**2-лекция**

**СУ ЖАҒАЛАУЫ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ ДАМУ ДИНАМИКАСЫ**

1. **С**у жағалауы өсімдіктерінің даму динамикасы
2. Сулы батпақты жерде өсетін өсімдіктер
3. Судың ауалы қабатында өсетін өсімдіктер
4. Суда батып өсетін өсімдіктер
5. Ортаның активті реакциясы (рН)

Су өсімдіктері су қоймасының гидрологиялық ерекшеліктеріне, судың химиялық құрамына және т.б факторларға, су ағардың морфометриясына және мөлшеріне тығыз байланысты (Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев. 2001).

Су өсімдіктері негізінен жағалау аумағында , жағалау бойында үздіксіз дамып, аралдардың айналасында төселіп өседі. Судың ең төменгі бөлігінде өсетін өсімдіктер ашықтығына байланысты 2-ден 4м дейін өзгереді, кейде 8м дейін тереңдікте өседі.

Мамандар өсуіне байланысты өсідік формаларын 4топқа жіктейді.

* Сулы батпақты жерде өсетін өсімдіктер.
* Судың ауалы қабатында өсетін өсімдіктер.
* Суда батып өсетін өсімдіктер.

Әр аталған топтың мекен ету орталары, тереңдігі жағынан параллельді жағдайда болады. Макрофиттердің шекарасын анықтау олардың араласып отыруына байланысты үнемі мүмкін бола бермейді. Макрофиттер тобындағы өсімдіктер су ағарларда және кішігірім көлдерде белгілі бір заңдылық бойынша таралады. Көлдердегі жоғары дәрежелі ашық суларда өсімдіктердің таралуы өте жоғары. Тегіс өсуге бейім су өсімдіктерінің басым бөлігі ұсақ су эфтотрофтары мен су қоймасы өсімдіктері.

Су жағалауы қауымының өсімдіктері де басқа топ организмдері сияқты сукцессия бағытымен жүреді деп айтылады. Ресейдің орталық бөлігінде маусымдық өзгерістерге және гидрологиялық жағдайға, қауымдық дамудың бұзылуына байланысты өсімдіктер дамуының динамикасы өзгерген.

Сукцессия (лат. Successia–жалғастыру, бірізділік) организмдердің өзара және абиотикалық факторлар әсерінен заңдылық бойынша өзгеріске ұшырауы. Содан соң бір қауым өкілі біртін келе басқасына ауысады. «Сукцессия» терминін ұсынған ғалым Ф.Клеменсток (1916).

Сукцессияның 2 типін көрсетуге болады.

* Автогенді – ішкі әрекеттер нәтижесінде өзгеріске ұшырауы, оған себеп сукцессия процесі (мысалы, өсімдіктердің әсерінен шымтезек түзілуі, біртін келе ол батпаққа айналады).
* Аллогенді – сыртқы әсерлерден ортаның өзгеруі (мысалы, жер асты сулары деңгейінің түзілуі).

Сукцессия өсімдіктер жалаңаштануының бастапқы кезеңін немесе өсімдіктердің өсу бағытының өзгеруін қарастырады. Мысал ретінде орманда және орманды тоғандарда батпақтың қалыпасуы.

Экосистеманың дамуы – эволюциялық сукцессия деп аталады және келесі параметрлерде анықталады (Ю.Одум. 1975).

* Сукцессия – бұл өсімдіктер қауымының түрлік құрамының өзгеруімен байланысты қауымдық процесс;
* Сукцессия қауымның әрекетіне байланысты физикалық өзгеруі, сонымен қатар қауымды бақылайды;физикалық күй ортаның жылдамдығын және айырмашылығын анықтайды, сукцессия қалай дамуы керектігінің жиынтығы;
* Өсімдіктің шарықтау шегі тұрақты экожүйелік байланыстармен, ең жоғарғы биомасса және орган арасындағы симбиоздық байланыстарға байланысты.

Сондықтан физикалық факторлар сукцессияның айырмашылығын анықтайды, бірақ уақытқа әсер етпейді.Сукйессияны жүзеге асыру үшін ең маңызды жағдай – қоршаған орта арасындағы тепе–теңдіктің және организмдер белсенділігін қамтамасыз етілуі.

Сукцессияның пайда болуы экосистема арқылы жүретін энергиямен қамтамасыз етеді.Сукцессияның ауысуы бұл қоршаған ортаны өзгерту мақсатында басқа популяцияларға жағдай жасау. Бұл жағдай жүйенің абиотикалық компоненттері мен ботаникалық қасиеттері тепе – тең болғанша жалғасады.

Сонымен биосфераның ұзақ эволюциялық дамуы ондағы қауымдастықтың сабақтастығына байланысты; физикалық ортаға талдау жасау, қауымдыстықты жоғары дәрежеде қорғау. Бұдан басқа экосистеманың дамуы жеке организмдердің дамуына ұқсас.

Әртүрлі трофикалық су қоймаларындағы дамудың жылдамдығы мен дәрежесі келесідей (Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев, 2001).

* Қорегі мол суқоймалары – морфометрлік сипаттамалары.
* Мезотрофты су қоймаларының олиготрофтық және дистрофиялық белгілері – судың гидрохимиялық белгілері.
* Мезотрофты суқоймаларының – морфометриялық гидрохимиялық қасиеттерінің жиынтығы.
* Минералдылығы аз суқоймалары морфометриялық белгісіне байланысты оның құрамы және фитопланктонның дамуы.

Су және су жағалауы өсімдіктері өзінің дамуы барысында автотрофты сукцессияны қамтамасыз етеді (2 сурет). Сондықтан қауымдастық өсімдіктері шеңбер бойымен қойма шекарасында, судың ашықтығына байланысты тереңдікке орналасады.

Ішкі шеңбердің аз суларда мерзімді құрғауы үлкен шөптердің өсуінен, жартылай батпақта өсетін – кербезгүл, жебежапыра, кірпібас, қара өлеңшөп және т.б пайда болады. Бұл жерде шөпті немесе шымтезекті аралас өсімдіктер түзіледі. Тереңдікке 3м жерде қамыстың, құрақтың, қырықбуындардың үлкен түрлері өседі.

Тереңдікке 5м жерде суда жапырағымен жүзіп жүретін өсімдіктер – лалагүл, су жаңғағы, жүзетін шалаң өседі. Мұнда сапропельді шымтезек – қараңғы шымтезектің қалдықтары және өсімдіктер басқа үлкен бөліктері орналасады.

Әрі қарай батырылған өсімдіктер, сабақтары мен жапырақтарымен толтыратын өсімдіктер ілеседі. Бұл зонада егеушөп, мүйізжапырақ, жалпақ жапырақты шалаң мекендейді. Оныр артынан су асты өсімдіктері және тар жапырақты өсімдіктер. Соңғы зона микроскориялық өсімдіктер – көк жасыл, жасыл дихотомды балдырлар және нағыз сапропелді балдырлар орналасады.

Сапропелді жинақтау сапропелді шымтезек және шымтезектің төменгі деңгейімен жүреді. Батырылып өсетін өсімдіктер көлдің орталық бөлігіне дейін жылжып өседі, бірақ негізгі орны су беті. Біртін келе су батпаққа айналады. Батпақтың басталу сатысы онда шымтезектің өсуімен байланысты. Сөзсіз тоғанның батпаққа айналуы ұзақ уақыт жүреді. Бірақ эвтотрофты тоғандарда ол аз ғана жүретін процесс.

Тундралардағы тоғандарда су жағалауы өсімдіктері төмен температудаға байланысты нашар дамиды, бірақ орманды зоналарда бұл көрсеткіш жоғары. Үлкен және терең тоғандарда жағалау өсімдіктері жағада өсіп әрі қарай жылжымайды.

Жағаға қарай тоғанды шөп басуы байқалады, су бетінде мүктердің жүзіп жүруі және тамырлы өсімдіктердің өсуі байқалады (3 сурет).



3 сурет. Көлдегі өсімдіктердің өсу схемасы:

1 – қияқ тұқымдасынан түзілген шымтезек; 2 – құрақты және қамысты шымтезек; 3 – сапропелді шымтезек; 4 – сапропелдер.

Жүзіп жүруі әдетте жағаға байланысты. Жүзіп жүріп өсу – ол желдің бағытына, газ алмасуына байланысты әртүрлі болуы мүмкін (А.А Ниценко, 1967).

Мұнда осы типтің таралуын жеткілікті деп түсіндіріледі, бірақ кейінгі зерттеулерде (И.Д Богмоновская – Гиэнеф, 1946) көпшілік жүзіп жүретін өсімдіктерді басқа қырынан көрсетті. Су деңгейіне байланысты оларжағалау өсімдіктерін қалыптастырады.

Су үстінде жүзетіндер алдымен жағада өсіп, содан соң су түбіне қарай жылжиды. Жуандауы су түбінде жүреді. Өсімдіктің өлегн бөліктері судың ең астына құлап, шымтезекті түзеді.

Мажыра (Сабельник), бетбаққанат және т.б ұзындылығы, беріктігімен ерекшеленетін өсімдіктер дамиды. Өте қалыпты, тыныш суларды шымтезек пайда болады. Көпшілік су жағалауы өсімдіктері суда мықты, ұзын күйінде тамырымен су бетінде жүзіп дамиды. Мұнда өсімдіктің құлаған жапырақтары және өлген бөліктері толығады. Бұл субстратқа бейім басқа өсімдіктер де орналасады (қияқөлең, мүктер, шейхцерия және т.б).

Жел және толқын жүзіп жүретін өсімдіктер дамуына кедергі жасайды. Сондықтан қорғаушы режим де дамиды. Бұл заңдылық Клинге заңдылығы деп те аталады (А.А. Ниценко, 1967).

Кейде тоған жағалауда пайда болмай шымтезектер есебінен дамиды. Мұндай құбылыс кіші батпақты көлдердетгаз алмасу және шымтезектер әсерінен байқалады (А.А. Ниценко, 1967). Жүзуші шымтезектер жергілікті өсімдіктермен жылдам әрекеттесіп кетеді.

**ОРТАНЫҢ АКТИВТІ РЕАКЦИЯСЫ (РН)**

Табиғиғи су қоймаларында судың молекулалық бөлшектері диссоциация күйінде болады, яғни оң (катион) және теріс (анион) зарядталған иондардан тудырады. Сондықтан, су молекулалары сутегі иондарына () және гидроксил () иондарына диссоциацияланады; +О

Суда сутек және гидроксил иондары тұрақты болса, су молекулаларының диссоциациялануы 1/болып тұрақты деңгейде тұрады. Суда Н+ ж2не ОН- м-лшер3 10-7моль/кг болып табылады. Егер де ортада Н+ иондар саны ОН+- ден жоғары болса ол орта сілтілік болады. Сондақтан, әр ионның концентрациясы сутегі және гидроксил – ортаның қышқылдық немесе сілтілік боллуына әсер етеді. Сутегі иондарының концентрациясы немесе ортаның активті реакциясы рН мөлшерін көрсетеді. Ол қышқылдық және сілтілік ортаны сипаттауда қолданылады. Иондардың коцентрациясына байланысты ортаның рН көрсеткішін (жоғары және төмен) белгілейді. Егер орта бейтарап болатын болса, онда сутегі иондарының концентрациясы 10-7моль/кг және рН – (-lg 10-7моль/кг) болады. Ал сілтілік ортада рН>7, қышқылдық ортада рН < 7.

Табиғи су қоймаларында ортаның активті реакциясы жиі бейтарап болмайды және айтарлықтай ауытқу байқалмайды. Бұл Н+ және ОН+ иондары арасында орналасқан, иондарды ыдыратуға қабілетті ортадабасқа заттардың болуымен байланысты. Сөйтіп, активті реакция ерітіндінің құрамын сипаттайды.

Барлық тұщы су хауыздарын екі топқа бөлуге болады: бейтарап сілтілік суда рН>6 және шымтезекті суда рН < 5 болады (С.А. Зернев, 1949). Табиғатта осы екі топ ауытқыған түрде кездеседі. Фитопланктондардың және үлкен тоғай түзетін су өсімдіктерінің дамуы сатысында ортаның активтілігі сілтілік ортадан рН 7,8 – 8,8 және 9,5 – 10,5- ке ауысады. Көлдер мен батпақтар гуминді заттарға бай болғандықтан, рН 4,0 – 4,5 және 3,4 – 3,8 болады.

Табиғи су қоймаларында рН мөлшері ондағы көптеген физикалық және биологиялық факторларға, оның ішінде көмірқышқыл және көмірқышқылды тұздар – корбонат және бикорбонатқа байланысты болып келеді. Бұл заттар судағы рН мөлшерін реттеп тұрады. СО2 сұйылту алдында Н+ және НСО-3 ыдырап, суда көмірқышқылының құрылымы құрылады. Көмірқышқыл құрылымдары тоғандарда корбонат және бикорбонат түрінде кездеседі. Ертіндіде бұл тұздар гидроксил иондарына ыдырап, нәтижесінде сортаң суға айналады. Судағы рН мөлшерінің өзгеруі үлкен биологиялық процесс. Гидробионттардың тыныс алуы, органикалық заттардың ыдырауы, СО2 – нің ыдырауы судың қышқылдылығын жоғарылатады. Фотосинтезде өсімдіктердің СО2 - ні жұтуы, керісінше ортаны тұздандырады. Жазда фитопланктондардың және тоған түзетін су өсімдіктерінің қарқынды дамуы судың жоғарғы қабаттарында рН мөлшерін 9 – 10 – ға дейін жоғарылатады.

Өсімдіктер даму барысында судың қатты тұздануы тек олардың көмірқышқылын пайдалануына ғана емес, сонымен қатар ол уақытта су карбонаттарының жиналуына байланысты. Теңіз су қоймаларында орта реакциясы әлсіз ілтіленген. Тек 8,0 – ден 8,3 аралығында ауытқиды. Ол фитопланктондар дамуының әссіз болуына, орта көрсеткішіне байланысты. Тұщы су қоймаларында ортаның белсенді реакциясы маусымдық өзгеріске ұшырайды. Қыста өмір сүруі бәсеңдеуіне байланысты организмдердің рН 7,0 – 7,5 – ті құрайды, жазда бұл көрсеткіш біршама жоғарылайды. Ал өсімдіктердің гүлдеу барысында 9 – 10 – ға жетеді. Жаз мезгілінде күндізгі уақытта рН жоғарылайды. Ол ортаның белсенді биологиялық процестеріне байланысты. Терең бөлікте рН көрсеткіші өзгереді, фотосинтез жүрмегендіктен судың қышқылдылығы жоғарылайды (Н.А. Березина, 1973).

Қышқыл сууда өмір сүретін организмдердің аз болуына байланысты рН көрсеткіші тұрақты болады. Батпақты судың қышқылдануы сфагнум мүгінің болуында, себебі ол әртүрлі катиондарда адсорбция жасауға қабілетті. рН 4-ке дейін төмен болады. Иондар теңескен жағдайда бұл процесс тоқтайды (К.А. Кокин, 1982).

Ортаның белсенді реакциясы ондағы өсімдіктер дамуына әсер етеді. Ол тура және жанама түрде болуы мүмкін. Ортаның рН көрсеткіші ондағы өсімдіктердің жасуша мембраналарының өткізгіштігіне, сутегі және гидроксил иондарының томендеуіне әсер етеді. Ортаның белсенді реакциясы ортадағы биогенді элементтердің, жағалау өсімдіктерінің, фитопланктондардың дәрежесін көрсетеді. Бұл сілтілік ортада көптеген элементтердің болуына байланысты құбылыс.

Ортаның активті реакциясының үлкен экологиялық мағынасы бар. рН көрсеткішінің өзгеруі организмдердің тіршілігіне, қоректенуіне, өсуіне, газ алмасуына және т.б процестерге тікелей әсер етеді. рН – тың өсуі алдымен су өсімдіктерінің шөгуіне әсер етеді. Су өсімдіктері үшін өсуге қолайлы орта ол – сілтілік орта; қышқылдық ортада өсуі нашарлайды. Су өсімдіктерінің шөгуісу бетінде қалқып жүретін өсімдіктерден жоғары, ол газ концентарциясына және химиялық құрамына байланысты.

***Тоғандардағы газ режимі.*** Оттегі концентрациясы (О2), көміртегі диоксиді (СО2), күкіртті сутегі (Н2S) және метан (СН4) судағы газ режимінде үлкен қызығушылыққа ие. Теңіздердің газ режимі және тұщы су тығыздығы биологиялық процестерге, температураға, ортаның белсенді реакциясына әсер етеді. Су бойына тарайтын газ кейде қиын тарайды, бұл су қоймасының ерекшеліктеріне байланысты.

*Оттегі.*Бұл су қоймаларындағы тіршілікті қамтамасыз ететін негізгі фактор. Суды оттегімен байыту атмосферадағы инвазия (басып кіру) сатысы және фотосинтездеуші организмдердің есебінен жүреді. Ал оттегінің жоғалуы (О2) оның эвазия (шығуы) және тыныс алушы жануарлар, өсімдіктерден болады ( А.С. Константинов, 1979).

Оттегінің судағы сіңіру коэфиценті ОºС-та 0,04898-ге тең. Сондықтан атмосферадағы газдың қалыпты мөлшері (210мг/л) 1л ертіндіде 210 мл×0,04898 = 10,29 оттегі блолады.

Температура мен тұздылыққа байланысты атмосфералық оттегінің судағы ерітіндісі мл/л.

Оттегінің судағы байланысына жел және су ағынына әсер етеді. Атмосфералық оттегінің диффузиялық рөлі бірқалыпты суда аз әсер етедіОттегі әлсіз еріткіштігімен ерекшеленеді. Ол температуда және тұщылықпен байланысты. Оттегінің сіңірілі коэффиценті көтерілсе судағы О2 азаяды. Судағы оттегі режимі көп фосфорлануға да байланысты. Ескере отырып оттегі инвазиясы атмосферада судың беткі қабатында жүреді, ал фотосинтез процесі үстіңгі қабатында жүреді, соң,ысы соңғы қабатқа қарағанда О2 – ге бай. Фотосинтез процесінде өсімдіктер өзінен көп оттегі бөледі. Кей мезгілдерде оның судағы мөлшері күнделікті мөлшерге қарағанда 3 – 4 есе көбейеді. Судағы оттегінің абсолютты көрсеткіші толық көрсетілмейді, жағдайға байланысты аз немесе көп болады. Сондықтан оттегіге байланысты көрсеткішті пайдаланады (Оттегінің қалыпты өлшемге байланысты).

O2=a×100×760/NP(%)

a=оттегінің судағы өлшемі.

N=оттегінің берілген температурасы мен қысымы 760мм рт.ст; нормасы.

P=атмосфералық қысым.

Судың оттегімен қанығуы фитопланктонның гүлденуімен байланысты. Оттегінің теңіз суларындағы ең жоғарғы деңгейі судың беткі қабатында 110 – 120% - дан аспайды. Фотосинтез зонасы судың беткі қабатында (20 – 50м тереңдікте) оттегіге қаныққан тұщы суларда балдыр концентрациясы жоғары, ал фотосинтез интенсивті ; оттегі концентрациясы әр кезде 300% және одан жоғары болып қанығады. Оттегінің ауадағы концентрациясының төмендеуі оттегіге бай судан шығуына байланысты. Бұл жағдай температуда жоғары болғанды орындалады. Оттегі мөлшері организмдер тыныс алғанда көп таралады. Әсіресе О2 – ні қолданылуы жоғары, бактериялар бар өлшемнің 90% алады. Оттегінің бөлігі органикалық қосынды мен минералды қалдықтарға таратылады.

Оттегінің суға келуі судың жоғарғы қабаттарымен шектеледі. Қышқылды процестерге және тыныс алғанға пайдаланылған оттегіі судың барлық қабаттарында болады. Сондықтан су қоймаларында оттегі жетіспеушілігі көп болады. Оттегінің максималды концентрациясы мұзды приодта көп байқалады. Бұл оның төменгі температурада ерігіштігіне байланысты. Күздік немесе көктемгі гомотермияда оттегі судың барлық қабаттарына таратылады.Жазда оттегі мөлшері суда шарықтау шегіне жетеді (микроорганизмдердің фотосинтез процесіне байланысты).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура ºС | Тұзды судағы оттегі ерітіндісі, % | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | 10,29 | 9,65 | 9,01 | 8,36 | 7,71 |
| 10 | 8,02 | 7,56 | 7,10 | 6,63 | 6,17 |
| 20 | 6,57 | 6,22 | 5,88 | 5,53 | 5,18 |
| 30 | 5,57 | 5,27 | 4,96 | 4,65 | 4,35 |

Аз өлшемді жылы эфтотрофты өсімдік және жануарлардың органикалық заттарға бай теңіздерде газ режимі су байындағы процестерге байланысты анықталады. Жазда оттегінің таралуы температураға байланысты айқын байқалады. Судың беткі қабаты оттегіге бай, ол тереңдеген сайын концентрациясы төмендей түседі. Терең емес суларда биологиялық процестер интенсивті, сондықтан оттегі жетіспейді. Металимионда да оттегі жеткіліксіз. Бұл биологиялық процестерге байланысты, сонымен қатар тез ыдырауына эпилимнионнан келетін органикалақ заттың тез ыдырауына да байланысты болады. Температураның тұрақты болмауы шекарадағы салқын қабаттағы өлі планктонды организмдерді тоқтатады. Қыстың мұзды күндері О2маңызды қызмет атқарады. Қыстың соңына қарай оттегі азаяды. Ол оттегіні су жануарлары мен өсімдіктерінік көп қажетсінуіне байланысты.

Эфтотрофты тоғандарда оттегінің шекті мөлшері көктем кезінде және күзгі циркуляцияда байқалады. Жылдың жылы уақытында ұзақ уақытқа жететін О2қоры жиналады. Егер бұл уақытта су бетінде толқын, жел болатын болса жиналатын оттегі қоры аз болу мүмкін. Барлық көлдерді жаз айларында түбіне дейін судың араласуына байланысты *голомиктикалық,* ал жазда температураның стратификациялық орналасуына қарай *димиктикалық* және *меромиктикалық* деп бөледі (В.М. Горленко, Г.А. Дубинина, С.И.Кузнецов, 1977).

Мұндай көлдерде аэробты зона тоғандағы шымтезектерге байланысты жылдам жоғарылайды немесе төмендейді, ал кейбір зоналарда анаэробты зона құрылады. Эвтотрофты көлдерде шымтезектердің деңгейіне байланысты оттегі көктемгі немесе күзгі циркуляциядан кейін 2 – 3 аптада таусылуы мүмкін.

Сулы ортада мекендейтін жануарлар мен тереңдікте өсетін өсімдіктер үлкен маңызға ие, себебі олардың тыныс алуы О2 есебінен дүреді. Осы организмдердің әсерінен сулы ортада кейде оттегі жетіспеушілігі болып тұрады. Суда өмір сүретін организмдер үшін оттегі тіршілік үшін маңызды фактор болып табылады.

Су организмдері оттегіге байланысты *эври* және *стенокидті* формаға жіктеледі (*эври-* және *стеноксибионт*). Олай жіктелу себебі оттегінің жоғары және төменгі концентрациялық өзгерісіне байланысты. Эврибионттарға шаяндар жатады *Cyclops strenuus* және көптеген шаян туыстары *Daphina,* жауын құрттар *Tubifex,* молюскалар *Viviparus*және өмір сүруі оттегіге байланысты басқ организмдер қатарлары жатады. Олардың барлығы да қорек ретінде су жағалау өсімдіктерін пайдаланады.

Су өсімдіктері жануарларға қарағанда оттегіні аз мөлшерде тұтынады. Бірақ көптеген тоғандарда су температурасының жоғарылауына және өсімдіктің қураған бөліктерінің ажырауына байланысты оттегі жетіспеушілігі болады. Оттегінің жоғалуы ортадағы қышқылды қалпына келтіру потенциялына, сутегі иондарына, метан және күкіртті сутектің пайда болуына байланысты. Бұл барлық жағымсыз процестер су өсімдіктерінің физиологиялық процестерді тойтаруынан.

**Көмір қышқылы.** Табиғи суларды көмір қышқылы газымен байыту оның атмосферадағы диффузиясына байланысты. Нәтижесінде су организмдерінің тыныс алу процесі, геохимиялық процестер жүреді. Көмір қышқыл газының концентрациясының төмендеуі фотосинтездеуші организмдердің қолдануына және көмір қышқылдың тұздылығына байланысты.

Тоғандарда СО2 мөлшері жоғаоы емес. 1 л суда ОºС та 0,5 мл СО2араластыруға болады. Температуданың және тұздылықтың жоғаоылауына байланысты СО2азаяды. Табиғи жағдайда су өте көп көмір қышқылын жұтады, ол кальций корбанатына және магниге байланыстылығынен түсіндіріледі.

Су тереңдеген сайын СО2мөлшері жоғарылай түседі, ол әсіресе қыста су бетін мұз басып оның атмосфераға шығуына кедергң жасағанда көрініс алады. Мысалы, гиполимнионды көлдерде еркін көмір қышқыл газының концентрациясы 10 – 20 мг/ ға жетеді. Эпилимнеондар су өсімдіктері гүлеу барысында оны толығымен пайдаланады.

Қос қышқылды көміртегі (СО2) суда ерігенде жайлап сумен байлансады ал баланстық көрсеткіш солға ауысады: СО2 + Н2О ↔ Н2СО3

Көмір қышқылы Н+ иондарына және гидрокорбонат иондарына (НСО-3) диссоциацияланады: Н2СО3↔НСО-3+ Н+

Гидрокорбонатты иондар Н+ионын жоғалтуы мүмкін, сонда ол карбонатты ионға айналады (): НСО-3↔ + Н+

Н2СО3, НСО-3, және мөлшері ерітіндідегі сутегі ионадарына байланысты болады. рН көрсеткіші (4 – 6) төмен болса Н2СО3 концентрациясы жоғары болғаны, ал егер рН (9 – 11) жоғары болса концентрациясы жоғары болғаны, ал рН орташа болса (6 – 9) бикарбонат басым.

Су қышқылданғанда және иондарының диссоциациялануы көмір қышқылының есебінен жүріп, төмендейді, қышқыл ерітіндіде монокарбонатқа айналады. Егер су реакциясы қышқыл күйінде қалса ионы НСО-3ионына ауыстырылады, Ерітіндінің монокарбонат ретінде жүруі ортада рН көрсеткіші жоғарылағанша жалғасады. Кері қайтарылу процесі сілтілік ортада концентрациясының жоғарылауына байланысты байқалады.

Табиғи суларда буферлік система құрылады, ол рН көрсеткішінің айқын көрініс беруіне және оның құрамындағы нің атмосферамен байланыста болуы (А.С. Константинов, 1979).

Динамикалық тепе – теңдік схемасын көрсетеді

СО2ауа ↔ СО2су ↔ Н2СО3 ↔ Са(НСО3)2 ↔ СаСО3 (судағы ерітіндісі) ↔ СаСО3(тұнба)

Еркін көмір қышқылына әсер ететін негізінен су өсімдіктерінің фотосинтетикалық ерекшеліктері. Жаздық периодта үдемелі фотосинтез СО2 түгелімен су құрамынан жойылып кетуі мүмкін. Ортаның активті реакциясы осымен сілтілік ортаға ығысады. Күрделі су өсімдіктері көмір қышқыл газын активті түрде пайдаланады. Фотосинтез процесі кезінде ортанаң активті реакциясы жоғарылауы мүмкін, бұл бикарбонаттарды қайтадан өңделіп рН көрсеткіші жоғарылағанда көмір қышқылының көмір қышқылы газдарымен байланысуымен түсіндіріледі. Су өсімдіктеріне еритін карбонаттар сіңеді.Ерітіндідегі кальцийдің азаюы фотосинтез процесінде *биогендік декальцинация* деп аталады. Ресей тоғандарында негізінен элодея, мүйізжапырақ, жауқияқ, егеушөп, тұңғиық басым. Өсімдіктер фотосинтез алдында (100 кг құрғақ массада) 10 сағат көлемінде үстіне 2кг әк жинайды ( Н.П. Воронохин, 1953; К.А. Кокин, 1982). Песковск облысындағы көлдерде құрғаған топырақтың 32 – 37 % кальций құрайды, Тульск обылысында бұл көрсеткін 52% көрсетеді. Егер осы көлдердегі, тоғандардағы өсімдіктерді қандайда бір әдістермен санын азайтар болсақ онадғы әктің мөлшері жедел түрде түсіп кетеді (В.Н. Абрамов, 1959; Д.С. Николаев, 2003). Кальцийің өсімдіктің жоғары бөлігіне көтерілуі өсімдіктің өсуін бәсеңдетеді (А.А. Потапов, 1956). Сол уақытта өсімдіктер биокарбонаттардың көп үлесін пайдалануға қауқарсыз.Бұл түрлер ортаны сілтілендіреді және өсімдіктің жоғары бөлігіне кальций жинақталмайды. Олар әлсіз қышқылды суларда көмір қышқылының саны жеткілікті басым жерлерде мекендейді.

**Метан (СН4).** Бактериялық ыдырау арқылы және органикалық заттардың су қабаттарында, тұщы тоған топырағында болуымен қалыптасады. Метан – су экосистемасында көміртегі айналымына өте қажетті элемент. Негізінен метан ортадағы барлық газдардың 30-50% құрайды. Метанның құрылу жылдамдығы ортаның температурасына және т.б факторларға байланысты болады. Оның концентрациясы 6 – 10мл/л дейін жетеді. Әсіресе көпшілік метан бөгет топырақтарынан және органикалық құрамы жоғары өзендерден, судыңжоғары температурасында бөлінеді. Сонымен салқындатқыш тоғандардағы жылы және атомдық электростанцияларда 1м2 тәулігінде 300 мл дейін СН4 алынады. Метан көпіршіктерінің су бетіне көтеріліп жатқанын жиі көруге болады. Әсіресе ол батпақты алқаптарда анық көрінеді. Сондықтан ондағы метан *балшықты газ* деп аталады.

Өндірілген метанның бір бөлігі атмосфераға түседі, ал келесібөлігі икроорганизмдер әсерінен Н2СО3-ке дейін қышқылданады. Метан қышқылдандырушы бактериялардың саны (көпшілігі *Pseudomonas*) су қабаттарында жүздеген клеткаға жетеді, ал топырақта 1 га жүз мың клеткаға. Бұл бактериялар өте аз мөлшерде болсын СН4 қолдануы мүмкін. Басқа организмдер үшін метан улы. Тамыр жүйесі жақсы дамыған жоғары сатыдағы су өсімдіктері метанды атмосфераға шығаруға қабілетті.

Метан тек тоған немесе батпақ түбінде қалыптаспайды, сонымен қатар құралдарды тазарту құрылымдарынан да қалыптасады.Адамдар метанды пайдалануды ертеректе үйренген, биогаздардың көмегімен органикалық заттарды қайта өңдеуге мүмкіндік берді.Биогаздағы метанның 50 – 85% ашыту массасының құрамында анықталады.

Биогаз XIX ғасырда анықталған болатын, бірақ технологияда ол жайлы осыншама уақыт аралығында елеулі ешқандай жаңалық болған жоқ. Биогазды алу процесі қарапайым жабдықталуымен және шикізаттың жетімділігі ерекшеленеді. Ол екі маңызды артықышылығымен ерекшеленеді: біріншіден, энергия көзі ретінде пайдаланатын газды қалыптастыру. Екіншіден, қалған қалдықтарды тыңайтқыш ретінде пайдалану.

Биогазды алу технологиясы өте қарапайым, көпшілік жылы белдеуде орналасқан мемлекеттерде (Қытай, Индия) оны пайдалану кеңінен таралған. Қытайда ауыл тұрғындары сыйымдылығы 10-15л болатын биогаздан 15млн арзан, сапасыз, қарапайым қондарғылар жасап шығарады. Ал Индияда осындай сапада бірнеше милион қондырғылар жасалынады. Шикізат сапасын жақсартуға навоз және өсімдік қалдықтары қолданылады. 1 кг қара малдың навоздан 200 л биогаз, доңыздың қалдығынан 300л, құс саңғырығынан 400 л биогаз алуға болады.

Органикалық субъстратты ферменттеу арнайы камералардан (асқорыту резервуарлары) өткізіледі. Қатты органикалық қалдықтар алдын ала сумен араластырылуы қажет (ылғалдылығы шамамаен 95%). Асқорыту резервуарларының өзінің арнайы мөр басылған куба, цилиндр тәрізді ыдыстары боалыд. Онда шикізатты араластырады, 2-12% органикалық затты салады да бетін жабады, осылай биогаз анаэробты жағдайда жүзеге асырылады.

Ашыту кезінде екі фазаны бөліп көрсетуге болады. Бірінші фазада микроорганизмдер, органикалық заттарды қолданып оттегіні пайдаланады да анаэробты жағадай туғызады. Бұл ортада органикалық оттегі, сутегі, көмір қышқылы жинақталады. Екінші фаза метан жиналуымен жүреді. Метанды ферменттеу 30-40ºС (мезофилді процесс) – тан бастап 50-60ºС-қа (термофильді процесс) дейін жетеді.

Жеке шаруашылықтарда асқорыту резервуарларын 1м3 - қа қолданады. Оны металлдан немесе темірбетоннан дайындайды. Бағытталған газ асқорыту резервуарының үстінде орналасқан трубалар арқылы жүреді.

Процестің жылдамдылығы ферментацияның температурасын, (термофиллді жағдайда ол мезофилділерге қарағанда 2-3 есе жоғары), шикізаттың химиялық құрамын, бактериялар санын, жабысқақтығын анықтайды. Шикізаттың реакторға түсуі маңызды процесс болып табылады.

Процесс қаншалықты қарқынды ашыса реактордағы шикізаттың жылдамдығы да соншалықты жоғары болуы щарт. Қарқынды жұмыс істейтін асқорыту реакторлары 5-14 тәулікте бір тер жүктеледі, ал оратша 10-20 күн. Ауыл шаруашылығында қолданылатын навоздардың еруі тамақ қалдықтарына қарағанда тез ашиды. Қарқынды газ алмасу аралатырылуға және температура режиміне байланысты болып келеді.

**Күкіртті сутек (Н2S)** Тоғанда бұзылған ақуыздардың жиырылуын және сульфаттарды микроорганизмдермен қайта қалыпқа келтіру. Күкіртті сутектің ең төмен мөлшерінің өзі организмдерге өте зиян. Оттегі концентрациясының төмендеуінен басқа, қышқылдан S2ден S дейін тікелей және жанама тіршілігіне әсер етеді.

Теңіз тоғандарында күкіртті сутегі судың сульфатты деңгейін қалыпқа келтіруге қатысады. Бактериялармен күреседі. Ал ол бактериялар тоған түбіндегі оттегіні жоғалтатын қасиетке ие. Н2S саны десульфаттаушы бактерияларға қарағанда айтарлықтай көп болуы мүмкін. Мысалы, Қара теңізде беткі бөлігінде (0-200 м) күкіртті сутектің ең көп мөлшері (6мг/л) кездеседі. Сондықтан одан туатын аруды жұқтырған микроорганизмдер болады. Тұщы суларда сульфаттың мөлшері көп емес. Күкіртті сутектің белгілі мөлшері (790 мг/л дейін) тоғанда стагнация кезінде белгіленген (А.С. Константинов, 1979).

Суды күкіртті сутектен тазарту химиялық процестермен жүзеген асады. Абиогенді қышқылдану оттегі жеткілікті жерде Н2S судың жоғарғы қабаттарында жүреді. Биологиялық жолмен қышқылдануы S2- негізінен күкіртті сутектің шекарасында жүреді. Күкірт бактериялары фотосинтездеуші пур-пур бактерияларын және біраз жасыл бактерияларды дозонатор ретінде пайдаланады (А.С.Константинов, 1979).

Пысықтау сұрақтары:

1. **С**у жағалауы өсімдіктерінің даму динамикасы қандай?
2. Сулы батпақты жерде өсетін өсімдіктерге тоқталыңыз
3. Судың ауалы қабатында өсетін өсімдіктерге тоқталыңыз
4. Суда батып өсетін өсімдіктерге тоқталыңыз
5. Ортаның активті реакциясы (рн)