың қалдықтарымен және де тіршілік түрлерінің басқа да көздерімен қоректенуімен ерекшеленеді.

**Трофикалық деңгей** – (трофический уровень) әрбір тіршілік көзінің қоректену жолындағы өзінің ерекше орны.



---

**Өмірдің талаптары** – (условия существования) қоршаған ортаның тіршілік көзіне қоректі жағдайы, бұл жағдайсыз тіршілік көзі өзінің тіршілігін жасай алмайды.

**УФ** – ультракүлгін реакция.

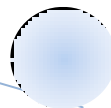
**Фауна** – белгілі территорияда (аймақта) тіршілік ететін жануарлар түрлерінің жиынтығы.

**Фитофаги** – тірі өсімдіктердің ағзасымен қоректенетін жануарлар жиынтығы.

**Флора** – белгілі аймақта тіршілік ететін өсімдіктер түрлерінің жиынтығы.

**Экология** – организмдердің тіршілік ету жағдайларын және организмдер мен олардың тіршілік ету ортасы арасындағы өзара байланысты зерттейтін ғылым.

**Экосистема (экожүйе)** – тірі организмдер жиынтығының қоректену, өсу және ұрпақ беру мақсатында белгілі бір тіршілік ету кеңістігін бірлесе пайдалануының тарихи қалыптасқан жүйесі.



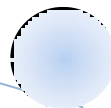
## Пайдаланылған әдебиеттер

1. Горелов А.А. Экология. Курс лекций. М.: Центр, 1998. -240 с.
2. Нуркеев С.С., Мусина У.Ш. Экология Учебное пособие для технических вузов. - Алматы: КазНТУ, 2005. - 489 с.
3. Акбасова А.Ж., Саинова Г.Ә. Экология: Жоғары оқу орындарына арналған оқу құралы.-Алматы: Бастау баспасы, 2003ж. -290 бет.
4. Бродский А.К. Жалпы экологияның қысқаша курсы. Оқу құралы. – Алматы: Ғылым баспасы, 1997 ж. – 192 бет.
5. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Уч.пособие для вузов. - М., 2001. -320с.
6. Сағымбаев Ф. Экология негіздері. – Алматы, 1995.
7. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учеб.пособие. М.: Агар, 1997. -87 с.
8. Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб.пособие. Ростов н/Д.:Феникс, 1996. -512 с.
9. Сатыбалдин С., Төлемісов О., Мұқаев С. Табиғат байлығына егеменділік және оның құны. – Алматы, 1992.
10. Закон РК «Об охране окружающей природной среде» от 15 июля 1997г.
11. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. – М.: Издательство ЮНИТИ, 1998.
12. Қоршаған ортаны қорғау. Нормативтік актілер жиынтығы. Алматы: ЮРИСТ, 2004. -34 б.
13. Бейсенова Ә., Самакова А., Есполов Т., Шілдебаев Ж.. Экология және табиғатты тиімді пайдалану. – Алматы, «Ғылым», 2004.
14. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. М.: Пресс, 1999. -143 с.
15. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии. - СПб.: 1992.
16. Никоноров А.М., Хоружая Т.А. Экология. М.: «Издательство Приор»,2001.-304 с.
17. Тонкопий М.С.Экология и экономика природопользования. Алматы: Экономик,С, 2003.-592 с.
18. Жатқанбаев Ж.Ж. Экология негіздері. Оқулық, Алматы «Зият» 2003 ж.
19. Степановский А.С.Охрана окружающей среды. - Москва.: 2000 г.
20. Денисов В.В., Денисова И.А. Экология: 100 экзаменационных ответов. – М.: ИКЦ «МарТ», - Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2003.-288.
21. Мусина У.Ш. Теоретические основы охраны окружающей среды. Учебное пособие. - Алматы: КазНТУ, 2000.
22. Авазбакиева М.Ф. Влияние климата Казахстана и Киргизии на организм человека. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1958.
23. Аполлонова Л.А. Гипоксия как фактор адаптации при свободнорадикальных процессах. В кн.: Свободнорадикальные процессы: экология, фармакология и клинические аспекты. С-Пб,





- 1999.
24. Башкиров А.А. Физиологические механизмы адаптации к гипоксии. В кн.: Адаптация человека и животных к экстремальным условиям внешней среды. М.: Изд-во ун-та Дружбы Народов, 1985.
  25. Биологические ритмы. Матер, международ, научно-практ. конф. Брест, 1999.
  26. Веселии Денков. На грани жизни (перевод с болгарского). М.: Знание, 1988.
  27. Виру А.А., Кырге П.К. Гормоны и спортивная работоспособность. М.: Физкультура и спорт, 1983.
  28. Галанцев В.П. Эволюция адаптации ныряющих животных. Л.: Наука, 1977.
  29. Гормональная регуляция размножения. / Под ред. ВЛЭЛЪзена. М: Мир, 1987.
  30. Дмитриева Т. М.. Основы сенсорной экологии. М.: РУДН, 1999.
  31. Дюсембин Х.Д. Концентрация адаптивных гормонов в крови военнослужащих при холодовом воздействии. В кн.: Очерки экологической физиологии. Новосибирск: РАН, 1999.
  32. Иванова Л.Н., Лавриненко В.А., Мелиди Н.Н., Наследова Н.И. Об адаптивной эволюции осморегуляции у грызунов с различной экологией. / Журн. Эволюц. биохим. фи-зиол. 1975. Т. 11. №2.
  33. Казначеев В.П. Очерки теории и практики экологии человека. М.: Наука, 1983.
  34. Иванова Л.Н., Лавриненко В.А., Меледи Н.Н., Наследова Н.И. об адаптивной эволюции осморегуляции у грызунов различной экологией / Журн. Эволюц. Биохим. Физиол. 1975. Т. 11. № 2.
  35. Лопухова В.В. Физиологические основы адаптации. Томск: изд-во ТГУ, 1982.
  36. Матюхин В.А., Разумов А.Н. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина. М.: Медицина, 1999.
  37. Моисеева Н.Н., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы. Л.: Наука, 1982.
  38. Меерсон Ф.З., Павлова В.И., Сухих Г.Т. и др. Пост-V стрессорная активация синтеза нуклеиновых кислот и белков к и ее рөл в адаптивных реакциях организма. - Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 1982, № 5.
  39. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М.:Наука, 1981.
  40. Нургалиев Ж.Н. Гипоксия және адаптация. Алма-Ата, 1977
  41. Несіпбаев Т. Жануарлар физиологиясы (2 томдық). Алматы: Қайнар, 1995.
  42. Нұрғалиев Ж.Н., Түлеуханов С.Т. Қалыпты эндокринология. Алматы; Қазақ университеті, 2006.
  43. Озернюк' Н.Д. Механизмы адаптации. М.: Наука, 1992:
  44. Рамжанов К.С, Төленбек И.М. Адам мен жануарлар физиологиясы. Алтынсарин атындағы Қдзактың Білім Акаде-миясының Республикалық баспа кабинеті. Алматы, 2000.



45. Серебряков Е.П., Юрченко С.Н., Подсекаева Г.В. Физиологические механизмы адаптации пустынных грызунов к условиям жизни в аридной пустыне. Ашхабад, 1990.
46. Слоним А.Д. Экологическая физиология животных. М.: Высшая школа, 1971.
47. Торманов Н.Т., Төлеуханов С.Т. Адам физиологиясы. Алматы: Қазақ университеті, 2007.
48. Төлеуханов С.Т. Қалыпты физиология (биологиялық жүйелердің мезгілдік құрылымдар бөлімі). Алматы: Қазақ университеті, 2006.
49. Түлеуханов С.Т. Временная организация биологических систем. Алматы, 1999.
50. Функциональные системы организма. / Под ред. К. В. Судакова. М.: Медицина, 1987.
51. Физиология поведения (рук-во по физиологии). Л.: Наука, 1986.
52. Физиология адаптивных процессов. М.: Наука, 1986.
53. Хайрутдинов Х.Ш., Ахметов И.З. и др. Эколого-физиологические особенности рептилий и грызунов аридной зоны. Ташкент: ФАН, 1985.
54. Шилов И.А. Физиологическая экология. М.: Высшая школа, 1985.
55. Щеглова А.И. Физиологические приспособления гнающих пустыни. Л., 1976.
56. Экологическая физиология животных. М.: Наука, 1981.
57. Юнусов А.Ю. Адаптация человека и животных к высокой температуре. Ташкент: ФАН, 1971.
58. Громов Б.В., Павленко Т.В. Экология бактерий. -Л.: ЛГУ, 1988.
59. Заварзин Г.А. Бактерий и состав атмосферы. -М.Наука, 1983.
60. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. -М.:Книжный дом «Университет», 2001.
61. Звягинцев О.Г. Почвы и микроорганизмы. -М.:Изд-во МГУ, 1987.
62. Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. М.:МГУ, 1985.
63. Несле К.Н. Микробы под дном океана и веземная жизнь.
64. Шигаева М.Х. Экология микроорганизмов. А.: Қазақ университеті, 2002.
65. Экология микроорганизмов / Под ред. А.Н. Нетрусова. - МГУ, 2004.



## МАЗМҰНЫ

I тарау. Кіріспе.....	3
1.1 Экология туралы түсінік.....	3
1.2 Экология ғылымының қалыптасу кезеңдері.....	7
1.3 Экологиялық зерттеу объектісі мен әдістері.....	10
1.4 Тірі организмдердің қоректену типтеріне қарай жіктелуі.....	13
II тарау. Особьтәр экологиясы .....	19
2.1 Экологиялық факторлар .....	19
2.2 Экологиялық факторлардың жіктелуі .....	24
2.3 Факторлардың организмге әсер ету заңдылықтары .....	27
2.4 Организмдердің негізгі тіршілік орталары.....	30
2.4.1 Су - тіршілік ортасы.....	31
2.4.2 Құрлық – ауа тіршілік ортасы.....	36
2.4.3 Топырақ - тіршілік ортасы.....	38
2.4.4Организмдердің өзі - тіршілік ортасы.....	44
2.4.5Организмдердің қоршаған орта жағдайына бейімделуі.....	45
2.5 Абиотикалық факторлардың организмдерге әсері .....	49
2.5.1 Жарықтың әсері.....	49
2.5.2 Температураның тірі организмдерге әсері .....	54
2.5.3 Су және организмдер.....	56
2.5.4 Эдафиттік факторлар.....	64
2.5.5 Ауа-экологиялық фактор.....	70
III тарау. Популяциялар экологиясы.....	71
3.1 Популяция қасиеттері және оның таралуы.....	73
3.2 Популяцияның өсу қарқыны.....	74
3.3 Популяция құрылымдары.....	77
3.4 Популяция санының ауытқулары мен реттелуі .....	86
IV тарау. Бірлестіктер экологиясы.....	94
4.1 Биоценоз, биогеоценоз және экожүйелер туралы түсінік.....	94
4.2 Организмдер арасындағы өзара қатынастар мен байланыс түрлері.....	99
4.3 Биологиялық бірлестіктер арасындағы өзара қатынас типтері.....	101
V тарау. Биосфераныңқұрылымыжәнеқасиеттері.....	104

5.1 Биосфера, оның құрылымы және шекаралары.....	104
5.2 Биосферадағы заттардың типтері.....	110
5.3 Биосферадағы зат айналымының типтері.....	115
5.4 Табиғаттағы су, көміртегі, оттегі, азот, фосфор және күкірт айналымдары.....	119
VI тарау. Қоршаған орта және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану.....	127
6.1 Табиғи қорлар.....	127
6.2 Су қорлары.....	129
6.3 Жер қорлары.....	145
6.4 Жануарлар әлемін қорғау.....	147
6.5 Өсімдіктер әлемін қорғау.....	151
6.6 Пайдалы қазбалар.....	154
6.7 Атмосфералық ауаны ластаушы көздер.....	156
6.7.1 Ауа атмосферасын қорғау.....	162
VII тарау. Топырақ - биосфераның құрам бөлігі.....	166
7.1 Топырақ түзушілер.....	167
7.2 Топырақтың фазалық құрамы.....	171
7.3 Топырақтың негізгі қасиеттері.....	178
7.4 Топырақ эрозиясы және оны болдырмау жолдары.....	181
7.5 Топырақтың химиялық заттармен ластануы және оны болдырмау жолдары.....	186
VIII тарау. Жер мониторингі.....	190
8.1 «Жер» түсінігінің көп мәнділігі.....	190
8.2 Мониторинг деңгейлері.....	193
8.3 Мониторингінің көп түрлілігі.....	195
IX тарау. Жануарлар экологиясы.....	201
9.1 Жануарлар экологиясының ғылым ретінде қалыптасу кезеңдері.....	201
9.2 Жануарлардың қоршаған орта температурасына бейімделушіліктері.....	214
9.3 Қанның экологиялық маңызы.....	243
9.4 Бұлшықеттің экологиялық маңызы.....	245
9.5 Организмдегі физиологиялық процестердің ырғақтылығы.....	260
X тарау. Экологиялық физиология.....	273
10.1 Бейімдеушіліктің жалпы принциптері.....	273
10.2 Қанның тыныстық функциясымен байланысты өзгерістері.....	293
XI тарау. Микроорганизмдер экологиясы.....	320
11.1. Микроорганизмдердің табиғатта таралуы.....	323
11.2. Микроорганизмдердің табиғатта мекен ету	



---

орталары.....	324
11.3. Қоршаған ортаның биотикалық және абиотикалық факторларының микроорганизмдерге әсері.....	354
11.4. Микроорганизмдердің заттар айналымындағы рөлі.....	370
11.5. Микроорганизмдердің трофикалық тізбектегі орны.....	382
Глоссарий.....	387
Пайдаланылған әдебиеттер .....	392



Оқулық басылым

Қанаев Әшімхан Токтасынұлы  
Түлеуханов Сұлтан Түлеуханұлы  
Қанаева Зылиха Қожамқұлқызы

## **БИОЖҮЙЕЛЕР ЭКОЛОГИЯСЫ**

Оқулық

Көркемдеуші дизайнер Эльмира Әшімханқызы

Басуға «07\_»\_06\_2013 ж. қол қойылды  
Таралымы 500 дана. Пішімі 60x84 1/16. №1 баспаханалық қағаз.  
Шартты б.т. 23,4. Көлемі 24,9 есепті б.т. Тапсырыс №300.

Бағасы келісімді.

050010 Алматы қаласы, Достық даңғылы, 13

Абай атындағы ҚазҰПУ, «Ұлағат» баспасының  
баспаханасында басылды